



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NÚCLEO DE MONAGAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DEL AGRO Y DEL AMBIENTE**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**MATURÍN, ESTADO MONAGAS**

**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS A BASE DE MEZCLAS DE  
FIBRA DE COCO Y CASCARILLA DE ARROZ EN LA  
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE**  
*(Solanum lycopersicum L.)*

Trabajo de grado presentado por:

**HILJUAN JOSE FIGUERA PEREZ**

Como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Maturín, junio de 2023

**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS A BASE DE MEZCLAS DE  
FIBRA DE COCO Y CASCARILLA DE ARROZ EN LA  
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE**  
*(Solanum lycopersicum L.)*

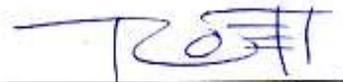
Trabajo de grado presentado por:

**HILJUAN JOSE FIGUERA PEREZ**

Como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADO POR:**



**Msc. Julio Royett**  
**Asesor Académico**



**Msc. Rivero César**  
**Jurado**



**Msc. Marden Vásquez**  
**Jurado**



**ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO**

CTG-ECAA-DIA-2023

**MODALIDAD: TESIS DE GRADO**

**ACTA N° 2002**

En Maturín, siendo las 11:00 a.m. del día 10 de agosto del 2023, reunidos en el Aula Cisco de Postgrado, Campus Juanico del Núcleo de Monagas de la Universidad de Oriente, los miembros del jurado profesores: Marden Vázquez (Jurado), César Rivero (Jurado) y Julio Royett (Tutor), a fin de cumplir con el requisito parcial exigido por el Reglamento de Trabajo de Grado vigente para obtener el Título de **Ingeniero Agrónomo**, se procedió a la presentación y defensa del Trabajo de Grado, titulado: "EVALUACIÓN DE SUSTRATOS A BASE DE FIBRA DE COCO Y CASACARILLA DE ARROZ EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) EN MATURÍN, ESTADO MONAGAS", por el Bachiller: **Hiljuan José Figuera Pérez, C.I. 21.340.001**. El jurado, luego de la discusión del mismo acuerda calificarlo como:

*aprobado*

Prof. Marden E. Vázquez D. MSc. C.I. 5.721.636 Jurado	César J. Rivero Quijada. MSc. C.I. 13.379.095 Jurado

Prof. Julio C. Royett S. MSc. C.I. 18.651.313 Tutor	Sr. Hiljuan José Figuera Pérez C.I. 21.340.001 'Estudiante

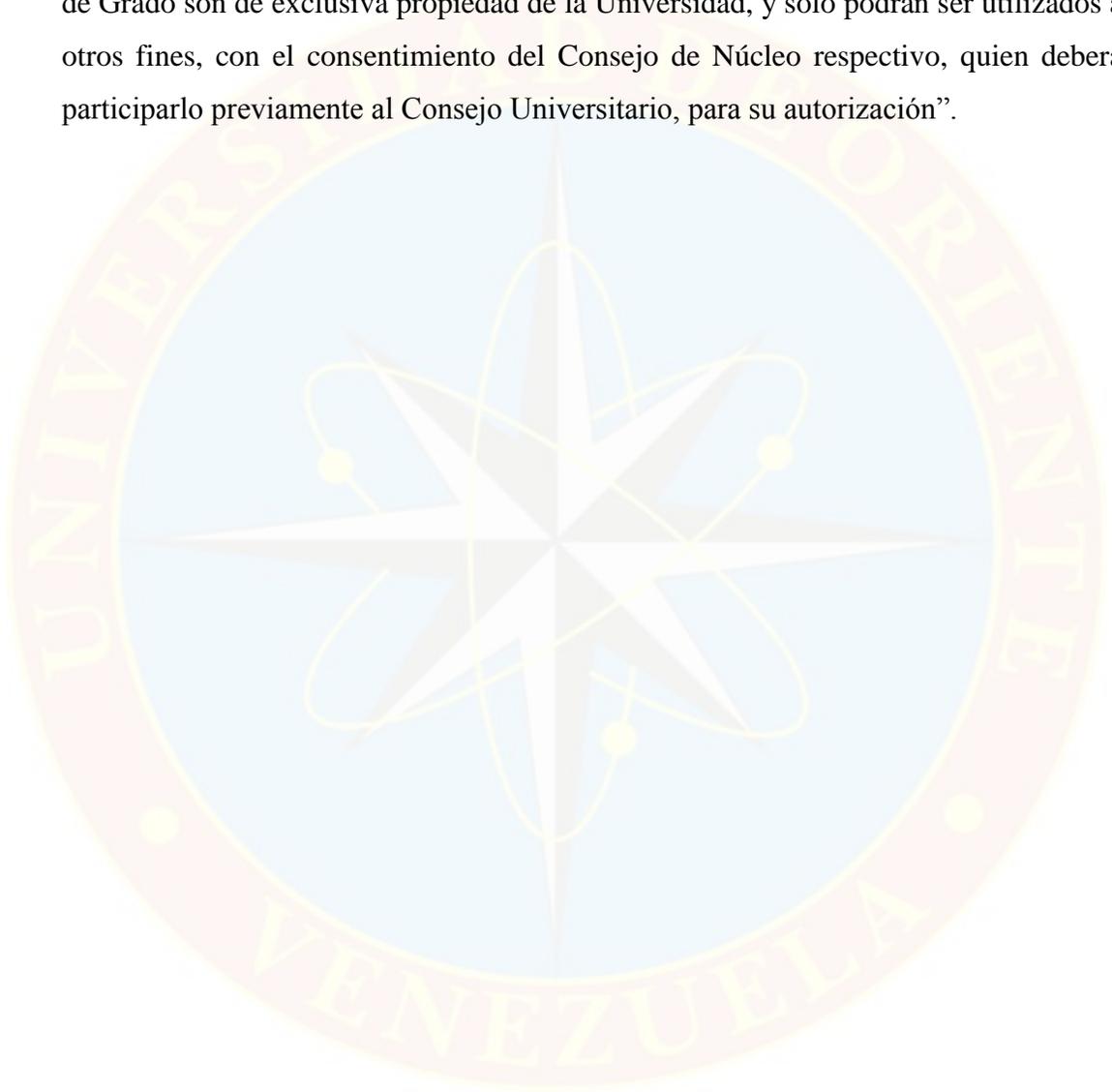
MSc. Elizabeth Prada Andrade C.I. 10.116.469 Comisión de Trabajo de Grado	MSc. Rosalia Carmen Bermúdez Yegues C.I. 9.924.433 Jefe Departamento de Ingeniería Agronómica

Según lo establecido en resolución de Consejo Universitario N° 034/2009 de fecha 11/06/2009 y Artículo 131 literal d del Reglamento de Trabajo de Grado de la Universidad de Oriente, esta acta está asentada en la hoja N° 360 del Libro de Actas de Trabajos de Grado del año 2011 del Departamento de Ingeniería Agronómica de la Escuela de Ciencias del Agro y del Ambiente y está debidamente firmada por los miembros del jurado, (los) tutor (es) y el estudiante.

**DEL PUEBLO VENIMOS / HACIA EL PUEBLO VAMOS**

## **RESOLUCIÓN**

De acuerdo al Artículo 41 del reglamento de Trabajos de Grado: “Los Trabajo de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad, y sólo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.



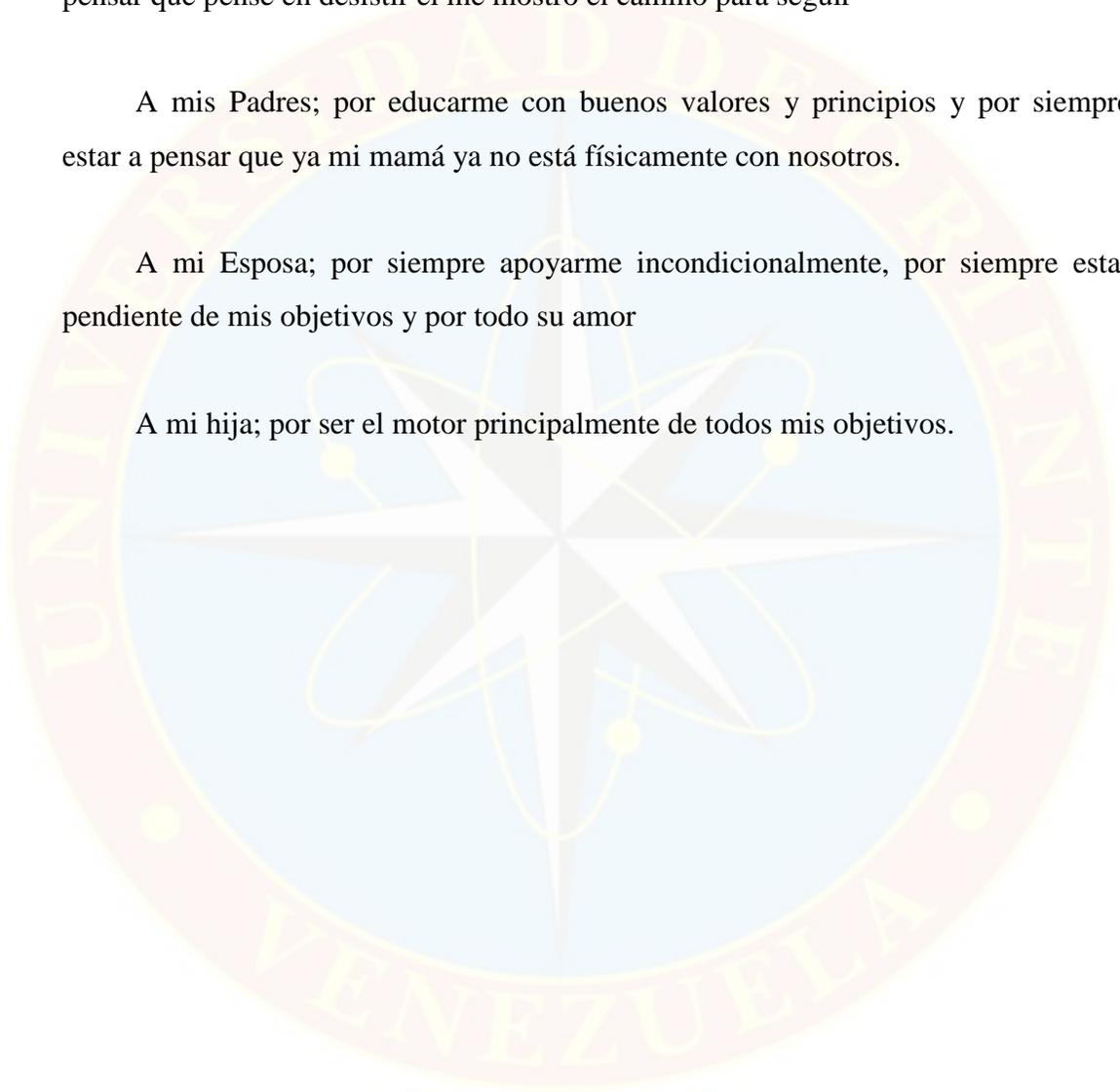
## **DEDICATORIA**

A Dios; por siempre bendecirme y guiarme por el camino del bien porque a pensar que pensé en desistir el me mostro el camino para seguir

A mis Padres; por educarme con buenos valores y principios y por siempre estar a pensar que ya mi mamá ya no está físicamente con nosotros.

A mi Esposa; por siempre apoyarme incondicionalmente, por siempre estar pendiente de mis objetivos y por todo su amor

A mi hija; por ser el motor principalmente de todos mis objetivos.



## AGRADECIMIENTO

A mi Dios; siempre mi Dios de primero por darme la vida y por ser el comandante de todos mis pasos, todo honor y toda gloria para ti mi señor.

A mis Bendiciones de Padres; Hilda Alicia Perez Da Silva la mejor mamá de mundo por todo su amor, por siempre estar porque a pesar que ya no se encuentra en este mundo sé que desde el cielo me sigue bendiciendo y a Juan Vicente Figuera Flores mi querido padre por siempre estar y por enseñarme buenos valores y principios para ser una persona de bien.

A mi Amada Esposa; Elianny Chacon por siempre estar en todo momento, por su apoyo incondicional y su amor infinito, por buscar siempre un motivo por el cual agradecer a dios y siempre motivarme,

A mi amada Hija; mi razón de ser Ehily Luchia Figuera por llegar a mi vida y ser el principal motor que me alimenta para seguir creciendo cada día.

Mi asesor; Msc Julio Royett por su apoyo y paciencia y por siempre enseñarme

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESOLUCIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS DEL APENDICE</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>4</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
<b>BASES TEORICAS</b> .....	<b>6</b>
Origen del tomate.....	6
Clasificación taxonómica.....	7
Descripción botánica.....	8
Raíz.....	8
El tallo.....	8
Hojas.....	9
Flor.....	9
Fruto.....	9
Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	10
Suelo.....	10
Temperatura.....	10
Altitud.....	11
Humedad relativa.....	11
Luminosidad.....	11
Trasplante.....	12
Riego.....	12
Plagas en tomate.....	13
Sustratos.....	13
Granulometría.....	14
Fibra de coco.....	15
Cascarilla de Arroz.....	15
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>17</b>
<b>UBICACIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>TRATAMIENTOS</b> .....	<b>17</b>

Preparación de los sustratos y mezclas .....	19
Metodología a utilizar para determinar las propiedades del sustrato .....	20
Propiedades físicas.....	20
Propiedades químicas.....	22
<b>DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>22</b>
<b>VARIABLE A EVALUAR EN LA GERMINACIÓN.....</b>	<b>22</b>
Variables evaluadas durante el crecimiento de las plántulas.....	23
Variables evaluadas cuando las plántulas fueron cosechadas: .....	24
Relación parte aérea/parte radicular (ITR): Es la relación entre la parte aérea (g) y la parte radicular (g). Se utilizaron los promedios por tratamientos de la de biombras a los 25 días después de la siembra. ....	24
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO: .....</b>	<b>25</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>PORCENTAJE DE GERMINACIÓN (%) EN LAS PLÁNTULAS DE TOMATE .....</b>	<b>26</b>
Altura de las plántulas (AT) .....	27
Longitud radical (LR).....	28
Diámetro del tallo (DT) .....	30
Número de hojas (NH).....	31
Área foliar (AF) .....	32
Biomasa fresca aérea (BFA).....	34
Biomasa fresca radical (BFR).....	35
Biomasa fresca total (BFT).....	36
Biomasa seca aérea (BSA) .....	38
Biomasa seca radical (BSR) .....	39
Biomasa seca total (BST) .....	40
Relación parte aérea/parte radicular (ITR) .....	42
Índice de calidad de desarrollo (IQD) .....	43
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>55</b>
<b>HOJAS METADATOS.....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

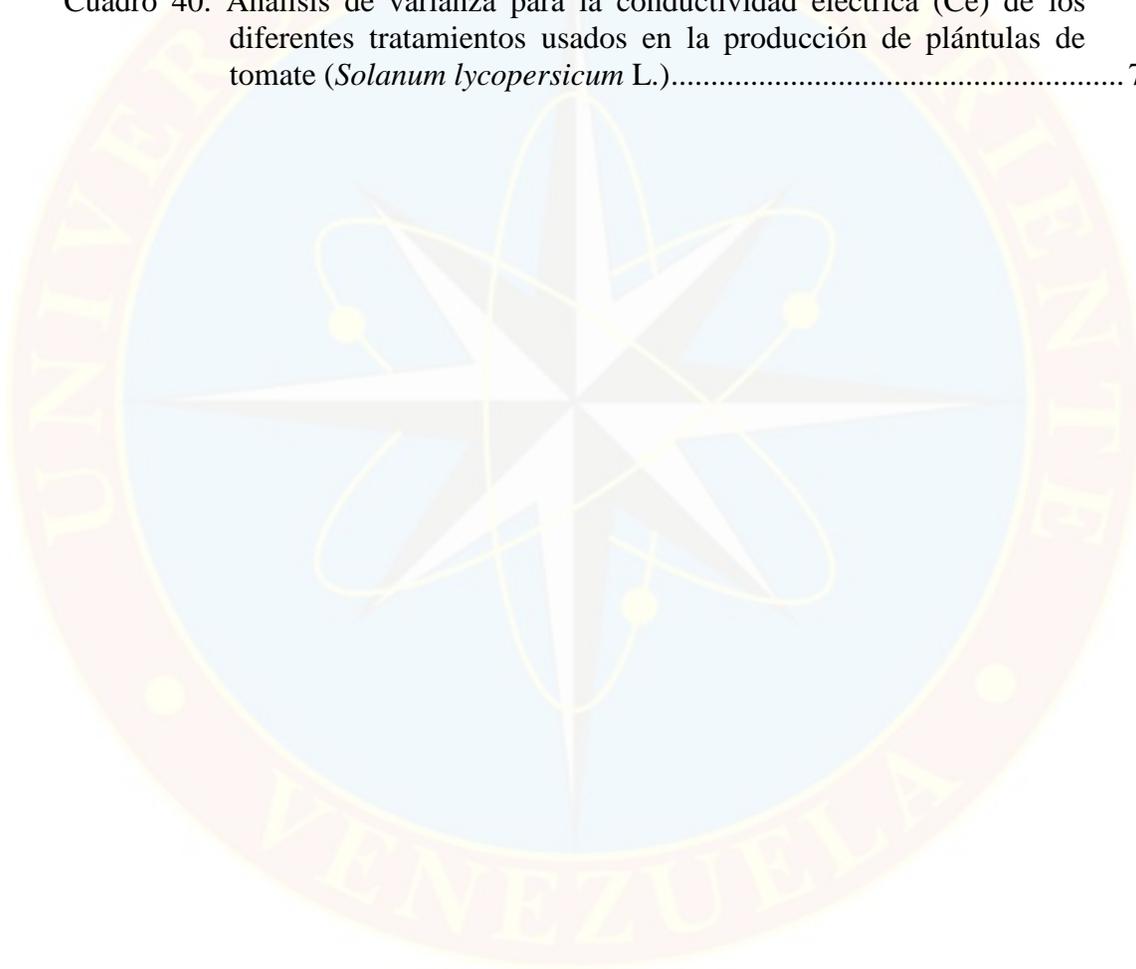
Cuadro 1. Tratamientos a utilizar, según el tamaño de las partículas y su proporción en porcentaje .....	18
Cuadro 2. Fórmula que se empleó para el cálculo de la variable de germinación .....	22
Cuadro 3. Porcentaje de germinación (PG) en las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	27
Cuadro 4. Altura de la planta en las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	28
Cuadro 5. Longitud radical en las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	29
Cuadro 6. Diámetro del tallo en las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	31
Cuadro 7. Número de hojas en las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	32
Cuadro 8. Área foliar en las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	33
Cuadro 9. Biomasa fresca aérea de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	35
Cuadro 10. Biomasa fresca radical de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	36
Cuadro 11. Biomasa fresca total de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	37
Cuadro 12. Biomasa seca aérea de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	39
Cuadro 13. Biomasa seca radical de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	40
Cuadro 14. Biomasa fresca total de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	41
Cuadro 15. Relación parte aérea/parte radicular de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	43
Cuadro 16. Índice de calidad de desarrollo (IQD) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	44

## ÍNDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro 1. Totales y promedios del porcentaje de germinación (PG) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 13 dds. ....	56
Cuadro 2. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación (PG) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 13 dds. ....	56
Cuadro 3. Totales y promedios de la altura de la planta (AP) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds.....	57
Cuadro 4. Análisis de varianza para la altura de la planta (AP) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds.....	57
Cuadro 5. Totales y promedios de la longitud radical (LR) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds.....	58
Cuadro 6. Análisis de varianza para la longitud radical (LR) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds.....	58
Cuadro 7. Totales y promedios del diámetro del tallo (DT) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds.....	59
Cuadro 8. Análisis de varianza para el diámetro del tallo (DT) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds.....	59
Cuadro 9. Totales y promedios del número de hojas (NH) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds.....	60
Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de hojas (NH) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds.....	60
Cuadro 11. Totales y promedios del área foliar (AF) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	61
Cuadro 12. Análisis de varianza para el área foliar (AF) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds.....	61
Cuadro 13. Totales y promedios de la biomasa fresca aérea (BFA) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	62
Cuadro 14. Análisis de varianza para la biomasa fresca aérea (BFR) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	62
Cuadro 15. Totales y promedios de la biomasa fresca radical (BFA) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	63
Cuadro 16. Análisis de varianza para la biomasa fresca radical (BFR) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	63
Cuadro 17. Totales y promedios de la biomasa fresca total (BFA) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	64
Cuadro 18. Análisis de varianza para la biomasa fresca total (BFT) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	64
Cuadro 19. Totales y promedios de la biomasa seca aérea (BFA) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	65

Cuadro 20.	Análisis de varianza para la biomasa seca aérea (BSA) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	65
Cuadro 21.	Totales y promedios de la biomasa seca radical (BFA) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	66
Cuadro 22.	Análisis de varianza para la biomasa seca radical (BSR) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	66
Cuadro 23.	Totales y promedios de la biomasa seca total (BFA) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	67
Cuadro 24.	Análisis de varianza para la biomasa seca total (BST) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	67
Cuadro 25.	Totales y promedios para la relación parte aérea/ parte radicular (ITR) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	68
Cuadro 26.	Análisis de varianza para la relación parte aérea/ parte radicular (ITR) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	68
Cuadro 27.	Totales y promedios para el índice de calidad de desarrollo (IQD) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	69
Cuadro 28.	Análisis de varianza para el índice de calidad de desarrollo (IQD) de las plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) a los 25 dds. ....	69
Cuadro 29.	Densidad aparente (Da) en g/cm <sup>3</sup> de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	70
Cuadro 30.	Análisis de varianza para la densidad aparente (Da) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	70
Cuadro 31.	Capacidad de retención de humedad (CRH) en % de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	71
Cuadro 32.	Análisis de varianza para la capacidad de retención de humedad de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	71
Cuadro 33.	Porosidad de aireación (PA) en % de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	72
Cuadro 34.	Análisis de varianza para porosidad de aireación (PA) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	72
Cuadro 35.	Porosidad total (PT) en % de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	73
Cuadro 36.	Análisis de varianza para la porosidad total (PT) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	73

Cuadro 37. Potencial de hidrógeno (pH) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	74
Cuadro 38. Análisis de varianza para el potencial de hidrógeno (pH) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	74
Cuadro 39. Conductividad eléctrica (Ce) en ds/m de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	75
Cuadro 40. Análisis de varianza para la conductividad eléctrica (Ce) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	75





**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE MONAGAS  
ESCUELA DE CIENCIAS DEL AGRO Y DEL AMBIENTE  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
MATURÍN, ESTADO MONAGAS**

**EVALUACION DE SUSTRATO A BASE DE MEZCLA DE FIBRA DE COCO  
Y CASCARILLA DE ARROZ EN LA PRODUCCIÓN DE PLASTULAS DE  
TOMATE**

**Junio, 2023**

**Autor: Hiljuan Jose Figuera Perez**

**Asesor: Julio Cesar Royett Salazar**

**RESUMEN**

El cultivo de plantas realizado en recipientes con sustratos presenta diferencias sustanciales con respecto del cultivo realizado en pleno suelo. En este ensayo el objetivo fue evaluar sustratos a base de mezclas de fibra de coco y cascarilla de arroz en la producción de plántulas de tomate, divididos previamente en cuatro fracciones granulométricas (0,5;1,2 y 2mm) y mezclados entre sí para un total de 10 tratamientos, con 3 repeticiones. A los 30 dds se realizaron las mediciones de las variables correspondientes. Adicionalmente se caracterizaron los sustratos. Se utilizó un Diseño bloques al azar (DBA). Los resultados indican que los tratamientos con mayores densidades son los correspondientes a la cascarilla de arroz, por otro lado la granulometría fina de los sustratos a base fibra de coco y cascarilla de arroz de manera que restringió la porosidad de aireación (menor 10%). los tratamientos T3,T6,T4 y T7 con granulometrías finas presentaron los mayores valores de retención de humedad. Así mismo en cuanto a las propiedades químicas los tratamientos T7,T6,T8 y T10 se encuentran dentro del rango óptimo de pH (6-7). La mayoría de los tratamientos cumplen con el valor recomendado para la CE (menor 1dS/m) a excepción del tratamiento T7. La germinación se vio favorecida por los sustratos con granulometría mayor a 1mm y mayor porcentaje de fibra de coco (tratamientos 8,10 y 5) en las que destacan su retención de humedad, porosidad total y reducida conductividad eléctrica, óptimas para la germinación. El diámetro, altura, área foliar y biomásas en el tratamiento 10 arrojaron los mejores resultados, seguido por el tratamiento 5 en algunas variables, debido a que estos presentaron mejor equilibrio entre las variables físicas del sustrato. Por ultimo el T10 y T5 han sido los dos tratamientos que han destacado positivamente en las variables previamente descritas en el IQD.

**Palabras clave:** granulometría, germinación, semillero, porosidad

## SUMMARY

The cultivation of plants carried out in containers with substrates presents substantial differences with respect to the cultivation carried out in full soil. In this trial, the objective was to evaluate substrates based on mixtures of coconut fiber and rice husk in the production of tomato seedlings, previously divided into four granulometric fractions (0.5; 1; 1.2 and 2mm) and mixed between yes for a total of 10 treatments, with 3 repetitions. At 30 days after sowing, the measurements of the corresponding variables were made. Additionally, the substrates were characterized. A randomized block design (DBA) was used. The results indicate that the treatments with the highest densities are those corresponding to rice husks, on the other hand the fine granulometry of the substrates based on coconut fiber and rice husks in a way that restricted the aeration porosity (less than 10%).. the treatments T3, T6, T4 and T7 with fine granulometries presented the highest values of moisture retention. Likewise, in terms of chemical properties, treatments T7, T6, T8 and T10 are within the optimum pH range (6-7). Most of the treatments comply with the recommended value for EC (less than 1dS/m) with the exception of the T7 treatment. Germination was favored by substrates with granulometry greater than 1mm and a higher percentage of coconut fiber (treatments 8, 10 and 5) in which their moisture retention, total porosity and reduced electrical conductivity stand out, optimal for germination. The diameter, height, leaf area and biomasses in treatment 10 yielded the best results, followed by treatment 5 in some variables, because these presented a better balance between the physical variables of the substrate. Finally, T10 and T5 have been the two treatments that have stood out positively in the previously described variables according to the IQD.

**Keywords:** granulometry, germination, seedbed, porosity.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el cultivo de hortalizas ha sufrido una evolución que incluye muchos cambios, esta situación se determina por una mayor especialización en las distintas áreas de trabajo. Como resultado de esta especialización ha existido un cambio en los métodos de siembra utilizados debido a la existencia de factores que limitan el desarrollo de los cultivos en el suelo natural; particularmente salinización, enfermedades y agotamiento de los suelos agrícolas, razón por la cual se ha dado un cambio gradual del método de siembra directa por el uso de semilleros, los cuales permiten la obtención de plántulas de alta calidad.

Una característica del uso de semilleros es que en el proceso de comercialización de plántulas se vende el sustrato en el que estas se producen, por lo que se genera una gran movilización física del recurso. Esta tecnología, en el caso del suelo ha llegado al punto de prescindir del mismo, generando el concepto de “sustrato” que no corresponde por definición a un suelo como tal, sino más bien, a un soporte que, usado en un contenedor, tiene características adecuadas para la producción de cultivos a gran escala y con alta calidad (Acosta-Durán, 2008), lo que conlleva a la necesidad de requerir de materiales renovables denominados sustratos, provenientes principalmente de explotaciones agrícolas e industriales (fibra de coco, aserrín de pino, cascarilla de arroz, cascarilla de café).

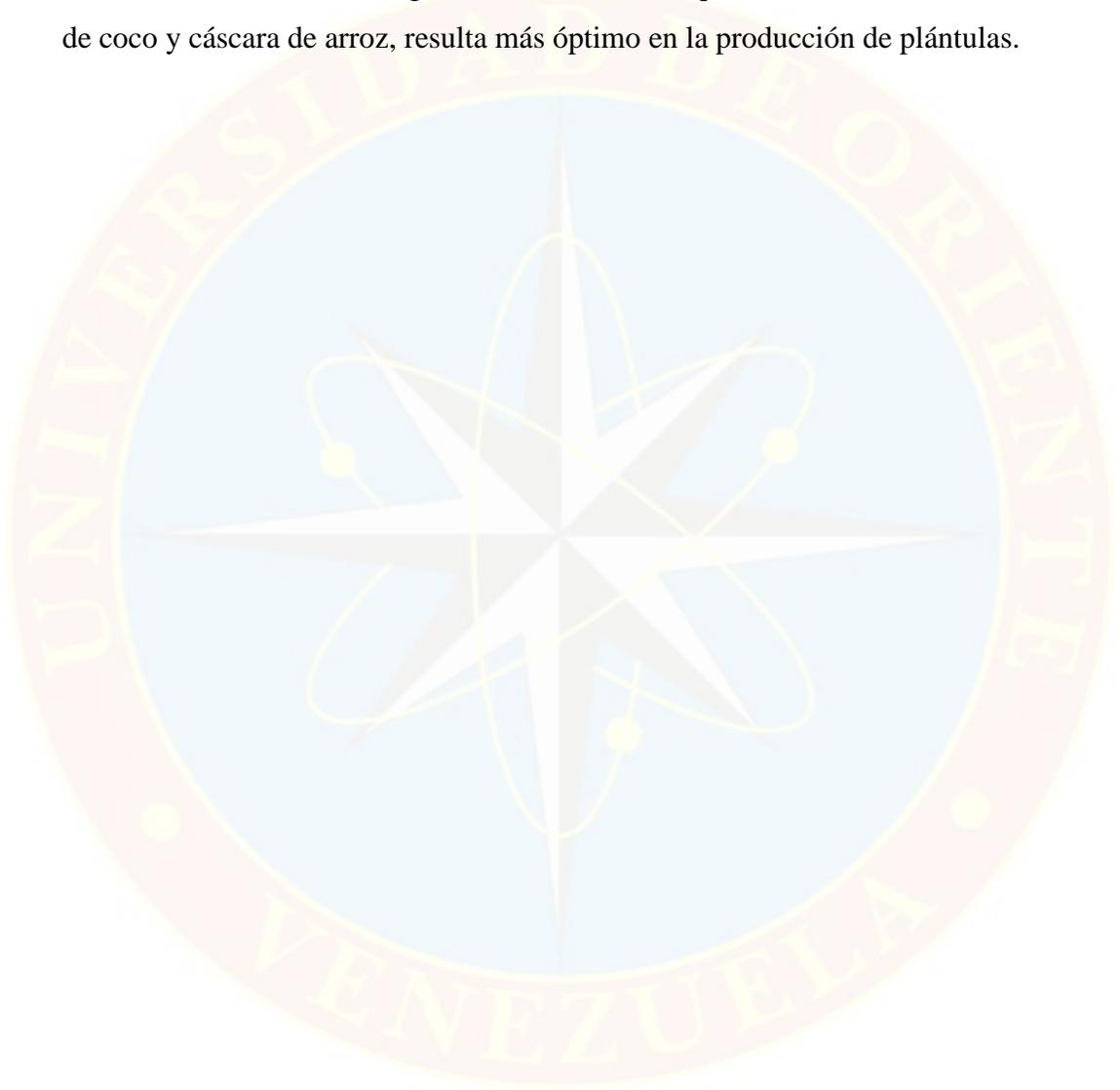
El cultivo de plantas realizado en sustratos presenta diferencias sustanciales con respecto del cultivo realizado en pleno suelo. Al cultivar en recipientes las características de este resultan decisivas en el crecimiento de la planta, ya que el volumen de sus raíces se ve directamente afectado por el tamaño del recipiente y la porosidad del sustrato, lo que limita su crecimiento, el volumen de sustratos es limitado y de él dependen la cantidad de oxígenos disponibles para las plantas. Por lo

anterior, es conveniente emplear sustratos con una elevada porosidad. Esta es la causa fundamental de que un suelo agrícola no pueda ser utilizado para el cultivo en contenedor (Acosta-Durán, 2008). Los sustratos permiten un control riguroso del ambiente radicular, particularmente de los aspectos relacionados con el suministro de agua y nutrientes para las plántulas (Abad, 1991).

No existen sustratos específicos que puedan ser empleados en todos los casos y en todas las especies. Raramente se utilizan para crecimiento de las plantas sustratos de un solo material, por lo que es difícil que se reúnan las características físicas y químicas adecuadas para un cultivo. Más difícil es, que un material solo se pueda usar con diferentes propósitos (Acosta-Durán, 2008). Esto permite concluir que para cada una de las condiciones y finalidades se requiere determinar el sustrato más apropiado empleando los materiales que se tengan disponibles.

Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba; sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible han comenzado a restringir su uso (Fernández *et al.*, 2006). La turba no está al alcance de muchos productores del medio rural. Sin embargo, la elección de un sustrato como se explicó anteriormente es trascendental. Entre los sustratos que se pueden conseguir como un subproducto de la empresa agroalimentaria, la fibra de coco reúne excelentes propiedades físicas y químicas, las cuales son las más próximas que se conocen para un sustrato ideal. Algunas características generales del sustrato de fibra de coco son las siguientes: buen equilibrio entre retención de agua y capacidad de aireación, evita la aparición de enfermedades fúngicas, pH estable y controlado, adecuado para la mayor parte de cultivos, gran capacidad de retención de agua y óptima mojabilidad, capacidad de intercambio catiónico. Adicionalmente es un Excelente corrector de errores de abonado, producto ecológico, relación calidad/precio competitivo. (ISPEMAR S.C.A,

2013). En este mismo sentido otro de los sustratos muy utilizados es la cascarilla de arroz la cual facilita el buen drenaje y la aireación, (Grist 1982). Aunado a esto ambos sustratos son de fácil adquisición en la región oriental de Venezuela. En función de esto se ha basado la investigación, en determinar que sustratos o mezclas entre fibra de coco y cáscara de arroz, resulta más óptimo en la producción de plántulas.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar sustratos a base de mezclas de fibra de coco y cascarilla de arroz en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L)

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el efecto de los sustratos a base de mezclas de fibra de coco y cascarilla de arroz en la germinación de las semillas tomate.
- Estudiar las propiedades físicas (densidad aparente, porosidad, retención de humedad, porosidad de aireación, densidad de las partículas) y químicas de los sustratos (pH y conductividad eléctrica).
- Evaluar el efecto de los sustratos sobre el crecimiento inicial (hasta los 25 días después de la germinación) de las plántulas de tomate.
- Determinar la calidad de las plántulas de tomate producidas en los distintos sustratos (índice de calidad de Dickson).

