

**EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y SUS MEZCLAS, PARA LA
PROPAGACIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) TIPO CHONTO DE
CRECIMIENTO INDETERMINADO, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO,
EN LA SABANA OCCIDENTE DE BOGOTÁ**

ANAMARÍA ESPINOSA MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
VILLAVICENCIO – META
2019**

**EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y SUS MEZCLAS, PARA LA
PROPAGACIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) TIPO CHONTO DE
CRECIMIENTO INDETERMINADO, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO,
EN LA SABANA OCCIDENTE DE BOGOTÁ**

ANAMARÍA ESPINOSA MARTÍNEZ

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo**

Directora

Ingeniero Agrónoma. Fidela Patricia Pardo Carrasco

Codirector

Ingeniero Agrónomo. Hernán Javier Monroy López

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
VILLAVICENCIO – META**

2019

Nota de aceptación

Directora de tesis

Ingeniero Agrónoma. Fidela Patricia Pardo Carrasco

Codirector de tesis

Ingeniero Agrónomo. Hernán Javier Monroy López

Jurado

Ingeniero Agrónomo. Carlos Alberto Herrera

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la salud y permitirme la oportunidad de que se haya dado en mi vida este proceso de aprendizaje a lo largo de mi carrera y en este punto de culminación.

A mi madre; Lida Martínez Ospina, quien ha sido ayuda y acompañamiento idóneo desde que empecé mis estudios y ahora que está por terminar esta etapa.

A mi directora tesis la profesora Fidela Pardo y jurados, los profesores Edgar Alejo y Carlos Herrera, quienes han aportado de ellos, para que este trabajo de investigación se haya podido ejecutar.

A mi codirector de tesis, compañero de trabajo, y tutor, Hernán Javier Monroy por enseñarme de lo que ha aprendido en su vida profesional y quien ha sido un gran maestro en este proyecto.

A la empresa Saénz Fety S.A.S, por darme la oportunidad de trabajo, ser apoyo y acompañamiento incondicional para realizar este trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE GRÁFICAS	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE ANEXOS	10
1. RESUMEN.....	15
2. ABSTRACT.....	16
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. INTRODUCCIÓN	18
5. MARCO TEÓRICO	20
5.1 SUSTRATOS PARA PROPAGACIÓN	20
5.1.1 Turba	21
5.1.2 Fibra de coco.....	22
5.2 GENERALIDADES DEL TOMATE	22
5.3 PRODUCCIÓN DE TOMATE.....	23
5.4 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE	23
6. METODOLOGÍA	25

6.1	LOCALIZACIÓN.....	25
6.2	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	25
6.2.1	Descripción de tratamientos	26
6.2.2	Diseño en invernadero.....	28
6.2.3	Materiales y descripción	29
6.3	VARIABLES MEDIDAS.....	29
6.3.1	Variables medidas por unidad experimental	29
6.3.2	Variables medidas en todas las plantas.....	30
6.4	ANÁLISIS EXPERIMENTAL	31
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
7.1	NÚMERO DE HOJAS VERDADERAS.....	33
7.2	ALTURA DE TALLOS	35
7.3	DIAMETRO DE TALLOS	38
7.4	PORCENTAJE DE MATERIA SECA.....	40
7.5	PORCENTAJE DE EMERGENCIA	42
7.6	PORCENTAJE PLANTAS EFECTIVAS	43
8.	CONCLUSIONES	45
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
10.	ANEXOS.....	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos a evaluar	26
Tabla 2. Promedio de número de hojas de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).....	33
Tabla 3. Promedios de altura de tallos en cm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).....	35
Tabla 4. Promedios de diámetros del tallo en mm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).....	38
Tabla 5. Promedios de los porcentajes de materia de la parte aérea y radicular de las plantulas, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).....	40
Tabla 6. Promedio de porcentaje de emergencia del 2 al 7, después de la siembra	42
Tabla 7. Promedio de porcentaje de emergencia del 8 al 14, después de la siembra.....	42
Tabla 8. Promedio de porcentaje de plantas efectivas por repetición, en el tratamiento 1.....	44