## MARCO TEÓRICO

### ANTECEDENTES

Los sustratos para efectos prácticos deben ser de fácil obtención en la zona y de bajo costo, generalmente son subproductos de actividades agrícolas, urbanas e industriales. En cuanto a estos aspectos destacan los materiales con mayor potencial de uso como componentes de sustratos alternativos para la producción de plántulas de hortalizas la fibra de coco, cascarilla de arroz, cascarilla y pulpa de café, aserrín de pino y humus sólido. Con la finalidad de caracterizar y estudiar estos materiales se han realizado ya varias investigaciones. Entre las cuales se puede mencionar la realizada por Royett (2013) el cual estudio la fibra de coco, cascara de café, aserrín de pino y mezclas de estos, utilizando como testigo el sustrato comercial (turba), sobre el desarrollo vegetativo de plántulas de tomate. Determinando que los materiales fibra de coco y cáscara de café son similares a la turba en cuanto a sus propiedades físicas y químicas. Sin embargo, el aserrín de pino tuvo limitaciones en relación a la porosidad de aireación (22%), densidad aparente (0,19g/cm<sup>3</sup>) y pH (3,9).

Por otro lado, las mezclas presentaron limitaciones en cuanto a: porosidad total, densidad aparente, capacidad de retención de humedad y pH. Otra investigación que puede ser considerada para el desarrollo de esta investigación es la realizada por Caraballo (2016) evaluó el efecto de pulpa de café, humus sólido y aserrín de pino sobre la producción de plántulas de hortalizas, determinando que los sustratos que mejor comportamiento dieron en la producción de plántulas para el cultivo de tomate fueron los sustratos: humus sólido, humus solido + pulpa de café y pulpa de café. Sin embargo, en el caso de plántulas de ají dulce fue la pulpa de café, con mejor índice de calidad de plántulas. Concluyó que los materiales con mayor potencial de uso como

componentes de sustratos son en orden decreciente: pulpa de café, humus sólido y aserrín de pino.

Es importante no solo estudiar los sustratos disponibles en la zona, sino también los tratamientos físicos (repicado y tamizado) que puedan mejorar sus propiedades físicas, debido a que, en caso de no aprovechar aquellos sustratos que presentan limitaciones en sus propiedades físicas (drenaje o retención de humedad excesiva o deficiente), estos generarían problemas ambientales relacionados con la eliminación de sus residuos. En este sentido se han realizado estudios del efecto del tamaño de partícula de los sustratos (granulometría) sobre la producción de plántulas. Gómez (2018) evaluó el efecto de la granulometría de la fibra de coco como sustrato para la producción de plántulas de ají dulce (*Capsicum chinense*) tipo "Jobito", concluyendo, que los mejores tratamientos de acuerdo a las variables evaluadas fueron la fibra larga (>2mm) más fibra mediana (1,2-2-mm) mezcladas en iguales proporciones y la fibra mediana sin mezclar, debido a que aportaron los resultados más favorables en cuanto a germinación (99%), número de hojas (5), altura de las plántulas (7,3cm) y desarrollo radicular (8,7cm). Sin embargo el polvo de coco (<1mm) presentó restricciones en cuanto a la aireación (8,9%) del sustrato. Considerando estos resultados de los sustratos se busca optimizar la relación agua-aire del mismo, esto con el fin de estandarizar el tamaño de las partículas de la fibra de coco y así obtener un sustrato ideal para la producción de plántulas.

## **BASES TEORICAS**

### **Origen del tomate**

El origen del tomate se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. Probablemente desde allí fue llevado a Centroamérica y México donde se domesticó y ha sido por siglos parte básica de la dieta alimenticia.

Fue llevado por los conquistadores a Europa desde Tenochtitlán, donde se le conocía como xitomatl, "fruto con ombligo" (de donde proviene el nombre actual en muchos estados de México, jitomate). Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (Monardes, 2009).

### **Clasificación taxonómica**

Argerich y Gaviola (1995) aclaran que el nombre científico del tomate ha sido discutido durante muchos años y aún no es clara su denominación, ya que es dual. Originariamente Linneo lo había bautizado con el nombre de *Solanum lycopersicon*, pero posteriormente Miller en 1768 propuso el nombre de *Lycopersicon esculentum* y fue bastante aceptado por más de un siglo. Sin embargo otro botánico llamado Karsten en 1900 sugirió que *Lycopersicon lycopersicum* debía ser el nombre más apropiado.

Tropicos (2023), clasifica la taxonomía y detalla la morfología siguiente:

Reino: Plantae.

Subreino: Tracheobionta.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae.

Género: *Solanum*.

Especie: *Solanum Lycopersicum* L.

## **Descripción botánica**

De acuerdo con Hernández (2011), las plantas de tomate son herbáceas perennes, aunque en su hábitat natural muy probablemente se comportan como anuales y pueden morir después de la primera estación de crecimiento debido a las heladas o la sequía. Las hojas son pinnadas con 2-6 pares de folíolos opuestos o subopuestos, sésiles, subsésiles o pecioladas. La inflorescencia básica es una cima con diferentes patrones de ramificación (mono, di y policotómico), y con o sin brácteas axiales, contando con tres nudos entre cada inflorescencia. Las flores son típicamente amarillas, las anteras están unidas lateralmente para formar un cono en forma de botella con una punta alargada estéril en el ápice (excepto en *S. pennellii*). Los sistemas de polinización han jugado un papel importante en la evolución de la naturaleza especies de tomate, que van desde alógamas auto-incompatible, a facultativos alógamas, y de auto-compatible, a autógamas y auto-compatible. El tamaño del fruto, el color y pubescencia son variables, al igual que el tamaño de las semillas, el color y el desarrollo de las paredes radiales de las células de la testa. Las frutas son bayas generalmente biloculares en las especies silvestres, y bilocular o multiloculares en las variedades cultivadas.

### **Raíz**

Las plantas de tomate, tienen un sistema radical compuesto por una raíz principal o pivotante, de la que se originan raíces laterales y fibrosas pudiendo lograr los 1.5 m de radio (Rodríguez y Morales, 2007).

### **El tallo**

Es típico de las plantas herbáceas, cuya forma es cilíndrica y erecta en sus primeras fases de crecimiento y se vuelve decumbente y angular posteriormente, en

su superficie está recubierta por pelos angulares, los cuales segregan una sustancia viscosa de color verde amarillenta. El tamaño varía según las características genéticas de cada variedad, encontrándose tallos de 30cm y hasta de 3m de altura (Rodríguez y Morales, 2007).

### **Hojas**

Las hojas son pinnadas compuestas, pudiendo medir unos 50cm de largo y un poco menos de ancho, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales. Los foliolos son peciolados y lobulados irregularmente, pilosos y aromáticos (Rodríguez y Morales, 2007).

### **Flor**

La flor del tomate es perfecta. Consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”, La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas. Se precisan de 56-76 días desde el nacimiento de la planta hasta que se inician los botones florales. (Escalona *et al.*, 2009)

### **Fruto**

El fruto es una baya carnosa, dividida en su interior en 2 a 18 lóculos (5 a 10 en los cultivares comerciales del tipo de fruta grande). Presenta una variación en tamaño

entre cultivares desde 1.5 hasta 15 centímetros de diámetro. La superficie del fruto es lisa o lobulada, y brillante al madurar. El fruto bien joven presenta en su superficie una leve vellosidad que 1 km luego desaparece. Su forma usualmente es globosa o deprimida en uno de los extremos (oblada), pero existen los de forma casi cuadrada, alargada, ovalada, en forma de pera (piriforme) o variantes de las formas antes mencionadas (Fornaris, 2007)

### **Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

#### **Suelo**

El tomate prospera bien en una gran gama de suelos, pero se consideran de óptima calidad para la obtención de buenos rendimientos aquellos que son fértiles, profundos y que poseen un buen drenaje. Los suelos francos o franco-arcillosos, con alta capacidad de retención de humedad se recomiendan cuando la precocidad no es importante. El rango del pH varía entre ligeramente ácido (5,5) a reacción neutra (7,0). (INIA, 2005).

El tomate tolera la acidez y crece adecuadamente en pH de 5,0 a 6,8. Es medianamente tolerante a la salinidad, con valores máximos de 6400 ppm (10 mmho) (Infoagro Systems S.L. 2016).

#### **Temperatura**

La temperatura óptima de desarrollo del cultivo oscila entre 20 °C y 30 °C durante el día y entre 10 °C y 17 °C durante la noche. Temperaturas superiores a los 30 °C reducen la fructificación y la fecundación de los óvulos, afectan el desarrollo de los frutos y disminuyen el crecimiento y la biomasa de la planta. Las plantas de tomate se desarrollan mejor con temperaturas de entre 18 °C y 24 °C. Temperaturas

diurnas inferiores a 12-15 °C pueden originar problemas en el desarrollo de la planta, mientras que temperaturas diurnas superiores a 30 °C e inferiores a 12 °C afectan la fecundación (Díaz 2007).

Durante el proceso de respiración se consumen los carbohidratos que se producen durante la fotosíntesis y se eliminan en forma de CO<sub>2</sub>, este proceso se realiza durante el día y la noche. Es importante mantener bajas tasas de respiración por lo que es importante evitar temperaturas altas (mayores a 32°C) (Muñoz-Ramos, J., 2009).

### **Altitud**

El tomate puede cultivarse desde los 20 a los 2000 msnm tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido. (Pérez *et al.* S.f).

### **Humedad relativa**

Allende (2017), menciona que la humedad relativa para el desarrollo del tomate oscile entre 60 y 80%. INIA (2017), Considera que humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas que, además, dificultan la fecundación debido a que el polen se compacta abortando parte de las flores.

### **Luminosidad**

La luminosidad en el cultivo de tomate cumple un rol importante, más allá del crecimiento vegetativo de la planta, ya que el tomate requiere de al menos 6 horas diarias de luz directa para florecer (Allende, 2017).

## **Trasplante**

La edad de trasplante oscila alrededor de los 25 a 35 días, dependiendo principalmente del tipo de bandeja (tamaño de alveolos), por lo que trabajos realizados en producción de plantulas reportan edades comprendidas dentro de ese rango (Royett 2013; Gomez 2018).

## **Riego**

Esta es una práctica común en el cultivo del tomate en el país, debido a que se siembra en época de verano, en las zonas de alta precipitación, y en las regiones áridas y semiáridas del país, donde la precipitación es escasa. La frecuencia o intervalo del riego se establece de acuerdo con el clima (temperatura), tipo de suelo y de la etapa de desarrollo en que se encuentre el cultivo. En general, los riegos en la primera fase de desarrollo, después del trasplante, deben ser más frecuentes (cada tres o cuatro días) hasta que haya una regeneración de las raíces; luego, un riego semanal es suficiente hasta el término del cultivo. Los períodos críticos de riego en el cultivo son: trasplante, polinización de la flor y maduración del fruto (INIA, 2005).

En el cultivo de tomate los coeficientes presentan valores cercanos a los 0,8 de la evapotranspiración en la etapa de plena producción, lo cual indica que el cultivo requiere de cantidades moderadas de agua (FAO,2013). Por cada 33.88 kg de fruto fresco de tomate se necesitan un metro cubico de agua, lo cual es importante porque algunos hídricos pueden utilizarse en zonas donde se presentan problemas de agua (Carrillo-Cruz *et al.*, 2003) por otra parte Álvarez *et al.* (2011) menciona que los regados con menor cantidad de agua presentan el mayor peso y la mejor calidad. La lámina de riego 0.87 presentó los mejores resultados en áreas foliar y masa de frutos. El riego con altos cantidades de sales está afectando negativamente la masa promedio de los frutos (Balaguera-Lopez *et al.*, 2009).

## **Plagas en tomate**

Uno de los problemas que más afecta la producción de tomate es el control de plagas y enfermedades. No solo por aumentar los costos del cultivo sino que también ocurre cierta resistencia a los productos químicos por parte de las plagas cuando estas son controladas aceptablemente con los mismos productos años atrás (Alarcón y Bolkan, 1994). A esto se debe agregar el mal manejo de agroquímicos y fertilizantes que han provocado una ecotoxicidad general del medio ambiente (Alvarado M, Solano J, 2002).

## **Sustratos**

Dentro de los aspectos a considerar para propagar y desarrollar exitosamente plantas en vivero, la selección y el manejo del sustrato a emplear es uno de los más importantes (Hidalgo *et al.*, 2009).

El término “sustrato”, que se aplica en la producción en vivero, se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radical (Pastor, 2000).

El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Barros, 1997). La producción de sustratos está orientada en conseguir la posibilidad de aprovechar como sustrato hortícola la diversidad de materiales disponibles en nuestro entorno está supeditada a un buen conocimiento de sus propiedades, ya que a partir de éste es posible saber el tipo de preparación que se requiere previo a su uso, sus aplicaciones y las técnicas de manejo pertinentes (FAO, 2013)

## Granulometría

Es necesario tener un sustrato de buena calidad, ya que este se considera como un factor importante en la de producción de plántulas de hortalizas bajo condiciones protegidas. La relación agua-aire en los sustratos varía de acuerdo al tamaño de las partículas que predominen en su composición, siendo uno de los factores que definen el tamaño de los poros situados entre ellas. La información que brinda el análisis granulométrico, está relacionada a los poros interpartículas, sin embargo, a menudo los que más influyen en la relación agua-aire son los poros intrapartícula que dependen de las diversas morfologías de los poros de cada material que pueden ser estudiados mediante ecografías, microscopía y que no son evidenciados en el análisis granulométrico.

Por ello, para un mismo material la información de cada intervalo de tamaño es altamente asociada con la relación agua-aire, sin embargo, puede no cumplirse para la misma fracción granulométrica en otro material. (Vence 2012). De esta manera, Royett (2013) A reportado que la selección granulométrica de la fibra de coco modifica significativamente los parámetros físicos (densidad aparente, porosidad, retención de humedad y aireación) afectando así el desarrollo de las plántulas producidas, donde la mayor altura, diámetro y número de hojas se encontró en las del tratamiento polvo de coco y fibra corta. Así mismo, Prado (2016), estudio las mismas fracciones granulométricas mencionadas anteriormente, con dos fuentes de fertilización completa (18-18-18 y 20-20-20), confirmando que la granulometría del sustrato modifica las propiedades físicas, ya que el polvo de coco presento la mayor densidad aparente ( $0,221\text{g/cm}^3$ ), menor porosidad y mayor retención de humedad, en comparación con la fibra larga, la cual obtuvo la densidad más baja, mayor valor de porosidad (77%) en cuanto a la retención de humedad, obtuvo el menor valor con 19,04%. Permitiendo inferir posibles problemas de lavado de nutrientes y no aprovecharlos para el desarrollo de las plántulas.

### **Fibra de coco**

El residuo de la fibra de coco como sustrato de cultivo ha sido utilizado con éxito. Las razones de su utilización son sus extraordinarias propiedades físicas, su facilidad de manejo y su carácter ecológico. La turba del coco pertenece a la familia de las fibras duras como el henequén. Se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño, que posee baja conductividad, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua (Paulitz, 2001). Por lo anterior se han realizado numerosos trabajos sobre su uso en la producción de plántulas de hortalizas obteniendo óptimo desarrollo.

Algunas características generales del sustrato de fibra de coco son las siguientes: buen equilibrio entre retención de agua y capacidad de aireación, evita la aparición de enfermedades fúngicas, pH estable y controlado, adecuado para la mayor parte de cultivos, gran capacidad de retención de agua y óptima mojabilidad, capacidad de intercambio catiónico. Excelente corrector de errores de abonado, producto ecológico, relación calidad/precio competitivo. (ISPEMAR S.C.A, 2013).

### **Cascarilla de Arroz**

Es un sustrato orgánico de baja descomposición por su alto contenido de sílice, que le confiere a las plántulas resistencia contra insectos y patógenos y favorece el drenaje y la aireación. Se recomienda su uso en mezcla hasta en un 30 %. Las cáscaras deben ser fermentada, cocinada o carbonizada antes de ser utilizada, para evitar la germinación de las semillas que pueda contener (Calderón, 1989).

La cascarilla seca constituye un sustrato excepcionalmente liviano con una densidad de solo 0,12 kg/l, al quemarlo genera una enorme cantidad de ceniza (12%) de color blanco, gris, y aún rosa, de textura granular, constituida en un 90% por estructura de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) similares al cuarzo, este elemento contribuye a dar a la

cascarilla algunas de sus mejores propiedades. Como sustrato en condiciones continuamente de humedad y saturado de solución nutriente tarda de dos a tres años en perder su contextura física (Zarp, 1991).

Calderón (1989), agrega que para utilizar la cascarilla de arroz es necesario realizar una buena fermentación para lavar ciertos almidones, que pueden traer problemas posteriores en la producción. Se consigue la fermentación mojando constantemente la cascarilla y removiendo para facilitar la acción del oxígeno por lo menos una semana seguida.

Entre los usos de la cascarilla de arroz Grist (1982), señala que sirven para camas de los establos, como abono, como medio de sostén para el cultivo de hortalizas en hidroponía y como acondicionador del suelo. Sin embargo, el mismo autor manifiesta que, puede presentar problemas de residuos de cosechas, principalmente de herbicidas, así como dificultad en su humedecimiento inicial y para conservarlo húmedo homogéneamente, cuando se utiliza como único sustrato. Es un sustrato orgánico de baja descomposición, que le confiere a las plántulas resistencia contra insectos y patógenos y favorece el drenaje y la aireación. Se recomienda su uso en mezcla hasta en un 30 %. Las cáscaras deben ser fermentada, cocinada o carbonizada antes de ser utilizada, para evitar la germinación de las semillas que pueda contener (Zarp, 1991).

La cascarilla de arroz no tiene valor como alimento para el humano, no solo por ser pobre en nutrientes, sino también porque su alto contenido de silicio lo hace dañina para los órganos digestivos y respiratorios de los animales. A veces la cascarilla se utiliza para camas de los establos, como abono, como medio de sostén para el cultivo de hortalizas en hidroponía y como acondicionador del suelo. (Grist, 1982).

## **METODOLOGÍA**

### **UBICACIÓN**

La investigación se realizó en la parroquia Alto de los Godos, Maturín, estado Monagas, localizado en las coordenadas geográficas LN 9°43'36", LO 63°11'78", a una altitud promedio de 70 msnm en una estructura de metal cubierta con un material transparente en el techo para garantizar buena luminosidad y los laterales con mallas antiafidos, sobre piso de concreto, con la finalidad de brindar protección de agentes climatológicos adversos como viento y lluvia; protección fitosanitaria preventiva, aislando las plántulas de focos de contaminación externa; mejorar las condiciones ambientales para favorecer la germinación de manera que el sustrato seleccionado y su grado de humedad se mantengan constantes. Las bandejas estuvieron dispuestas sobre una mesa con el fin de aislar las plantas del suelo, proveer fácil drenaje y ventilación. La caracterización de sustratos empleados y medición de variables vegetativas de las plántulas se llevó a cabo en el laboratorio de suelos del departamento de agronomía, Campus Guaritos.

### **TRATAMIENTOS**

Para este ensayo se seleccionaron dos materiales: Fibra de Coco (Obtenida de los expendios de ventas de bebidas de coco) y cascara de arroz (Proveniente del estado Guárico) para las mezclas calculadas en base a volumen. Los tratamientos a utilizar se describen a continuación en el Cuadro 1.

De los frutos de coco secos se extrajo la fibra del meso carpo de las cáscaras de coco, esta al igual que la cascara de arroz, se repicaron en el laboratorio de suelos con una repicadora de martillo, potencia 3 HP, rotación 3500 rpm Marca DP Junior. Estos sustratos se dejaron expuestos al ambiente, pero protegidos de la radiación directa, durante tres días para permitir su secado al aire.

La granulometría se realizó por tamizado vía seca. Los materiales previamente secados al aire, se pasaron por tamiz con malla de 5,0 mm para homogenización; en seguida, se pasaron por un juego acoplado de tamices, y agitado de forma automática por cinco minutos obteniendo varios tipos de fibras.

**Cuadro 1. Tratamientos a utilizar, según el tamaño de las partículas y su proporción en porcentaje**

Trata	Material	Propo
T1	CA (1-1.2mm+1.2-2mm)	50:50
T2	FC (1-1.2mm+1.2-2mm)	50:50
T3	CA (T1+<0.5mm)	60:40
T4	CA (T1+0.5-1mm)	60:40
T5	CA (T1+>2mm)	60:40
T6	FC (T2+<0.5mm)	60:40
T7	FC (T2+0.5-1mm)	60:40
T8	FC (T2+>2mm)	60:40
T9	CA+FC (T1+T2)	60:40
T10	CA+FC (T1+T2)	40:60

- T1: 50 por ciento de partículas de 1 a 1.2mm de cascarilla de arroz más 50 por ciento de partículas de 1,2 a 2mm de cascarilla de arroz.
- T2: 50 por ciento de partículas de 1 a 1.2mm de fibra de coco más 50 por ciento de partículas de 1,2 a 2mm fibra de coco.
- T3: 60 por ciento de partículas del tratamiento 1 más 40 por ciento de partículas <0,5mm de cascarilla de arroz.
- T4: 60 por ciento de partículas del tratamiento 1 más 40 por ciento de partículas de 0,5 a 1mm de cascarilla de arroz.
- T5: 60 por ciento de partículas del tratamiento 1 más 40 por ciento de partículas >2mm de cascarilla de arroz.
- T6: 60 por ciento de partículas del tratamiento 2 más 40 por ciento de partículas <0,5mm de fibra de coco.
- T7: 60 por ciento de partículas del tratamiento 2 más 40 por ciento de partículas de 0,5 a 1mm de fibra de coco.

- T8: 60 por ciento de partículas del tratamiento 2 más 40 por ciento de partículas >2mm de fibra de coco.
- T9: 60 por ciento de partículas del tratamiento 1 más 40 por ciento de partículas del tratamiento 2.
- T10: 40 por ciento de partículas del tratamiento 1 más 60 por ciento de partículas del tratamiento 2.

### **Preparación de los sustratos y mezclas**

Para la obtención de los sustratos que conformaron los tratamientos se dejó secar los cocos y las cascarillas de arroz durante 7 días al sol, una vez secos se procedieron a moler en la trituradora del laboratorio de suelos, en el campus Los Guaritos de la UDO. Después de haber molido los sustratos, estos se pasaron por diferentes tamices con ayuda de la mezcladora con el fin de obtener las granulometrías correspondientes a evaluar. Al final se mezclaron las diferentes granulometrías de sustratos para conformar cada tratamiento.



**Figura 1. A) Cascarilla de arroz antes de triturar C) Coco triturado**

## **Metodología a utilizar para determinar las propiedades del sustrato**

### **Propiedades físicas**

Se utilizó la propuesta metodológica descrita por Pire y Pereira (2003). Para esto se prepararon porómetros (cilindros de volumen conocido), con los cuales determinamos: porosidad total (PT), porosidad de aireación (PA), capacidad de retención de humedad (CRH), densidad aparente (DA) y densidad de partículas (DPA).

A continuación, se describen los procedimientos empleados para determinar las variables a evaluar:

Los porómetros consisten cada uno en cilindros o secciones de tubo plástico (PVC) de 7,62 cm de diámetro (3 pulgadas) y 15 cm de altura. En uno de los extremos se fijó con pegamento una tapa plástica, en la cual se perforaron seis orificios de 5 mm de diámetro en forma equidistante a lo largo de su borde perimetral. En el otro extremo del cilindro se colocó un conector o anillo plástico, sin fijar. Para operar, este dispositivo se colocó en forma vertical con la tapa perforada hacia abajo. Primeramente, el sustrato se colocó dentro del porómetro hasta su máxima capacidad permitiendo su asentamiento, dejándolo caer en tres oportunidades desde 7,5 cm de altura sobre una mesa de madera, en cada oportunidad se rellenó el cilindro con sustrato adicional hasta su borde superior.

Posteriormente, los cilindros con el sustrato se colocaron en un recipiente con agua cuyo nivel alcanzó justo por debajo del borde superior de forma de forzar el humedecimiento de la muestra desde los orificios del fondo, permitiendo a su vez la salida libre del aire por la cara superior, dejándolos en el agua hasta 24 horas para permitir la saturación de la muestra. Este humedecimiento produjo un asentamiento

adicional en el sustrato por lo que al extraer los cilindros del agua se removió el anillo de la parte superior del porómetros y se eliminó el exceso de sustrato enrasándola con el borde del tubo. Luego, se sujetó un pedazo de tela porosa con una banda de goma para cubrir el extremo expuesto de la muestra.

Cada cilindro se colocó de nuevo en agua, esta vez sumergiéndolo por completo, y se extrajo luego de 10 minutos, repitiéndose la operación un par de veces para permitir la saturación total de la muestra. Después de un período de 30 minutos se colocaron tapones en cada uno de los orificios del fondo y la muestra se extrajo definitivamente del agua. Posteriormente se colocaron verticalmente sobre un recipiente, se removieron los tapones y se midió el volumen de agua ( $V_a$ ) que drenó en un período de 10 minutos. La muestra húmeda se extrajo de los cilindros y se tomó su peso ( $PH$ ); se colocó en estufa a 105 °C durante 24 horas para obtener su peso seco ( $PS$ ). Se realizaron los cálculos para las determinaciones de las propiedades físicas de los sustratos, mediante las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 \text{Porosidad total(\%)} &= \frac{V_a + \frac{PH - PS}{P_a}}{V_c} \times 100 \\
 \text{Porosidad de aireación(\%)} &= \frac{V_a}{V_c} \times 100 \\
 \text{Capacidad de retención de agua (\%)} &= \frac{PH - PS}{V_c} \times 100 \\
 \text{Densidad aparente (Mg/m}^3\text{)} &= \frac{PS}{V_c} \\
 \text{Densidad de partículas (Mg/m}^3\text{)} &= \frac{D_a}{1 - \frac{PT}{100}}
 \end{aligned}$$

Dónde:

**V<sub>a</sub>**= volumen drenado (cm<sup>3</sup>)

**PH**= peso húmedo de la muestra (g)

**PS**= peso seco d la muestra (g)

**P<sub>a</sub>**= peso específico del agua (1 g\*cm<sup>3</sup>)

**V<sub>c</sub>**= volumen del cilindro (cm<sup>3</sup>)

### Propiedades químicas

Se determinaron las siguientes propiedades químicas:

- **pH:** se prepararon muestras en proporción 1:5 (10 g de sustrato en 50 ml de agua destilada) las cuales se agitaron de forma mecanizada durante 1 minuto, se dejó reposar 15 minutos y se repitió el proceso una vez más y posterior a esto se midió cada muestra con un potenciómetro.
- **Conductividad Eléctrica (CE):** se prepararon muestras en proporción 1:5 (10 g de sustrato en 50 ml de agua destilada) las cuales se agitaron de forma mecanizada durante 1 minuto, se dejó reposar 15 minutos, se repitió el proceso una vez más y luego se midió cada muestra con un conductímetro.

### DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó Diseño bloques al azar (DBA) con cuatro repeticiones, lo que arrojó un total de 40 unidades experimentales (UE). Cada unidad experimental estuvo constituida por 40 plántulas de las cuales solo las hileras centrales fueron consideradas para las evaluaciones. En total el ensayo estuvo constituido por 1600 plántulas.

### VARIABLE A EVALUAR EN LA GERMINACIÓN

Se determinó el porcentaje de germinación mediante la siguiente fórmula (PG),

**Cuadro 2. Fórmula que se empleó para el cálculo de la variable de germinación**

Porcentaje de germinación	$PG = (N / N_0) * 100$	%
---------------------------	------------------------	---

### **Variables evaluadas durante el crecimiento de las plántulas**

Las evaluaciones se realizaron a los 25 días después de la siembra (dds), se midió: altura y número de hojas en las plántulas. Las plántulas se retiraron de las bandejas y fueron lavadas con agua corriente para la remoción del sustrato adherido a las raíces. Luego se cortaron las plántulas en la región del cuello y separadas en parte aérea y raíces. Se procedió al conteo del número de hojas por plántula, y a la medición de la altura de la parte aérea (cm), volumen radical (cm<sup>3</sup>), la longitud de las raíces (cm) con la ayuda de una regla graduada y, como parámetros de calidad: índice de esbeltez, índice de lignificación e índice de calidad de desarrollo de Dickson (IQD). Posteriormente, la parte aérea y las raíces se introdujeron en bolsas de papel y se pesaron en una balanza digital. Luego se introdujeron en la estufa a 70 °C, por 72 h. Luego se extrajeron y se pesaron para la obtención de la biomasa seca de la parte aérea (vástago) y raíces (g), (Royett, 2013).

**Altura de la plántula:** Se realizó con una regla convencional en la cual se midió en centímetros la altura de 10 plántulas por tratamiento desde la base del tallo hasta la yema apical de la misma, esto se realizó a los 25 días después de la siembra, para evaluar el efecto de los tratamientos.

**Diámetro del cuello:** Se realizó con la ayuda de un vernier a nivel del cuello de las plántulas expresándolo en centímetros. Esto se realizó a los 25 días después de la siembra, para evaluar el efecto de los tratamientos.

**Número de hojas por plántula:** Se realizó haciendo un conteo manual de las hojas verdaderas de 10 plántulas elegidas al azar de las hileras centrales.

### **Variables evaluadas cuando las plántulas fueron cosechadas:**

**Biomasa fresca de la parte aérea, radical y total:** se procedió a separar con un bisturí a nivel del cuello de la plántula la raíz y el tallo, las cuales se pesaron por separado y se obtendrá de cada una de las 10 plántulas mediante una balanza digital. La biomasa total se calculará sumando la biomasa de la parte aérea y la radical.

**Biomasa seca de la parte aérea, radical y total:** Se cuantifico después de secar las muestras anteriores durante un lapso de 72 horas en una estufa a 72 °C, cada tratamiento se colocó por separado en una bolsa de papel debidamente identificada. La biomasa total seca se calculó igual que la anterior sumando la biomasa seca de la parte aérea y la radical.

**Relación parte aérea/parte radicular (ITR):** Es la relación entre la parte aérea (g) y la parte radicular (g). Se utilizaron los promedios por tratamientos de la de biomasa a los 25 días después de la siembra.

$$\text{ITR} = \frac{\text{parte aérea (g)}}{\text{parte radicular (g)}}$$

**Índice de calidad de desarrollo:** En la obtención del índice de calidad desarrollo (IQD) se utilizó la metodología de Dickson citada por Freitas *et al.* (2013) considerando los indicadores de peso seco de la parte aérea, de las raíces y peso seco total, altura y diámetro del cuello de las plántulas, de acuerdo a la ecuación:

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST (g)}}{\frac{\text{H (cm)}}{\text{DC (cm)}} + \frac{\text{PMSPA (g)}}{\text{PMSRA (g)}}}$$

Dónde: IQD = Índice de desarrollo de Dickson, MST = Biomasa seca total (g), H = altura (cm), DC = diámetro del cuello (cm), PMSPA = Biomasa seca aérea (g) y PMSRA = Biomasa seca de la raíz (g).

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Los datos obtenidos fueron sometidos a Análisis de Varianza (Cuadro 3) al 5% de probabilidad lo que determinó las posibles diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos. Donde se detectó diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos y se procedió a aplicar la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, utilizando el programa (INFOSTAT) para establecer que tratamiento proporciona mejores resultados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### PORCENTAJE DE GERMINACIÓN (%) EN LAS PLÁNTULAS DE TOMATE

En el Cuadro 01 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable Porcentaje de germinación de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 02 apéndice) señala que hubo diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). El tratamiento con mayor porcentaje de germinación fue T8 con 95,037%; mientras que el menor porcentaje de germinación lo reporto T6 con 61,92%.

De manera general se puede afirmar que la germinación de este ensayo estuvo buena puesto a que todos los tratamientos reportaron promedios por encima del 50%. Dávila (2019), obtuvo un rango de promedios de 88,13% (valor más alto) a 43,13% (valor más bajo); utilizando como sustratos base fibra de coco y cascarilla de arroz (mismos usados en esta investigación); ciertos tratamientos coinciden con los obtenidos en esta investigación sin llegar a igualarlos o superarlos.

A pesar que los resultados difieren un poco, el porcentaje de semillas germinadas en el sustrato fibra de coco para ambos ensayos fueron los más altos, por lo que destacan sus propiedades fisicoquímicas, en las que sobresale su retención de humedad, porosidad total y reducida conductividad eléctrica óptimas para la germinación.

Dentro de los requerimientos ambientales necesarios para la germinación se consideran esenciales el agua, el oxígeno y la temperatura; es por esto que bajo condiciones controladas de estos factores se logró establecer a nivel de laboratorio

que el cultivo de tomate presentara valores de germinación por encima del 60%. (Cuadro 03).

**Cuadro 3. Porcentaje de germinación (PG) en las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	PG (%)	Ámbito 1/
8	95,03	A
5	91,54	AB
10	88,44	AB
7	84,29	AB
9	83,68	AB
2	78,87	BC
1	77,26	BC
4	68,04	CD
3	65,91	CD
6	61,92	D

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### **Altura de las plántulas (AT)**

En el Cuadro 4 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable altura de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 4 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Según la prueba de Tukey en función de la altura; el tratamiento con mayor valor se observó en el T10 con 14,29cm (cuadro 2), mostrando diferencias al resto de los tratamientos (a excepción del T5, con el cual guarda similitud). El tratamiento que arrojó menor altura fue el T6 con un valor de 5,59c.m.

Puerta *et al.* (2012), reportan que las plántulas de pimentón que crecieron en la mezcla fibra de coco + pulpa de café, presentaron altura de 4,79 cm, valores muy por debajo a los alcanzados en esta investigación.

Las plántulas de mayor altura (T10 y T5) tienen en común un modesto porcentaje de cascarilla de arroz en su composición de la mezcla. Los buenos resultados de la altura de las plántulas podría deberse la interacción de las mezclas que presenta cada tratamiento donde influyen sobre el crecimiento de las plántulas.

Por otro lado Morey (2021), consiguió datos promedios de 12,55cm y 11,01cm (estadísticamente diferentes) en plántulas de tomates utilizando bioestimulante. Estos valores se encuentran dentro del rango conseguido en esta investigación, sin superarlos. Este autor considera aptas para el trasplante aquellas plántulas que estén en el rango de 10 a 15 cm de altura, por lo que ciertas plántulas de este ensayo se consideran aptas al trasplante.