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Tendencia por día del número de hojas verdaderas y comparación de medias por día (Agrupamiento TUKEY: a, b, c y d).....	34
Gráfica 2. Tendencia del promedio de altura de tallos en cm y comparación de medias por día (Agrupamiento TUKEY: a, b, c y d).....	36
Gráfica 3. Tendencia del promedio de diámetros de tallos en mm y comparación de medias por día (Agrupamiento TUKEY: a, b, c y d).....	39
Gráfica 4. Valores promedio del porcentaje de materia seca de la parte aérea y radicular de las plántulas por tratamiento y comparación de medias por día (Agrupamiento TUKEY: a, b, c y d).....	41
Gráfica 5. Tendencia del promedio de porcentaje de emergencia de las plantas a través de los días.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Satelital de Funza. Recuperado de: https://satellites.pro/Mapa_del_Mundo#4.746107,-74.198141,14	25
Figura 2. Distribución del diseño experimental en el invernadero.....	28

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 10 después de la siembra.....	50
Anexo 2. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 13 después de la siembra.....	50
Anexo 3. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 17 después de la siembra.....	51
Anexo 4. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 20 después de la siembra.....	51
Anexo 5. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 24 después de la siembra.....	51
Anexo 6. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 27 después de la siembra.....	52
Anexo 7. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 31 después de la siembra.....	52
Anexo 8. Análisis de varianza de alturas en el día 6 después de la siembra.....	53
Anexo 9. Análisis de varianza de alturas en el día 10 después de la siembra.....	53
Anexo 10. Análisis de varianza de alturas en el día 13 después de la siembra....	54
Anexo 11. Análisis de varianza de alturas en el día 17 después de la siembra....	54
Anexo 12. Análisis de varianza de alturas en el día 20 después de la siembra....	55
Anexo 13. Análisis de varianza de alturas en el día 24 después de la siembra....	55

Anexo 14. Análisis de varianza de alturas en el día 27 después de la siembra. ...	56
Anexo 15. Análisis de varianza de alturas en el día 31 después de la siembra. ...	56
Anexo 16. Análisis de varianza de diámetros en el día 10 después de la siembra.	56
Anexo 17. Análisis de varianza de diámetros en el día 13 después de la siembra.	57
Anexo 18. Análisis de varianza de diámetros en el día 17 después de la siembra.	57
Anexo 19. Análisis de varianza de diámetros en el día 20 después de la siembra.	58
Anexo 20. Análisis de varianza de diámetros en el día 24 después de la siembra.	58
Anexo 21. Análisis de varianza de diámetros en el día 27 después de la siembra.	59
Anexo 22. Análisis de varianza de diámetros en el día 31 después de la siembra.	59
Anexo 23. Análisis de varianza del ARCOSEN ($\sqrt{\quad}$) de los porcentajes de materia de la parte aérea de plántulas.	60
Anexo 24. Análisis de varianza del ARCOSEN ($\sqrt{\quad}$) de los porcentajes de materia de la parte radicular de las plántulas.	60
Anexo 25. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 10 después de la siembra.....	60

Anexo 26. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 13 después de la siembra.....	61
Anexo 27. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 17 después de la siembra.....	62
Anexo 28. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 20 después de la siembra.....	62
Anexo 29. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 24 después de la siembra.....	63
Anexo 30. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 27 después de la siembra.....	64
Anexo 31. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 31 después de la siembra.....	64
Anexo 32. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 6 después de la siembra.	65
Anexo 33. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 10 después de la siembra.....	66
Anexo 34. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 13 después de la siembra.....	66
Anexo 35. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 17 después de la siembra.....	67
Anexo 36. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 20 después de la siembra.....	67