**Cuadro 4. Altura de la planta en las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	Cm	Ámbito 1/
10	14,29	A
5	13,17	AB
7	12,39	BC
9	11,50	BC
2	10,96	CD
1	9,65	DE
8	8,76	E
4	8,14	EF
3	6,38	FG
6	5,59	G

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### **Longitud radical (LR)**

En el Cuadro 5 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable longitud radical de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 6

apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Según la prueba de Tukey en función de la longitud radical, el tratamiento T5 presentó mayor valor; con promedio de 8,18cm, estadísticamente superando el resto de los tratamientos T4, T3 y T6. El menor valor de longitud radical fue observado en el T6 con 5,81cm.

Tarazona (2019), consiguió promedios de 6,55cm; 6,08cm y 5,94cm; usando mezclas a base de fibra de coco + cascara de café a diferentes granulometrías. Se obtuvieron valores que se encuentran en el rango de los de esta investigación sin ser superiores.

Aun cuando existe diferencia estadística entre los tratamientos, esta diferencia es ligera por lo que es posible afirmar que las diferentes granulometrías empleadas en las mezclas de sustratos no fueron un factor diferencial para las plántulas, y que con cualquier tamaño de partículas el crecimiento puede llegar a ser similar.

**Cuadro 5. Longitud radical en las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	Cm	Ámbito 1/
5	8,18	A
10	7,85	A
8	7,66	AB
2	7,40	AB
7	7,35	ABC
9	7,34	ABC
1	7,31	ABC
4	6,63	BCD
3	6,27	CD
6	5,81	D

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### **Diámetro del tallo (DT)**

En el Cuadro 7 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable diámetro del cuello de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 8 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Según la prueba de Tukey en función del diámetro del tallo; el tratamiento con mayor valor se observó en el tratamiento T10 con 3,24mm, mientras que el tratamiento con menor diámetro del tallo se observó en el T6 con 1.29mm.

Dávila (2019), reportó valores de esta variable en plántulas de tomate en un rango de 2,52mm a 2,81, a los 29 dds, valores similares a los obtenidos en este ensayo. Por otro lado Caraballo (2016), obtuvo valores de Diámetro de cuello en plántulas de tomate en diferentes mezclas de sustratos orgánicos en un rango de 1,92 a 3,02mm, a los 29 dds. Valores que se encuentran dentro del rango conseguido en esta investigación.

Normann (1993), señala que las mezclas logran una mejoría en una o más propiedades del material original, siendo muy difícil encontrar en la naturaleza un material que, por sí sólo, satisfaga todas las exigencias de un sustrato ideal, sin embargo, evidencia que las características de los sustratos como cascarilla de arroz y fibra de coco posibilitaron a las plántulas alcanzar mayor grosor de tallo que es un indicador del estado vigoroso de una plántula, muestra la fortaleza y resistencia que puede tener al ser trasplantada.

**Cuadro 6. Diámetro del tallo en las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	mm	Ámbito 1/
10	3,24	A
7	2,79	B
5	2,71	B
9	2,35	C
2	2,24	CD
1	2,12	CD
8	2,03	DE
4	1,8	E
3	1,29	F
6	1,29	F

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### **Número de hojas (NH)**

En el Cuadro 9 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable número de las hojas de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 10 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Según la prueba de Tukey en función al número de hojas, el promedio de más alto es el de T5 con 3,68. Mientras que T6 reporto la menor cantidad de hojas con 2,75.

Ortega *et al.* (2010); muestra datos promedios para esta variable de 7; 6 y 4 en diferentes sustratos orgánicos simulares a los de este estudio. Malpica (2022), quien trabajo con la mezcla de sustrato de fibra de coco + cáscara de café, en el cultivo de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.) 'llaneron; reporto datos promedios de: 7,30 y 7,25 (entre los valores más altos) y 6,70 y 6,37 (entre los valores más bajos) para esta variable. Este autor menciona que el número de hojas es de suma importancia en las plantas ya que constituyen una de las principales fuentes de fotoasimilados (azúcares,

hormonas, aminoácidos, etc.) y nutrientes para la adaptación de la plántula al sitio definitivo durante el primer mes. Por lo que los tratamientos con mayor número de hojas tendrán ventajas contra el resto,

Por otra parte, las plántulas que alcanzaron la mayor cantidad de hojas fueron aquellas provenientes de los tratamientos en los que su composición se encontraba compuesta por cascarilla de arroz + fibra de coco en una proporción 60:40 como en el caso del T5 y T10.

**Cuadro 7. Número de hojas en las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos		Ámbito 1/
5	3,68	A
10	3,64	AB
7	3,6	ABC
9	3,33	ABCD
2	3,12	BCDE
8	3,08	CDE
1	3,02	DE
4	3,02	DE
3	2,83	DE
6	2,75	E

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### Área foliar (AF)

En el Cuadro 11 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable área foliar de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 12 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Según la prueba de Tukey en función al área foliar, el promedio

más alto fue de 13,77cm<sup>2</sup> perteneciente al T10. Mientras que el promedio más bajo fue el reportado por T6, 5,35cm<sup>2</sup>.

Cedeño (2018), evaluó diferentes sustratos en plántulas de tomate y reportó que su mayor valor de área foliar fue 15,18cm<sup>2</sup> y el menor fue 2,45cm<sup>2</sup>; su promedio general de 7,593 cm<sup>2</sup> a los 29 dds. Arrojando valores similares al de los obtenidos en este ensayo. De igual manera Dávila (2019); obtuvo valores promedios en un rango de 17,46cm<sup>2</sup> y 4,17cm<sup>2</sup>; siendo estos dos valores el más alto y el más bajo para este autor respectivamente.

La estimación del área foliar constituye un índice importante para establecer la capacidad de las plantas para interceptar la luz, realizar fotosíntesis y producir finalmente bienes agrícolas (Galindo y Clavijo, 2007).

Jiménez (2005), señala que una planta que tenga más hojas, más altura, y más área foliar, parece indicar la existencia de una planta más deseable para el trasplante, en definitiva, de mayor calidad.

**Cuadro 8. Área foliar en las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	Cm <sup>2</sup>	Ámbito 1/
10	13,77	A
5	11,36	B
7	11,34	B
9	11,24	B
2	9,12	C
1	9,11	C
8	8,13	C
4	7,63	CD
3	5,69	DE
6	5,35	E

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### **Biomasa fresca aérea (BFA)**

En el Cuadro 13 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable biomasa fresca aérea de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 14 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Según la prueba de Tukey en función de la biomasa fresca aérea indica que el tratamiento T10 presento la mayor biomasa, con 2,19gr. Mientras que T6, obtuvo la menor biomasa fresca aérea con 0,88gr.

Núñez (2018), en su estudio de producción de biomasa fresca de la parte aérea en tomate cv. “Cuero de Sapo”; las plántulas de 24 dds no difieren significativamente entre los tratamientos, el promedio general fue de 0,598 g. Este valor se encuentra por debajo de los obtenidos en esta investigación.

Por otro lado Dávila (2019), consiguió promedios de 0,85gr y 0,83gr; entre los valores más altos, y 0,65gr y 0,47gr entre los datos más bajos. El óptimo desarrollo de la biomasa fresca depende de la disponibilidad de agua y nutrientes así como una buena incidencia de luz solar. El T8 fue quien mayor valor promedio obtuvo, formado por una proporción 40:60 de cascara de arroz (1-1,2mm+1,2-2mm) + fibra de coco (1-1,2mm+1,2-2mm) lo que se traduce en una mayor capacidad de retención de humedad la cual aporta la fibra de coco y una mejor aireación y drenaje que brinda la cascarilla de arroz. Lo anterior nos ayuda a comprender el comportamiento de las plántulas en los tratamientos que tuvieron mayor proporción de cascarilla de arroz, debido a su buena aireación y drenaje.

**Cuadro 9. Biomasa fresca aérea de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	gr	Ámbito 1/
10	2,19	A
5	2,06	A
7	2,00	A
9	1,92	A
2	1,62	B
1	1,51	BC
8	1,49	BC
4	1,25	CD
3	0,99	DE
6	0,88	E

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### **Biomasa fresca radical (BFR)**

En el Cuadro 15 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable biomasa fresca aérea de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 16 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Según la prueba de Tukey en función de la biomasa fresca radical indica que las plántulas del tratamiento T10 presentó la mayor biomasa, con 0,83gr, superior al resto de los sustratos evaluados. El tratamiento T3, obtuvo la menor biomasa fresca aérea con 0,43gr.

Tarazona (2019), consiguió diferencia significativa entre sus tratamientos y reporta 0,86gr (como valor superior) utilizando fibra de coco+ cascara de café en proporción 25:75. Valores similares respectivamente al presentado en esta investigación.

El tratamiento T10 consta de una proporción de 40:60 donde la fibra de coco al estar completamente húmeda tiene un buen espacio poroso y buena aireación que en

combinación con la cascarilla de arroz presenta un gran potencial de absorción de agua.

Minami (1995) señala que cuanto mayor es la cantidad de raíces, mayor es la cantidad de nutrientes disponibles en el intervalo entre el trasplante y la formación de nuevas raíces. Un buen enraizamiento en el reinicio del desarrollo de la planta, pues el choque del proceso de trasplante son favorecidos por lo tejidos ricos en materia seca

**Cuadro 10. Biomasa fresca radical de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	gr	Ámbito 1/
10	0,83	A
8	0,78	AB
7	0,75	ABC
9	0,74	ABC
5	0,73	ABC
2	0,72	ABC
1	0,69	BC
4	0,64	C
6	0,46	DE
3	0,43	DE

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### **Biomasa fresca total (BFT)**

En el Cuadro 17 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable biomasa fresca aérea de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 18 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Según la prueba de Tukey en función de la biomasa fresca total indica que el tratamiento T10 presentó la mayor biomasa total, con

3,03gr, superior al resto de los sustratos evaluados. El tratamiento T6, obtuvo la menor biomasa fresca aérea total con 1,34 gr.

Núñez (2018), señala que las plántulas de 29 dds, fue obtenido un valor de biomasa fresca total de 1,238 g. La producción de biomasa fresca total, las plántulas de tomate cv. “Cuero de Sapo”, no fue significativa entre los tratamientos, el promedio general fue de 1,523 g, valores de biomasa fresca total menores a los obtenidos en este estudio. Morey (2021), por su parte reporto promedios de 1,90gr y 1,60gr para esta variable, similares a los de este ensayo.

Vale la pena señalar que la cantidad total de agua retenida por un sustrato depende de la proporción de poros pequeños y de la altura del contenedor; no obstante, aunque ésta sea elevada, podría ocurrir que una parte de ésta se encuentre adsorbida a las partículas del sustrato con una fuerza superior a la succión o tensión ejercida por la planta, volviéndose por lo tanto no disponible (Ansorena, 1994). Por lo que no necesariamente el tratamiento que más retenga agua será el que arroje plántulas con mayor biomasa fresca.

**Cuadro 11. Biomasa fresca total de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	gr	Ámbito 1/
10	3,03	A
5	2,79	AB
7	2,75	AB
9	2,67	BC
2	2,33	CD
8	2,27	D
1	2,19	DE
4	1,9	E
3	1,42	F
6	1,34	F

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### **Biomasa seca aérea (BSA)**

En el Cuadro 19 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable biomasa seca aérea de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 20 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Según la prueba de Tukey en función de la biomasa seca aérea indica que el sustrato T10 presentó la mayor biomasa seca aérea 0,18gr, superior al resto de los sustratos evaluados. El sustrato T6 obtuvo la menor BSA con un promedio de 0,07gr.

Gómez (2018), registró resultados para fibra de coco en plántulas de ají dulce variedad “Jobito” donde su mayor biomasa seca aérea fue de 0,360gr y 0,320gr para fibra larga y su menor valor promedio fue de 0,140gr para polvo de coco, resultados que se encuentran dentro del rango obtenidos en este trabajo. Por otro lado Núñez (2018), reportó un promedio de biomasa seca radical en plántulas de tomate de 0,054gr.

El T10 ha reportado los mayores valores para las variables que relaciona a algún órgano de la plántula, como la altura, el área foliar, el número de hojas. Por lo que al tener valores por encima de los demás tratamientos era de esperarse obtener la mayor cantidad de biomasa seca de la parte aérea.

La retención de agua del sustrato permite que las plantas dispongan de una buena humedad para sus partes tanto aéreas como radicales así aumentar su biomasa seca ya que la biomasa seca se ve relacionada con el porcentaje de humedad (Malpica, 2021).

**Cuadro 12. Biomasa seca aérea de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	gr	Ámbito 1/
10	0,18	A
7	0,16	AB
9	0,16	BC
5	0,15	BC
2	0,14	BCD
1	0,13	CDE
8	0,12	DE
4	0,11	E
3	0,09	F
6	0,07	F

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### **Biomasa seca radical (BSR)**

En el Cuadro 21 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable biomasa seca radical de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 22 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Según la prueba de Tukey en función de la biomasa seca radical indica que el sustrato T10 presentó la mayor biomasa seca de la raíz 0,08g, superior al resto de los sustratos evaluados. El sustrato T3 obtuvo la menor biomasa seca de la raíz con un promedio de 0,04gr.

En relación a esta variable Dávila (2019), consiguió promedios similares entre sus tratamientos sin diferencia estadística entre ellos. 0,03gr para los valores mayores y 0,02gr para sus valores más bajos. Por otro lado Morey (2021), si consiguió diferencia significativa entre sus tratamientos, reporto valores promedios de: 0,060gr y 0,032gr. Estos autores consiguieron resultados muy por debajo de los presentados en esta investigación, a excepción del valor más alto obtenido por Morey.

El material utilizado como sustrato debe presentar condiciones nutricionales óptimas para el desarrollo de las raíces; la fibra de coco y la cascarilla de arroz por su

bajo contenido nutricional constituyen una desventaja para el desarrollo radicular. Sin embargo el tratamiento T10 fue el de mayor valor promedio, puesto que esta mezcla garantiza una buena aireación, buena retención de humedad y nutrientes, los cuales generan buenas raíces.

Cobas (2001), indica que el factor determinante para la supervivencia de las plantas en campo definitivo, es el peso seco radicular, más que el peso seco de la parte aérea, ya que este atributo pronostica mucho mejor la supervivencia

**Cuadro 13. Biomasa seca radical de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	gr	Ámbito 1/
10	0,08	A
5	0,07	AB
7	0,07	AB
8	0,07	AB
9	0,07	B
2	0,07	BC
1	0,06	BC
4	0,06	C
6	0,04	D
3	0,04	D

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### **Biomasa seca total (BST)**

En el Cuadro 23 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable biomasa seca total de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro 24 apéndice) señala diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* M.). Según la prueba de Tukey en función de la biomasa seca total se puede observar que el tratamiento T10 obtuvo la mayor biomasa seca total de la plántula (0,26gr), superando al obtenido por T6 (0,12gr); siendo este tratamiento el más bajo del ensayo.

Tarazona (2019), consigue reportar valores promedios para esta variable de: 0,46gr y 0,12gr (entre el más alto y el más bajo respectivamente), con diferencia estadística. Dávila (2019), por su lado reporto promedios de 0,11gr (más alto) y 0,06gr (más bajo), con ligera diferencia estadística.

Estos resultados se asemejan en la tendencia vista anteriormente en la variable BFT, donde los tratamientos de mayor valor correspondían a aquellos que presentaron altos valores de las variables que relaciona algún órgano de la plántula. Notamos con esa tendencia se repite en esta variable, donde los mismo tratamientos vuelven a ser superiores con respecto a otros. La retención de agua del sustrato permite que las plantas dispongan de una buena humedad para sus partes tanto aéreas como radicales así aumentar su biomasa seca ya que la biomasa seca se ve relacionada con el porcentaje de humedad.

Es de suma importancia obtener un adecuado valor de biomasa seca, porque es un índice de vigor y posible menos estrés postrasplante. Según Bellote y Da Silva (2000) la biomasa seca de la parte aérea está relacionada con la calidad y cantidad de hojas.

**Cuadro 14. Biomasa fresca total de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).**

Tratamientos	gr	Ambito 1/
10	0,26	A
7	0,23	B
9	0,22	BC
5	0,22	BC
2	0,21	CD
1	0,2	D
8	0,19	DE
4	0,17	E
3	0,13	F
6	0,12	F

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### **Relación parte aérea/parte radicular (ITR)**

En el Cuadro 25 del Apéndice, se muestran los totales y promedios para la variable Relación parte aérea/parte radicular de las plántulas. El análisis de varianza (Cuadro N° 26 apéndice) señala que no existe diferencias significativas entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* M.). Según la prueba de Tukey en función de la relación parte aérea/parte radicular, el tratamiento con mayor valor se observó en el T10 con promedio de 2,33. El tratamiento T8 fue quien reporto menor promedio de esta variable con: 1,66.

Morey (2021); reporto promedios de 3,08 y 2,42; para esta variable, con diferencia estadística entre ambos tratamientos. Este autor destaca que este índice predice el éxito de la plantación, y debe existir equilibrio y proporción entre la parte aérea y el sistema radical de las plantas. Por lo que el tratamiento 10 de este ensayo arrojó las plántulas con mejor equilibrio de las variables vegetativa.