Anexo 37. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 24 después de la siembra.....	68
Anexo 38. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 27 después de la siembra.....	69
Anexo 39. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 31 después de la siembra.....	69
Anexo 40. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 10 después de la siembra.....	70
Anexo 41. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 13 después de la siembra.....	71
Anexo 42. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 17 después de la siembra.....	71
Anexo 43. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 20 después de la siembra.....	72
Anexo 44. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 24 después de la siembra.....	72
Anexo 45. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 27 después de la siembra.....	73
Anexo 46. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 31 después de la siembra.....	74
Anexo 47. Prueba TUKEY (0,05) con los porcentajes de materia seca de la parte aérea.	74

Anexo 48. Prueba TUKEY (0,05) con los porcentajes de materia seca de la parte radicular.....	75
Anexo 49. Plantas recién emergidas en los tratamientos.	76
Anexo 50. Primeras mediciones de altura.	76
Anexo 51. Primeras mediciones de diámetro.	76
Anexo 52. Visualización de diferencias en la segunda semana después de emergencia.....	77
Anexo 53. Comparación de tratamientos al día 31 dds.	77
Anexo 54. Comparación de plantas por tratamiento al día 31 dds.	78
Anexo 55. Plantas ya pesadas, listas para proceso de secado en estufa.	78

1. RESUMEN

Debido alto costo, y pequeño tamaño de las semillas de tomate (*Solanum lycopersicum*), antes de su establecimiento como cultivo en sitio definitivo, se hace necesario efectuar procesos de plantulación. Por lo general, la turba es el sustrato más implementado para llevar a cabo este primer paso en el cultivo de tomate, ya que este, es un sustrato costoso y no renovable, se deben buscar alternativas que puedan igualar o mejorar los resultados que se logran con la turba en los semilleros. En este ensayo, se evaluó la respuesta en crecimiento y desarrollo del tomate chonto indeterminado GEM 604 F1, sembrado en turba, fibra de coco y dos de sus mezclas (70% coco – 30% turba y 50% coco – 50% turba), como sustratos. Se implementó un diseño de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos, siendo estos los sustratos; y 5 repeticiones por tratamiento, cada repetición correspondía a la siembra en una bandeja de 128 alveolos con cada tratamiento, en donde de cada repetición, a 10 plantas seleccionadas y marcadas aleatoriamente se les hicieron mediciones a través del tiempo después de la siembra, de altura del tallo, número de hojas verdaderas, diámetro del tallo, porcentaje de emergencia en días determinados y porcentaje de plantas efectivas, hasta cumplir un mes. Aunque en la mezcla 50% coco – 50% turba, se vieron resultados más favorables en el crecimiento en los primeros días después de la siembra, finalizado el ensayo y la toma de datos en la parte experimental, las plántulas germinadas, emergidas y desarrolladas en la turba fueron la únicas que alcanzaron el tamaño adecuado para poder ser trasplantadas a sitio definitivo.

Palabras clave: *Sustrato, turba, coco, plántulas, tomate.*

2. ABSTRACT

Due to high cost, and small size of tomato seeds (*Solanum lycopersicum*), before its establishment as a final site crop, it is necessary to carry out planting processes. In general, peat is the most implemented substrate to carry out this first step in tomato cultivation, since this is an expensive and non-renewable substrate, alternatives that can match or improve the results achieved must be sought with the peat in the seedbeds. In this trial, the growth and development response of the GEM 604 F1 undetermined chubby tomato, planted in peat, coconut fiber and two of its mixtures (70% coco - 30% peat and 50% coco - 50% peat), was evaluated, as substrates A completely randomized block design was implemented, with 4 treatments, these being the substrates; and 5 repetitions per treatment, each repetition corresponded to the sowing in a tray of 128 alveoli with each treatment, where from each repetition, 10 plants selected and randomly marked were measured over time after sowing, height of the stem, number of true leaves, diameter of the stem, percentage of emergency on certain days and percentage of effective plants, until reaching one month. Although in the mixture 50% coconut - 50% peat, more favorable results were seen in the growth in the first days after sowing, after the trial and data collection in the experimental part, the seedlings germinated, emerged and developed in the peat were the only ones that reached the right size to be able to be transplanted to definitive site.