La relación tallo-raíz (ITR) indica que la mejor calidad de una planta se obtiene cuando la parte aérea es relativamente pequeña y la raíz es grande, lo que puede garantizar una mayor supervivencia ya que se evita que la transpiración exceda la capacidad de absorción (Iverson, 1984). Según esto podemos decir que los mejores valores de calidad para la relación tallo-raíz (ITR), son valores bajos. Una relación igual a 1, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a 1, entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea; al contrario, si el valor es mayor a 1, la biomasa aérea es mayor que la subterránea.

En base a lo expuesto y a los resultados obtenidos todos los tratamientos presentaron un área menor a la subterránea al tener valores que están por encima de 1.

Aun así esto no ha de presentar ser alguna limitante para que las plántulas sobrevivan al trasplante.

**Cuadro 15. Relación parte aérea/parte radicular de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).**

Tratamientos	ITR	Ámbito 1/
10	2,33	A
9	2,28	A
7	2,27	A
5	2,14	AB
2	2,12	ABC
1	2,11	ABC
3	2,06	ABC
4	1,96	ABC
6	1,74	C
8	1,66	C

1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### Índice de calidad de desarrollo (IQD)

El Cuadro 27 del Apéndice muestra los totales y promedios para el Índice de calidad de Dickson. El análisis de varianza (Cuadro 28), indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos utilizados en tomate (*Solanum lycopersicum* M.). Según la prueba de Tukey en función a la relación al índice de calidad de desarrollo se puede observar que el tratamiento de mayor valor fue T10 con un valor de 0,38. El tratamiento con menor índice se observó en el T3 con 0,18.

En relación a esta variable Cedeño (2018), reportó en plántulas de tomate promedios de 0,0208 a los 29dds. Mientras que Núñez (2018), también en plántulas de tomate observo un promedio general de IQD de 0,01046 a 24 dds. Valores por debajo a los obtenidos en este ensayo. En relación a esto, Sáenz *et al.*, (2010), explica que este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, ya que expresa

el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar plantas de menor altura pero con mayor vigor.

El T10 y T5 han sido los dos tratamientos que han destacado positivamente en las variables previamente descritas por lo que este índice deja en evidencia la calidad que estos tuvieron a lo largo del ensayo. Por otro lado el T6 y T3 han sido los tratamientos más bajos sin diferencia estadística, esto se debe a los bajos reportes de las variables medidas que guardan relación con este índice.

Noordegraaf (1994), señala que la calidad se define como el producto adecuado al objetivo para el cual será utilizado. Para el caso de las plántulas de cultivos hortícolas el primer objetivo es lograr el mayor establecimiento posible posterior al trasplante y después obtener el máximo rendimiento en campo.

**Cuadro 16. Índice de calidad de desarrollo (IQD) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamientos	IQD	Ámbito 1/
10	0,38	A
7	0,35	AB
5	0,32	BC
9	0,32	BC
8	0,31	BC
1	0,29	CD
2	0,29	CD
4	0,27	D
6	0,19	E
3	0,18	E

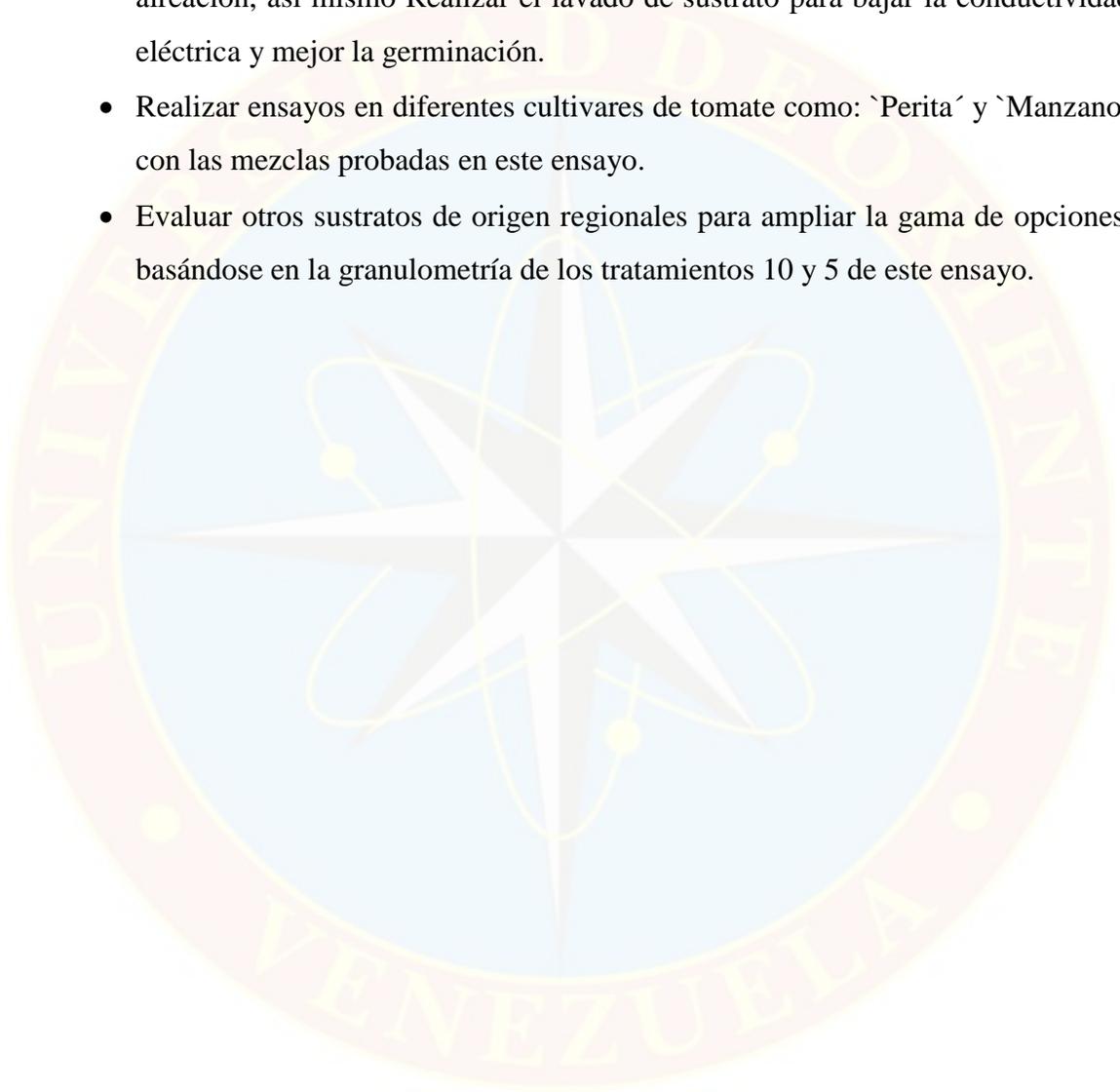
1/ Tratamientos seguidos por diferentes letras difieren estadísticamente por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## CONCLUSIONES

- Los tratamientos con mayores densidades son los correspondientes a la cascarilla de arroz, por otro lado la granulometría fina de los sustratos a base fibra de coco y cascarilla de arroz restringió la porosidad de aireación (menor a 10%). los tratamientos T3, T6, T4 y T7 con granulometrías finas presentaron los mayores valores de retención de humedad.
- Los tratamientos T7, T6, T8 y T10 se encuentran dentro del rango óptimo de pH (6-7). La mayoría de los tratamientos cumplen con el valor recomendado para la CE (menor a 1dS/m) a excepción del tratamiento T7.
- La germinación se vio favorecida por los sustratos con granulometría mayor a 1mm y mayor porcentaje de fibra de coco (tratamientos 8, 10 y 5) en las que destacan su retención de humedad, porosidad total y reducida conductividad eléctrica, óptimas para la germinación.
- El diámetro, la altura, el área foliar y las biomásas en el tratamiento T10 arrojaron los mejores resultados, seguido por el tratamiento T5 en algunas variables, debido a que estos presentaron mejor equilibrio entre las variables físicas del sustrato.
- El T10 y T5 han sido los dos tratamientos que han destacado positivamente en las variables previamente descritas según el IQD. Así mismo el tratamiento con mayor valor de la relación tallo-raíz (ITR) se observó en el T10 con promedio de 2,33.

## RECOMENDACIONES

- Descartar los sustratos con granulometría menos a 1 para no restringir la aireación, así mismo Realizar el lavado de sustrato para bajar la conductividad eléctrica y mejor la germinación.
- Realizar ensayos en diferentes cultivares de tomate como: `Perita´ y `Manzano´ con las mezclas probadas en este ensayo.
- Evaluar otros sustratos de origen regionales para ampliar la gama de opciones, basándose en la granulometría de los tratamientos 10 y 5 de este ensayo.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD M, NOGUERA P. 2000. Los sustratos en los cultivos sin suelo. In: M. Urrestarazu (ed.). Manual del Cultivo sin Suelo. Grupo MundiPrensa. Almería, España. pp. 137-184pp.
- ABAD, M. 1991. Los sustratos hortícolas y la técnica del cultivo sin suelo. In: La horticultura española en la C.E. Eds. L. RALLO Y F. NUEZ. Ediciones de Horticultura S.L., Reus. España.
- ACOSTA-DURÁN, C. M. 2008. Los recursos naturales como materia prima para la preparación de sustratos. pp. 48-60. En: Oliver-Guadarrama, R., Taboada-Salgado, M., Granjeno-Colín, A.E. (Compiladores). 2008. Manejo Integrado de Recursos Bióticos. AGT Editor S.A. México. 216 pp.
- ALARCÓN, M. S., BOLKAN, H. 1994. Situación y perspectiva del tomate en México. Campbell's Sinalopasta S. A. de C. V., Guasave, Sinaloa, México. Informe Interno.
- ALVARADO M, SOLANO J. 2002. Medios o sustratos en la producción de viveros y plantas. Costa rica. 13-14pp.
- Alvarez, J., López, J., Balaguera H., Merchán, J., Veloza, J. 2011. Láminas de riego y calidad de problemas de salinidad en tomates (*Solanum lycopersicum* L.).
- ALLENDE M 2017. Importancia y consideraciones del cultivo de tomate. Manual de cultivo del tomate al aire libre. Santiago, Chile, pp.16.
- ANAPI. (2011). Asociación nacional de productores bajo invernadero. ANAPI. Guatemala.
- ANSORENA M. 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 172 p.
- ARGERICH C Y GAVIOLA J. 1995. Manual de producción de semillas hortícolas. [Documento en línea]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-2\\_cap\\_2-clasificacin\\_botanica\\_del\\_tomate.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-2_cap_2-clasificacin_botanica_del_tomate.pdf) [Consultado: 16 de Febrero, 2019].

- Balaguera-López H. E., Álvarez-Herrera J. G. Martínez-ÁREVALO y G. E. Balaguera W. 2009. El contenido de arcilla del suelo influye en el rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. (3) 1. Pp 199-2009.
- BARROS E. 1997. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 287 p.
- BELLOTE, A. F. J. Y H. D SILVA. 2000. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Gonçalves, J. L. de M.; Benedetti, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 105-133.
- BROUWER C Y ELLIOTT M. 2006. El tomate, sus datos e historia. [Documento en línea]. Disponible en: <http://counties.agrilife.org/harris/files/2011/05/eltomate.pdf> [Consultado: 16 de Noviembre, 2018].
- BRUNA, A. 2005. Enfermedades del tomate. En: Escaff, M. et al. El cultivo de tomate en invernadero. Boletín INIA, 128, 79 p.
- CABRERA R., I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Revista Chaping. Serie Horticultura 5: 5-11.
- CALDERÓN, F. 1989. El cultivo hidropónico-manual práctico. Bogotá, Col., COLJAP. p. 34-40
- CARABALLO H. 2016. Evaluación De Sustratos Orgánicos Y Su Efecto Sobre La Producción De Plántulas De Tomate (*SolanumLycopersicum*) Y Ají Dulce (*CapsicumChínense*Jacq.)Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. [Disertación Grado Ingeniero Agrónomo].
- CASTILLA PRADOS, N. 1995. Manejo del Cultivo Intensivo con Suelo. In El cultivo del Tomate. F. Nuez, ed. Ediciones Mundi-Prensa, España. pp 189-225.
- CEDEÑO C. 2018. Evaluación de diferentes mezclas de sustratos alternativos en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero, Maturín, estado Monagas. Venezuela.
- ESTRADA C. PUERTA A., TANIA RUSSIÁN L. y CÉSAR A. RUIZ S. 2012. Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco.

- COBAS, M. 2001. Caracterización de los atributos de la calidad de la planta *Hibiscus elatus* cultivada en tubetes. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales. Facultad de Agronomía y Forestal. Departamento de producción Forestal. UPR. Pinar del Río.
- CRISTÓBAL A., D., M. E. ÁLVAREZ S., E. HERNÁNDEZ A. Y R. AMÉNDOLA M. 2011. Concentración de nitrógeno en suelo por efecto de manejo orgánico y convencional. *Terra Latinoamericana* 29:325-332.
- Cruz Carrillo, J., Jimenez f., Ruiz J., Díaz G., Sánchez P., Perales C., Arellanes A. 2003. Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. *Rev. Agronomía Mesoamericana*. 10(001).85-88.
- DÁVILA, J. 2019. EFECTO DE LA GRANULOMETRÍA DE SUSTRATOS A BASE DE FIBRA DE COCO Y CÁSCARA DE ARROZ SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Alba). Universidad de Oriente Escuela de Ingeniería Agronómica. Tesis 127pags.
- DÍAZ C. 2007. Caracterización Agro cadena de Tomate. Dirección Regional Central Occidental. M.A.G. Grecia, Costa Rica. 46 p.
- ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS. 1988. Vegetales. España, Salvat. Tomo 2. 362 p.
- ESCALONA V. ALVARADO P. MONARDES H. URBINA C. MARTIN, A. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). [Documento en línea]. Disponible en: [http://www.hortyfresco.cl/docs/manuales\\_innova/Manual\\_cultivo\\_tomate.pdf](http://www.hortyfresco.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_tomate.pdf) [Consultado: 16 de Febrero, 2019].
- ESTAY, P. Y BRUNA, A. 2002. Insectos y Ácaros asociados al tomate en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Libros INIA 7111p
- FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA). 2013. El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Paraguay, pp. 12 - 13.

- 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.
- FORNARIS G. 2007. Conjunto tecnológico para la producción de tomate: Características de la planta. [Documento en línea]. Disponible en: <http://136.145.11.14/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Character%20de-la-Planta-v2007.pdf> [Consultado: 16 de Febrero, 2019].
- FREITAS, A.; SILVA, R. H. B. BARROS; A.V. MELO, Y A. PEREIRA W. (2013). Producción de mudas de alface en función de diferentes combinaciones de sustratos. Rev. Ciênc. Agron., v. 4 160 4, n. 1, p. 159-166.
- GALINDO, J. y CLAVIJO, J. 2007. Modelos alométricos para estimar el área de los folíolos de arveja (*Pisum sativum* L.). Fisiología vegetal y de Cultivos. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. p 37-43.
- GOMEZ, S. (2018) evaluación del efecto granulométrico de la fibra de coco como sustrato en diferentes proporciones para la producción de plántulas de ají dulce (*capsicum chinense* jacq.) tipo "jobito" en condiciones protegidas en el estado Monagas, Venezuela.
- GÓMEZ, S. 2018. Evaluación del Efecto de la Granulometría de la Fibra de Coco como Sustrato en Diferentes Proporciones para la Producción de Plántulas de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.) tipo "jobito" en condiciones de protegidas. Campus Juanico, Maturín estados Monagas, Venezuela. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. [Disertación Grado Ingeniero Agrónomo].
- Grist, D.H. 1982. Arroz. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. p. 555-557.
- GRIST, D.H. 1982. Arroz. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. p. 555-557.
- GROSBELLET C. L. VIDAL-BEAUDET, V. CAUBEL AND S. CHARPENTIER. 2011. Improvement of soil structure formation by degradation of coarse organic matter. Geoderma.162:27-38.

- HERNÁNDEZ, C. S. 2011. Producción de tomate en diferentes granulometrías de “tezontle”. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados “Campus Montecillo”, Texcoco, Estado de México, 107 p.
- HIDALGO P. SINDONI M. MÉNDEZ J. 2009. Importancia de la selección y manejo adecuado de sustratos en la producción de plantas frutales en vivero. [Documento en línea]. Disponible en: INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas). 2017. Manual del cultivo de tomate al aire libre. Santiago de Chile, Chile, pp. 16 – 17.
- File:///C:/Users/Admiistrador/Downloads/DialnetImportanciaDeLaSeleccionYManejoAdecuadoDeSustratos-3308197%20(1).pdf [Consultado: 19 de Junio, 2019]..
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas). 2005. El cultivo de Hortalizas en Venezuela. Maracay, Venezuela, pp.192.
- INFOAGRO SYSTEMS S.L. 2016. El cultivo de tomate: Parte I. Madrid, España, pp. 37.
- ISPESMAR. S.C.A. soluciones agricolas al natural 2013.
- IVERSON RD. 1984. Planting stock selection: Meeting biological needs and operational realities. In Duryea ML, TD Landis eds. Forest nursery manual. Oregon State University. Corvallis, USA. p. 261-266.
- JANO F. Cultivo y Producción de Tomate. 1ª ed. Lima: Edit. Ripalme; 2006.
- JIMENEZ GARCIA. 2005. Efecto del uso de un oxigenante químico sobre parámetros de calidad en plántulas de judía y melón.
- LATORRE, B. 2004. Enfermedades de las plantas cultivadas. 638 p. Sexta edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Chile.
- LEMAIRE, F. 2005. Cultivos en macetas y contenedores. Principios agronómicos y aplicaciones. Ediciones Mundi Prensa. Primera edición. Madrid-España. 210p
- MALPICA MARMOL, EDUARDO JOSÉ. 2022. Evaluación del efecto de mezclas de dos sustratos en la germinación de semillas y crecimiento inicial de plántulas de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.) ‘LLANERON’ MATURÍN, ESTADO MONAGAS. VENEZUELA.

- MINAMI, K. 1995. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade em horticultura. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf. 128 p.
- MONARDES, H. (2009). Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill). Facultad de cs. Agronómicas Universidad de Chile. (En Red). Consultado el 16 de octubre de 2011. Disponible en: [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua\\_Cultivo\\_tomate.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf).
- MOREY YENDIS, MARIA FERNANDA. 2021. Evaluación del efecto de un bioestimulante en la germinación de semillas y crecimiento inicial de plántulas de cinco cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).
- MUÑOZ -RAMOS, J., 2009. Manejo del cultivo de tomate en invernadero, In: J.Z. Castellanos (Ed.). Manual de producción hortícola en invernadero. INTAGRI. México. pp 45 –91
- NOORDEGRAAF C V. 1994. Production and marketing of high quality plants. Acta Hort. 353:134-148.
- NORMANN, A. 1993. Substratos hortícolas: Turfa a casca de arroz. Lavoura Arrozeira 46 (409): 12-13.
- NUÑEZ, MWJ. 2018. Efecto de diferentes dosis de un bioestimulante en la germinación de semillas y en la obtención de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* Linn.) cv. “Cuero de sapo” en condiciones protegidas. Maturín. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. [Disertación Ingeniero Agrónomo]. 185 p
- ORTEGA M., LUIS DANIEL; SANCHEZ OLARTE, JOSSET; DIAZ RUIZ, RAMON; OCAMPO MENDOZZA, JUVENTINO. 2010. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* MILL) Ra Ximhai, vol. 6, núm. 3, septiembre-diciembre. 2010
- PASTOR, J. (2000). Utilización de sustratos en vivero. Universidad de Lleida, Dpto. de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. Madrid, España. pp. 231-235. vegetables and ornamentals. Embryopublications. Atenas. 463 pp.
- PAULITZ T.C. (2001). Biological control in greenhouse systems. Phytopath 39: 103-133.

- PEREZ J. HURTADO G. APARICIO V. ARGUETA Q. LARÍN M. S.F. Guía Técnica: Cultivo de tomate. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf> [Consultado: 16 de Febrero, 2019].
- PIRE, R. AND A. PEREIRA. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del Estado Lara, Venezuela.
- PRADO, L. 2016. Efecto de la selección granulométrica de la fibra de coco usada como sustrato y la fertilización de fondo en la producción de plántulas de pimentón en condiciones de invernadero en el estado Monagas, Venezuela. Trabajo grado. Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad De Oriente, Venezuela.
- RODRIGUEZ V.MORALES J. 2007. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE PROTECCION FISICA Y QUIMICA DE SEMILLEROS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) CONTRA EL ATAQUE DEL COMPLEJO MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-GEMINIVIRUS Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO, EN EL MUNICIPIO DE TISMA, MASAYA. Tesis. Universidad Nacional Agraria (UNA).Nicaragua. pp 91.
- ROYETT, J. 2013. Caracterización física y química de componentes de sustratos de uso común en la producción de plántulas de hortalizas en el estado Monagas, Venezuela. Trabajo grado. Postgrado en agricultura tropical, Universidad De Oriente, Venezuela.
- ROYETT, J. 2013. Efecto de mezclas de sustratos sobre el desarrollo vegetativo de plántulas de tomate en el estado Monagas, Venezuela. Trabajo grado. Postgrado en agricultura tropical, Universidad De Oriente, Venezuela.
- SÁENZ R, VILLASEÑOR R, MUÑOZ F, RUEDA S, PRIETO R. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.biblioteca.inifap.gob.mx:calidaddelaplantaenviveroforestaldeclimatempla.doenmichoacan.pdf>. [Consultado: 17 de Octubre, 2019].
- TARAZONA, A. 2019. Evaluacion de las propiedades físicas y químicas de mezclas de sustratos y su efecto en la producción de plántulas de ají picante (*capsicum frutescens* L. cv. cayena) bajo condiciones protegidas en el estado monagas venezuela. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. 119 págs

VENCE L. 2012. Metodos de determinación de parámetros que estimulan la disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas y su relación con la respuesta vegetal. Buenos Aires, Argentina. pp 170-177.

Zarp, P. 1991. Cultivos sin tierra. s.e., Bogotá, Col., Presencia. 235 p.





**APENDICE**

**Cuadro 1. Totales y promedios del porcentaje de germinación (PG) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 13 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	78,77	79,37	73,63	231,77	77,26
2	75,54	75,81	85,26	236,61	78,87
3	65,35	68,49	63,89	197,73	65,91
4	70,10	67,87	66,15	204,11	68,04
5	89,06	88,05	97,50	274,61	91,54
6	63,59	57,92	64,26	185,76	61,92
7	77,74	88,20	86,92	252,86	84,29
8	98,43	99,83	86,82	285,08	95,03
9	80,50	80,77	89,76	251,03	83,68
10	86,46	82,05	96,82	265,33	88,44
<b>Total</b>	618,58	625,55	624,42	1.868,54	622,85
<b>Promedios</b>	77,32	78,19	78,05	233,57	77,86

**Cuadro 2. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación (PG) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 13 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	0,88	7	0,13	310,84	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	3,20E-03	3	1,10E-03	2,68	0,0944
<b>Tratamientos</b>	0,87	4	0,22	541,96	<0,0001
<b>Error</b>	4,80E-03	12	4,00E-04		
<b>Total</b>	0,88	19			

Coefficiente de variación = 6,47 %.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 3. Totales y promedios de la altura de la planta (AP) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	10,37	9,03	9,55	28,94	9,65
2	10,63	11,06	11,21	32,89	10,96
3	5,98	6,47	6,69	19,14	6,38
4	7,44	8,89	8,09	24,42	8,14
5	13,10	13,22	13,21	39,52	13,17
6	5,52	5,34	5,92	16,78	5,59
7	12,87	12,73	11,57	37,17	12,39
8	8,83	8,47	8,99	26,29	8,76
9	10,91	12,77	10,83	34,51	11,50
10	14,71	14,82	13,35	42,88	14,29
<b>Total</b>	74,73	75,20	75,22	225,15	75,05
<b>Promedios</b>	9,34	9,40	9,40	28,14	9,38

**Cuadro 4. Análisis de varianza para la altura de la planta (AP) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	225,51	11	20,5	53,52	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,61	2	0,31	0,8	0,4654
<b>Tratamientos</b>	224,9	9	24,99	65,24	<0,0001
<b>Error</b>	6,89	18	0,38		
<b>Total</b>	232,41	29			

Coefficiente de variación = 6,14 %.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 5. Totales y promedios de la longitud radical (LR) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	7,15	7,37	7,42	21,94	7,31
2	7,65	7,09	7,47	22,21	7,40
3	6,24	6,08	6,51	18,82	6,27
4	6,98	5,98	6,92	19,88	6,63
5	7,64	8,49	8,40	24,54	8,18
6	5,70	6,19	5,54	17,43	5,81
7	7,67	7,06	7,32	22,05	7,35
8	7,70	7,75	7,54	22,99	7,66
9	6,97	6,91	8,13	22,01	7,34
10	7,99	7,41	8,15	23,55	7,85
<b>Total</b>	56,74	56,02	57,12	169,87	56,62
<b>Promedios</b>	7,09	7,00	7,14	21,23	7,08

**Cuadro 6. Análisis de varianza para la longitud radical (LR) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	14,89	11	1,35	9,41	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,47	2	0,24	1,64	0,2222
<b>Tratamientos</b>	14,42	9	1,6	11,14	<0,0001
<b>Error</b>	2,59	18	0,14		
<b>Total</b>	17,48	29			

Coefficiente de variación = 5,28 %.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 7. Totales y promedios del diámetro del tallo (DT) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	2,21	1,96	2,17	6,35	2,12
2	2,34	2,27	2,12	6,73	2,24
3	1,26	1,23	1,38	3,87	1,29
4	1,77	1,86	1,78	5,41	1,80
5	2,86	2,49	2,80	8,14	2,71
6	1,28	1,27	1,31	3,86	1,29
7	2,88	2,73	2,75	8,36	2,79
8	1,97	2,03	2,07	6,08	2,03
9	2,35	2,34	2,35	7,04	2,35
10	3,20	3,29	3,23	9,71	3,24
<b>Total</b>	16,57	15,84	16,39	48,79	16,26
<b>Promedios</b>	2,07	1,98	2,05	6,10	2,03

**Cuadro 8. Análisis de varianza para el diámetro del tallo (DT) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	10,73	11	0,98	112,19	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,02	2	0,01	1,34	0,2867
<b>Tratamientos</b>	10,71	9	1,19	136,83	<0,0001
<b>Error</b>	0,16	18	0,01		
<b>Total</b>	10,89	29			

Coefficiente de variación = 4,27 %.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 9. Totales y promedios del número de hojas (NH) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	3,09	3,02	2,97	9,07	3,02
2	3,25	3,16	2,93	9,35	3,12
3	2,67	3,06	2,77	8,50	2,83
4	3,19	2,74	3,14	9,07	3,02
5	3,75	3,81	3,49	11,04	3,68
6	2,85	2,69	2,70	8,24	2,75
7	3,40	3,73	3,68	10,81	3,60
8	3,20	2,92	3,12	9,24	3,08
9	3,64	3,12	3,22	9,98	3,33
10	3,44	3,65	3,85	10,93	3,64
<b>Total</b>	25,40	25,12	24,80	75,32	25,11
<b>Promedios</b>	3,18	3,14	3,10	9,41	3,14

**Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de hojas (NH) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	3,11	11	0,28	7,67	0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,02	2	0,01	0,33	0,7217
<b>Tratamientos</b>	3,09	9	0,34	9,3	<0,0001
<b>Error</b>	0,66	18	0,04		
<b>Total</b>	3,77	29			

Coefficiente de variación = 5,99 %.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 11. Totales y promedios del área foliar (AF) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	8,36	9,45	9,51	27,32	9,11
2	8,81	8,90	9,65	27,35	9,12
3	6,34	5,28	5,44	17,06	5,69
4	7,39	8,20	7,31	22,90	7,63
5	12,74	10,68	10,67	34,09	11,36
6	5,15	5,66	5,25	16,06	5,35
7	11,50	11,79	10,73	34,01	11,34
8	8,32	8,01	8,05	24,38	8,13
9	9,97	11,87	11,88	33,72	11,24
10	14,24	13,33	13,74	41,30	13,77
<b>Total</b>	68,61	67,96	66,60	203,17	67,72
<b>Promedios</b>	8,58	8,50	8,32	25,40	8,47

**Cuadro 12. Análisis de varianza para el área foliar (AF) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	195,03	11	17,73	36,01	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,05	2	0,02	0,05	0,9552
<b>Tratamientos</b>	194,99	9	21,67	44	<0,0001
<b>Error</b>	8,86	18	0,49		
<b>Total</b>	203,89	29			

Coefficiente de variación = 7,57 %.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 13. Totales y promedios de la biomasa fresca aérea (BFA) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	1,564	1,552	1,400	4,516	1,505
2	1,638	1,498	1,711	4,847	1,616
3	1,079	0,951	0,947	2,977	0,992
4	1,215	1,376	1,173	3,764	1,255
5	1,968	2,139	2,086	6,193	2,064
6	0,945	0,822	0,871	2,638	0,879
7	2,068	2,028	1,905	6,001	2,000
8	1,383	1,532	1,544	4,459	1,486
9	2,047	1,777	1,948	5,772	1,924
10	2,346	2,064	2,174	6,584	2,195
<b>Total</b>	11,860	11,898	11,637	35,395	11,798
<b>Promedios</b>	1,483	1,487	1,455	4,424	1,475

**Cuadro 14. Análisis de varianza para la biomasa fresca aérea (BFR) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	5,61	11	0,51	48,64	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,02	2	0,01	0,81	0,4609
<b>Tratamientos</b>	5,59	9	0,62	59,27	<0,0001
<b>Error</b>	0,19	18	0,01		
<b>Total</b>	5,8	29			

Coefficiente de variación = 6,43%.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 15. Totales y promedios de la biomasa fresca radical (BFA) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	0,697	0,744	0,622	2,063	0,688
2	0,751	0,672	0,731	2,154	0,718
3	0,437	0,451	0,399	1,287	0,429
4	0,706	0,622	0,595	1,923	0,641
5	0,694	0,799	0,693	2,186	0,729
6	0,475	0,475	0,434	1,384	0,461
7	0,723	0,783	0,756	2,262	0,754
8	0,758	0,739	0,854	2,351	0,784
9	0,692	0,791	0,748	2,231	0,744
10	0,838	0,873	0,783	2,494	0,831
<b>Total</b>	5,241	5,285	5,084	15,610	5,203
<b>Promedios</b>	0,655	0,661	0,636	1,951	0,650

**Cuadro 16. Análisis de varianza para la biomasa fresca radical (BFR) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	0,48	11	0,04	19,54	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,01	2	0,0028	1,24	0,3126
<b>Tratamientos</b>	0,48	9	0,05	23,6	<0,0001
<b>Error</b>	0,04	18	0,0023		
<b>Total</b>	0,52	29			

Coefficiente de variación = 7 %.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 17. Totales y promedios de la biomasa fresca total (BFA) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	2,261	2,296	2,022	6,579	2,193
2	2,389	2,170	2,442	7,001	2,334
3	1,516	1,402	1,346	4,264	1,421
4	1,921	1,998	1,768	5,687	1,896
5	2,662	2,938	2,779	8,379	2,793
6	1,420	1,297	1,305	4,022	1,341
7	2,791	2,811	2,661	8,263	2,754
8	2,141	2,271	2,398	6,810	2,270
9	2,739	2,568	2,696	8,003	2,668
10	3,184	2,937	2,957	9,078	3,026
<b>Total</b>	17,101	17,183	16,721	51,005	17,002
<b>Promedios</b>	2,138	2,148	2,090	6,376	2,125

**Cuadro 18. Análisis de varianza para la biomasa fresca total (BFT) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	8,94	11	0,81	57,35	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,02	2	0,01	0,75	0,4884
<b>Tratamientos</b>	8,92	9	0,99	69,93	<0,0001
<b>Error</b>	0,25	18	0,01		
<b>Total</b>	9,19	29			

Coefficiente de variación = 5,24 %.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 19. Totales y promedios de la biomasa seca aérea (BFA) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	0,138	0,124	0,137	0,399	0,133
2	0,135	0,135	0,147	0,417	0,139
3	0,087	0,082	0,088	0,257	0,086
4	0,112	0,116	0,113	0,341	0,114
5	0,150	0,152	0,153	0,455	0,152
6	0,073	0,071	0,078	0,222	0,074
7	0,179	0,151	0,154	0,484	0,161
8	0,110	0,126	0,113	0,349	0,116
9	0,154	0,161	0,153	0,468	0,156
10	0,168	0,187	0,184	0,539	0,180
<b>Total</b>	0,984	0,957	0,983	2,924	0,975
<b>Promedios</b>	0,123	0,120	0,123	0,366	0,122

**Cuadro 20. Análisis de varianza para la biomasa seca aérea (BSA) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	0,03	11	0,0028	44,54	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,000014	2	0,000007	0,11	0,8944
<b>Tratamientos</b>	0,03	9	0,0034	54,41	<0,0001
<b>Error</b>	0,0011	18	0,000063		
<b>Total</b>	0,03	29			

Coefficiente de variación = 6,04%.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 21. Totales y promedios de la biomasa seca radical (BFA) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	0,063	0,064	0,062	0,189	0,063
2	0,066	0,070	0,062	0,198	0,066
3	0,042	0,044	0,039	0,125	0,042
4	0,055	0,064	0,056	0,175	0,058
5	0,071	0,072	0,070	0,213	0,071
6	0,043	0,043	0,042	0,128	0,043
7	0,073	0,071	0,069	0,213	0,071
8	0,072	0,070	0,069	0,211	0,070
9	0,071	0,066	0,069	0,206	0,069
10	0,082	0,082	0,069	0,233	0,078
<b>Total</b>	0,485	0,498	0,469	1,452	0,484
<b>Promedios</b>	0,061	0,062	0,059	0,182	0,061

**Cuadro 22. Análisis de varianza para la biomasa seca radical (BSR) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	0,0041	11	0,00037	44,07	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,000085	2	0,000042	5,05	0,0181
<b>Tratamientos</b>	0,004	9	0,00044	52,73	<0,0001
<b>Error</b>	0,00015	18	0,0000084		
<b>Total</b>	0,0042	29			

Coefficiente de variación = 4,60%.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 23. Totales y promedios de la biomasa seca total (BFA) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	0,153	0,152	0,150	0,455	0,152
2	0,154	0,160	0,152	0,466	0,155
3	0,205	0,216	0,209	0,630	0,210
4	0,144	0,143	0,148	0,435	0,145
5	0,222	0,194	0,196	0,612	0,204
6	0,183	0,197	0,182	0,562	0,187
7	0,226	0,231	0,222	0,679	0,226
8	0,239	0,253	0,253	0,745	0,248
9	1,066	1,039	1,052	3,157	1,052
10	0,608	0,618	0,592	1,818	0,606
<b>Total</b>	1,526	1,546	1,512	4,584	1,528
<b>Promedios</b>	0,191	0,193	0,189	0,573	0,191