Key words: *Substrate, peat, coconut, seedlings, tomato.*

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar turba, fibra de coco y sus mezclas en diferentes porcentajes, como sustratos para la propagación de tomate chonto de crecimiento indeterminado.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y registrar las diferencias que se encuentran en el crecimiento y desarrollo de la parte aérea y de la parte radicular de las plántulas, entre los tratamientos.
- Evaluar la precocidad de los tratamientos para la obtención de plantas efectivas.
- Determinar en cuál de los tratamientos se obtienen las mejores plántulas.

4. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el tomate es una de las hortalizas más importantes, en Colombia para el año 2017, el área cultivada de tomate ocupó 7.283 ha, con un producción de 183.419 ton (Agronet, 2018), aunque se ha presentado una disminución en el área cultivada y en el rendimiento a través de los años, sigue siendo un cultivo hortícola de mucha importancia e implementación, por lo que es muy importante ser eficiente en todas las etapas del proceso productivo del tomate, y en especial en la fase inicial del cultivo.

Por lo general, en los cultivos hortícolas se efectúa la práctica de plantulación en semilleros, autores como Parasana *et al* (2013), indican que la obtención de buenos resultados en un cultivo, están ligados al óptimo establecimiento y desarrollo en las fases iniciales del cultivo, como lo son la germinación y plantulación, refieren que estas etapas están influidas por la fisiología de la especie, las condiciones medio ambientales y el sustrato en el que se inician. Para el caso del tomate en Colombia no se encuentra amplio registro literario acerca del crecimiento y desarrollo de las plantas en los semilleros.

En los procesos de plantulación en general en el país, el sustrato más usado para la propagación, es la turba (CORPOICA, 2012), este es un sustrato que le aporta a las plantas condiciones fisicoquímicas y biológicas para el buen desarrollo aéreo y radicular, pero su proceso de obtención es lento y no se origina en condiciones tropicales, por lo que lo hace un insumo costoso, además de ser un sustrato no renovable, generando necesidad de buscar otros sustratos como opciones en la plantulación, en este caso para el tomate.

Existen registros que en países como México la fibra de coco en mezclas, se utiliza como sustrato en bandejas de confinamiento para la producción de plántulas, (Muratalla *et al*, 2006), y es ampliamente utilizado como sustrato de plantaciones hidropónicas, por lo que a nivel local se puede ver como una alternativa en la propagación del tomate.

En este trabajo se busca evaluar la turba y la fibra de coco como sustratos para la propagación de tomate tipo chonto de crecimiento indeterminado, con el fin de registrar en cuál de estos, las plántulas presentan un mejor crecimiento y desarrollo, y determinar si el coco puede jugar un papel importante como alternativa a la turba, simulando las condiciones conocidas comercialmente, a las que los productores tomateros desarrollan esta fase inicial de su cultivo.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 SUSTRATOS PARA PROPAGACIÓN

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, ya sea natural o de síntesis, residual, mineral u orgánico que, colocado en un contenedor, en forma pura o mezcla, permite el anclaje del sistema radical de la planta, desarrollando el papel de soporte de las misma; así como el de proveer agua y nutrientes, permitiendo el intercambio gaseoso desde y hacia la raíz para su apropiado funcionamiento (Quesada & Méndez, 2005).

Es importante tener en cuenta que los sustratos pueden intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de las plantas y la elección de los sustratos depende de varios factores que afectan el crecimiento de la plántula, tales como el pH, la capacidad de intercambio catiónico, la porosidad, la salinidad y otros factores operativos como costo, disponibilidad, uniformidad y facilidad de manejo (Cadahía, 2005).