**Cuadro 24. Análisis de varianza para la biomasa seca total (BST) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	0,06	11	0,01	77,74	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,00003	2	0,000015	0,24	0,7916
<b>Tratamientos</b>	0,05	9	0,01	94,96	<0,0001
<b>Error</b>	0,0012	18	0,000064		
<b>Total</b>	0,06	29			

Coefficiente de variación = 4,13%.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 25. Totales y promedios para la relación parte aérea/ parte radicular (ITR) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	2,190	1,938	2,210	6,338	2,113
2	2,045	1,929	2,371	6,345	2,115
3	2,071	1,864	2,256	6,191	2,064
4	2,036	1,813	2,018	5,867	1,956
5	2,113	2,111	2,186	6,410	2,137
6	1,698	1,651	1,857	5,206	1,735
7	2,452	2,127	2,232	6,811	2,270
8	1,528	1,800	1,638	4,965	1,655
9	2,169	2,439	2,217	6,826	2,275
10	2,049	2,280	2,667	6,996	2,332
<b>Total</b>	16,134	15,231	16,767	48,132	16,044
<b>Promedios</b>	2,017	1,904	2,096	6,017	2,006

**Cuadro 26. Análisis de varianza para la relación parte aérea/ parte radicular (ITR) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	1,53	11	0,14	5,48	0,0008
<b>Repeticiones</b>	0,16	2	0,08	3,18	0,0655
<b>Tratamientos</b>	1,37	9	0,15	5,99	0,0006
<b>Error</b>	0,46	18	0,03		
<b>Total</b>	1,98	29			

Coefficiente de variación = 7,71%.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 27. Totales y promedios para el índice de calidad de desarrollo (IQD) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedios
	I	II	III		
1	0,292	0,287	0,301	0,881	0,294
2	0,305	0,301	0,273	0,879	0,293
3	0,189	0,177	0,179	0,545	0,182
4	0,268	0,273	0,257	0,798	0,266
5	0,330	0,302	0,323	0,955	0,318
6	0,193	0,194	0,188	0,575	0,192
7	0,364	0,327	0,347	1,038	0,346
8	0,303	0,328	0,305	0,936	0,312
9	0,330	0,288	0,326	0,943	0,314
10	0,376	0,396	0,372	1,144	0,381
<b>Total</b>	2,244	2,190	2,173	6,607	2,202
<b>Promedios</b>	0,281	0,274	0,272	0,826	0,275

**Cuadro 28. Análisis de varianza para el índice de calidad de desarrollo (IQD) de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a los 25 dds.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
<b>Modelo</b>	0,11	11	0,01	49,05	<0,0001
<b>Repeticiones</b>	0,00029	2	0,00014	0,72	0,4999
<b>Tratamientos</b>	0,11	9	0,01	59,79	<0,0001
<b>Error</b>	0,0036	18	0,0002		
<b>Total</b>	0,11	29			

Coefficiente de variación = 4,87%.

\*= Significativo al ( $p \leq 0,05$ )

n.s = No significativo al ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 29. Densidad aparente (Da) en g/cm<sup>3</sup> de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	0,22	0,22	0,22	0,65	0,22
T2	0,10	0,10	0,11	0,31	0,10
T3	0,23	0,23	0,23	0,69	0,23
T4	0,22	0,22	0,22	0,65	0,22
T5	0,16	0,16	0,16	0,48	0,16
T6	0,12	0,12	0,12	0,37	0,12
T7	0,11	0,11	0,10	0,32	0,11
T8	0,08	0,08	0,08	0,25	0,08
T9	0,17	0,17	0,17	0,51	0,17
T10	0,13	0,13	0,13	0,39	0,13
Total	1,55	1,53	1,54	4,62	
Promedio	0,16	0,15	0,15	0,46	0,15

T1:(CA (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T2: (FC (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T3:(CA (T1+<0,5mm) 60:40), T4:(CA (T1+0,5-1mm) 60:40), T5:(CA (T1+>2mm) 60:40), T6:(FC (T2+<0,5mm) 60:40), T7: (FC (T2+0,5-1mm) 60:40), T8: (FC (T2+>2mm) 60:40), T9: (CA+FC (T1+T2) 60:40), T10: (CA+FC (T1+T2) 40:60)

**Cuadro 30. Análisis de varianza para la densidad aparente (Da) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	2	0,00000	0,00000	0,00	>0,9999 n.s
Tratamientos	9	0,08039	0,00893	1205,80	<0,0001 *
Error	18	0,00013	0,00001		
Total	29	0,08052			

Coefficiente de variación: 1,77 %

\*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

**Cuadro 31. Capacidad de retención de humedad (CRH) en % de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	39,41	40,45	38,31	118,16	39,39
T2	38,09	39,19	36,94	114,22	38,07
T3	57,53	56,85	58,06	172,44	57,48
T4	52,56	51,22	51,92	155,69	51,90
T5	33,29	33,93	34,82	102,03	34,01
T6	56,83	57,04	57,96	171,83	57,28
T7	50,20	50,17	51,27	151,64	50,55
T8	35,11	35,86	35,84	106,81	35,60
T9	48,21	48,72	47,75	144,69	48,23
T10	39,97	41,10	37,50	118,57	39,52
Total	451,19	454,54	450,35	1356,08	
Promedio	45,12	45,45	45,04	135,61	45,20

T1:(CA (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T2: (FC (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T3:(CA (T1+<0,5mm) 60:40), T4:(CA (T1+0,5-1mm) 60:40), T5:(CA (T1+>2mm) 60:40), T6:(FC (T2+<0,5mm) 60:40), T7: (FC (T2+0,5-1mm) 60:40), T8: (FC (T2+>2mm) 60:40), T9: (CA+FC (T1+T2) 60:40), T10: (CA+FC (T1+T2) 40:60)

**Cuadro 32. Análisis de varianza para la capacidad de retención de humedad de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Fuente de Variación	de Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	2	0,96945	0,48472	0,55	0,5849 n.s
Tratamientos	9	2139,86780	237,76309	271,03	<0,0001*
Error	18	15,79082	0,87727		
Total	29	2156,62807			

Coefficiente de variación: 2,07%

\*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

**Cuadro 33. Porosidad de aireación (PA) en % de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	28,45	27,92	28,72	85,09	28,36
T2	34,90	35,30	34,49	104,69	34,90
T3	8,99	8,46	9,53	26,98	8,99
T4	14,76	14,63	14,90	44,29	14,76
T5	35,03	35,84	34,23	105,09	35,03
T6	14,90	28,86	14,36	58,12	19,37
T7	23,35	24,02	22,68	70,06	23,35
T8	41,20	40,40	41,20	122,81	40,94
T9	20,67	20,27	21,07	62,01	20,67
T10	31,81	31,54	32,08	95,43	31,81
Total	254,07	267,23	253,27	774,57	
Promedio	25,41	26,72	25,33	77,46	25,82

T1:(CA (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T2: (FC (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T3:(CA (T1+<0,5mm) 60:40), T4:(CA (T1+0,5-1mm) 60:40), T5:(CA (T1+>2mm) 60:40), T6:(FC (T2+<0,5mm) 60:40), T7: (FC (T2+0,5-1mm) 60:40), T8: (FC (T2+>2mm) 60:40), T9: (CA+FC (T1+T2) 60:40), T10: (CA+FC (T1+T2) 40:60)

**Cuadro 34. Análisis de varianza para porosidad de aireación (PA) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	2	12,32643	6,16321	0,87	0,4349 n.s
Tratamiento	9	2752,80708	305,86745	43,29	<0,0001*
Error	18	127,16924	7,06496		
Total	29	2892,30275			

Coefficiente de variación: 10,29%

\*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

**Cuadro 35. Porosidad total (PT) en % de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	67,86	68,37	67,03	203,26	67,75
T2	72,99	74,49	71,43	218,91	72,97
T3	66,52	65,31	67,59	199,42	66,47
T4	67,32	65,85	66,81	199,98	66,66
T5	68,32	69,77	69,04	207,12	69,04
T6	71,73	70,96	72,32	229,94	71,67
T7	73,55	74,20	73,95	221,70	73,90
T8	76,32	76,26	77,04	229,62	76,54
T9	68,88	68,99	68,83	206,69	68,90
T10	71,78	72,64	69,58	214,00	71,33
Total	705,26	706,84	703,62	2115,71	
Promedio	70,53	70,684	70,36	211,571	70,52

T1:(CA (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T2: (FC (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T3:(CA (T1+<0,5mm) 60:40), T4:(CA (T1+0,5-1mm) 60:40), T5:(CA (T1+>2mm) 60:40), T6:(FC (T2+<0,5mm) 60:40), T7: (FC (T2+0,5-1mm) 60:40), T8: (FC (T2+>2mm) 60:40), T9: (CA+FC (T1+T2) 60:40), T10: (CA+FC (T1+T2) 40:60)

**Cuadro 36. Análisis de varianza para la porosidad total (PT) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	2	0,15853	0,265926	0,29	0,7552 n.s
Tratamiento	9	298,15687	33,12854	36,44	<0,0001 *
Error	18	16,36314	0,90906		
Total	29	315,03854			

Coefficiente de variación: 1,35%

\*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad.

**Cuadro 37. Potencial de hidrógeno (pH) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	7,47	7,39	7,49	22,35	7,45
T2	7,01	7,06	7,08	21,15	7,05
T3	7,49	7,89	7,96	23,34	7,78
T4	7,53	7,67	7,66	22,86	7,62
T5	7,75	7,59	7,63	22,97	7,66
T6	6,29	6,39	6,34	19,02	6,34
T7	6,36	6,22	6,23	18,81	6,27
T8	6,42	6,58	6,32	19,32	6,44
T9	7,12	6,93	7,04	21,09	7,03
T10	6,94	6,83	6,72	20,49	6,83
Total	70,38	70,55	70,47	211,40	
Promedio	7,04	7,06	7,05	21,14	7,05

T1:(CA (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T2: (FC (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T3:(CA (T1+<0,5mm) 60:40), T4:(CA (T1+0,5-1mm) 60:40), T5:(CA (T1+>2mm) 60:40), T6:(FC (T2+<0,5mm) 60:40), T7: (FC (T2+0,5-1mm) 60:40), T8: (FC (T2+>2mm) 60:40), T9: (CA+FC (T1+T2) 60:40), T10: (CA+FC (T1+T2) 40:60)

**Cuadro 38. Análisis de varianza para el potencial de hidrógeno (pH) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	2	0,00145	0,00072	0,05097	0,9504 n.s
Tratamientos	9	8,75740	0,97304	68,57255	<0,0001 *
Error	18	0,25542	0,01419		
Total	29	9,01427			

Coefficiente de variación: 1,7%

\*= significativo al 5% de probabilidad.

n.s = no significativo al 5% de probabilidad

**Cuadro 39. Conductividad eléctrica (Ce) en ds/m de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio
	I	II	III		
T1	0,37	0,38	0,39	1,13	0,38
T2	0,46	0,47	0,49	1,42	0,47
T3	0,62	0,64	0,66	1,92	0,64
T4	0,49	0,47	0,48	1,44	0,48
T5	0,30	0,31	0,33	0,94	0,31
T6	1,03	0,96	0,97	2,96	0,99
T7	1,15	1,34	1,36	3,85	1,28
T8	0,60	0,59	0,56	1,75	0,58
T9	0,30	0,32	0,33	0,95	0,32
T10	0,50	0,48	0,47	1,45	0,48
Total	5,82	5,94	6,03	17,80	
Promedio	0,58	0,59	0,60	1,78	0,59

T1:(CA (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T2: (FC (1-1,2mm+1,2-2mm) 50:50), T3:(CA (T1+<0,5mm) 60:40), T4:(CA (T1+0,5-1mm) 60:40), T5:(CA (T1+>2mm) 60:40), T6:(FC (T2+<0,5mm) 60:40), T7: (FC (T2+0,5-1mm) 60:40), T8: (FC (T2+>2mm) 60:40), T9: (CA+FC (T1+T2) 60:40), T10: (CA+FC (T1+T2) 40:60)

**Cuadro 401. Análisis de varianza para la conductividad eléctrica (Ce) de los diferentes tratamientos usados en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**

Fuente de Variación	de Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor Fc	Pr>F
Repeticiones	2	0,00216	0,00108	0,63702	0,5404 n.s
Tratamientos	9	2,62491	0,29166	171,98204	<0,0001*
Error	18	0,03053	0,00170		
Total	29	2,65760			

## HOJAS METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/6

<b>Título</b>	Evaluación de sustratos a base de mezclas de fibra de coco y cascarilla de arroz en la producción de plántulas de tomate ( <i>solanum lycopersicum</i> l.)
---------------	--

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
<b>Figuera Pérez, Hiljuan José</b>	<b>CVLAC</b>	<b>C.I: 21.340.001</b>
	<b>e-mail</b>	hiljuanfiguera@gmail.com
	<b>CVLAC</b>	<b>C.I:</b>
	<b>e-mail</b>	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor está registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el número de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

### Palabras o frases claves:

granulometría
germinación
semillero
porosidad
tesis de trabajo de grado

El representante de la subcomisión de tesis solicitará a los miembros del jurado la lista de las palabras claves. Deben indicarse por lo menos cuatro (4) palabras clave.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/6

### Líneas y sub líneas de investigación:

Área	Sub-área
Tecnología y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Agronómica

Debe indicarse por lo menos una línea o área de investigación y por cada área por lo menos un subárea. El representante de la subcomisión solicitará esta información a los miembros del jurado.

### Resumen (Abstract):

El cultivo de plantas realizado en recipientes con sustratos presenta diferencias sustanciales con respecto del cultivo realizado en pleno suelo. En este ensayo el objetivo fue evaluar sustratos a base de mezclas de fibra de coco y cascarilla de arroz en la producción de plántulas de tomate, divididos previamente en cuatro fracciones granulométricas (0,5; 1; 1,2 y 2mm) y mezclados entre sí para un total de 10 tratamientos, con 3 repeticiones. A los 30 días después de la siembra se realizaron las mediciones de las variables correspondientes. Adicionalmente se caracterizaron los sustratos. Se utilizó un Diseño bloques al azar (DBA). Los resultados indican que los tratamientos con mayores densidades son los correspondientes a la cascarilla de arroz, por otro lado la granulometría fina de los sustratos a base fibra de coco y cascarilla de arroz de manera que restringió la porosidad de aireación (menor a 10%). los tratamientos T3, T6, T4 y T7 con granulometrías finas presentaron los mayores valores de retención de humedad. Así mismo en cuanto a las propiedades químicas los tratamientos T7, T6, T8 y T10 se encuentran dentro del rango óptimo de pH (6-7). La mayoría de los tratamientos cumplen con el valor recomendado para la CE (menor a 1dS/m) a excepción del tratamiento T7. La germinación se vio favorecida por los sustratos con granulometría mayor a 1mm y mayor porcentaje de fibra de coco (tratamientos 8, 10 y 5) en las que destacan su retención de humedad, porosidad total y reducida conductividad eléctrica, óptimas para la germinación. El diámetro, la altura, el área foliar y las biomásas en el tratamiento 10 arrojaron los mejores resultados, seguido por el tratamiento 5 en algunas variables, debido a que estos presentaron mejor equilibrio entre las variables físicas del sustrato. Por último el T10 y T5 han sido los dos tratamientos que han destacado positivamente en las variables previamente descritas según el IQD.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Prof. Julio Royett	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>C.I 18.651.313</b>
	<b>e-mail</b>	Jroyett.udomonagas@gmail.com
Msc. Cesar Rivero	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>C.I 13.379.095</b>
	<b>e-mail</b>	cesarjriveroq25@gmail.com
Prof. Marden Vasquez	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>C.I 5.721.636</b>
	<b>e-mail</b>	mardenv@gmail.com

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor está registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el número de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores. La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2023	08	10

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

**Lenguaje:** spa

Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para inglés es en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/6

### Archivo(s):

<b>Nombre de archivo</b>
<b>Hiljuan.Figuera.docx</b>

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M  
N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2  
3 4 5 6 7 8 9 \_ - .**

### Alcance:

Espacial: \_\_\_\_\_ (opcional)

Temporal: \_\_\_\_\_ (opcional)

### Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Agrónomo

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarum en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

**Nivel Asociado con el trabajo:** Ingeniería

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

### Área de Estudio:

Tecnología y Ciencias aplicadas

Usualmente es el nombre del programa o departamento.

### Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

Si como producto de convenciones, otras instituciones además de la Universidad de Oriente, avalan el título o grado obtenido, el nombre de estas instituciones debe incluirse aquí.

## Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

RECIBIDO POR [Firma]  
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Cordialmente,  
[Firma]  
**JUAN A. BOLANOS CURTEL**  
Secretario

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/manaja

**Hoja de metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6**

**Derechos:**

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (VIGENTE a partir del II Semestre 2009, según comunicado CU-034-2009):** “Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad, y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, que deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización.”



---

**Hijuan Figuera**

**Autor**



---

**Msc. Julio Royett**

**Asesor académico**