Dentro de las propiedades físicas que en mayor medida caracterizan a un buen sustrato, en cuanto a su aptitud para la germinación, el enraizamiento y el desarrollo de plantas, se encuentran las siguientes: alta capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, distribución del tamaño de partículas adecuado para mantener estas condiciones, baja densidad aparente, adecuada porosidad total y estructura estable que impida la contracción del sustrato (Masaguer, 2007). Adicionalmente, también se debe estimar un equilibrio de pH, este se puede situar en un rango de 5,5 a 6 como valor ideal para la mayoría de plantas, y también su esterilidad logrando estar libre de patógenos, semillas de arvenses y evitando también el exceso de elementos nutritivos (Moreno, 2002).

La mayoría de sustratos usados en la producción de plantas de contenedor consisten en una combinación de componentes orgánicos e inorgánicos. Algunos de los materiales inorgánicos más populares incluyen arena, vermiculita, perlita, arcilla calcinada, piedra pómez y otros subproductos minerales. Por otro lado, los componentes orgánicos más populares incluyen: turba, productos de madera (corteza, aserrín, virutas), composta de materia orgánica o desechos de jardinería, polvo de coco, lodos de depuradora, estiércol, paja, cascarilla de arroz entre otros (Cabrera, 2002).

5.1.1 Turba

Uno de los materiales más ampliamente utilizados como sustrato para producción de plántula, es la turba. Es un material orgánico formado por la descomposición lenta de vegetales, que se extrae de depósitos de restos de vegetación acuática, pantanosa o de ciénaga, que se encuentra en regiones pantanosas con exceso de humedad y deficiencia de oxigenación (Berrospe *et al*, 2012). Uno de los principales elementos que lo integran son los restos parcialmente descompuestos de musgo del género *Sphagnum*; además de juncos y juncas: se encuentran principalmente en zonas pantanosas de Canadá, norte de Europa y Rusia; es un sustrato difícilmente renovable, ya que proviene de la deposición natural de los residuos vegetales que caen sobre el suelo, descomponiéndose lentamente durante cientos de años (Flores *et al*, 2008).

La turba tiene un alto contenido de humus, naturalmente es ácida, tiene un buen nivel de retención de agua, aireación y sobre todo es inerte, al no llevar semillas viables de especies espontáneas. Su estructura inestable y su alta capacidad de intercambio catiónico intervienen en la nutrición vegetal. No todas las turbas son iguales, ya que los vegetales que les dan origen pueden ser muy variables. La turba rubia, aunque es ácida, suele ser mejor que la negra, pues tiene mayor aireación y contenido bajo en sales solubles (López & López, 2012).

5.1.2 Fibra de coco

Por otra parte, la fibra de coco es un material que se obtiene del proceso industrial del tejido de mesocarpio o cáscara del fruto del coco (*Cocos nucifera L*), cultivado en regiones tropicales. Siendo un subproducto de la industria coprera, la calidad del material depende del país en donde se produce y se ha demostrado en general que sus características físicas y químicas son óptimas para su uso en la horticultura (Puerta *et al*, 2012).

La estructura del mesocarpio del coco le confiere alta superficie de contacto, por lo tanto, tiene alta capacidad de intercambio de líquidos y gases. La fibra de coco es altamente higroscópica, tiene una capacidad de retención de agua hasta cuatro veces su peso, pH ligeramente ácido y con una porosidad muy buena. Sin embargo, la salinidad y la variabilidad son dos de los principales problemas de este sustrato, atribuidos al proceso de molienda o desfibrado. Siempre debe determinarse el pH y conductividad eléctrica, ya que en ocasiones deber ser lavado y tratado antes de su uso (Vargas *et al*, 2008).

5.2 GENERALIDADES DEL TOMATE

El tomate *Solanum lycopersicum* pertenece a la familia de las solanáceas, originario de américa del sur, es una planta perenne que se cultiva como anual, puede desarrollarse como planta erecta, rastrera o semierecta, dependiendo de su hábito de crecimiento; las variedades comerciales pueden clasificarse en dos grandes categorías: las de crecimiento determinado y las de crecimiento indeterminado (Luro, 1982).

5.3 PRODUCCIÓN DE TOMATE

Dentro de la producción de tomate en Colombia se encuentran, Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Boyacá y Nariño, como los principales departamentos productores de tomate (Agronet, 2018).

La producción tomate puede ser establecida a campo abierto o bajo condiciones protegidas; práctica que ha venido aumentando durante los últimos años. El tomate tipo “chonto”, es el cultivar de mayor producción y consumo en Colombia (Burbano & Vallejo, 2017), y actualmente los materiales genéticos más utilizados para cultivos bajo cubierta son híbridos de crecimiento indeterminado con alto potencial productivo (Escobar & Lee, 2009).

5.4 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE

La producción de plántulas es un procedimiento de vital importancia para lograr éxito en el cultivo, ya que el futuro de la planta, su crecimiento y producción de fruto es afectado por la calidad de la planta que se lleve a campo, por lo general en la producción de hortalizas, existe la tendencia a adquirir las plántulas donde productores especializados en propagación (FAO, 2007).

Debido al alto costo de las semillas de hortalizas, en especial la semilla híbrida de tomate, cuya alta calidad es hoy exigida por el consumidor, el método más utilizado para obtener plantas sanas y vigorosas es mediante la germinación de la semilla en bandejas plásticas de confinamiento. En el mercado existe una amplia gama de recipientes para la producción de plántulas, donde las más utilizadas son la de polipropileno y para la producción de plántulas de tomate se recomiendan bandejas de 53 a 128 alvéolos (CORPOICA, 2012).

En la Sabana de Bogotá la producción comercial de plántulas se realiza bajo cubierta y se utilizan bandejas de inserción de 128 alvéolos para tomate, pimentón

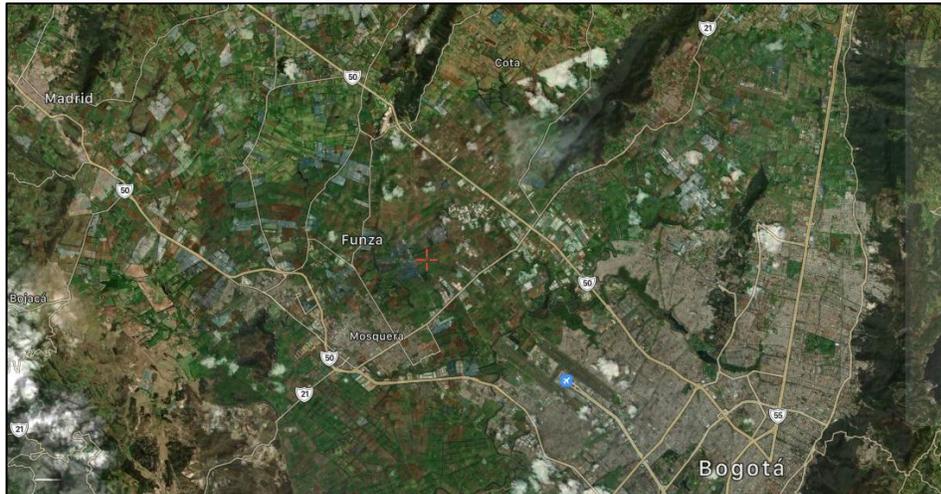
y pepinos. Como sustrato se utiliza la turba importada y las plantas duran un período de 30 a 35 días, cuando las plantas alcanzan de 3 a 4 hojas verdaderas (Bojacá & Monsalve, 2012).

6. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN

La evaluación se llevó a cabo en el Centro de Innovación y Desarrollo (CID) de Sáenz Fety S.A.S, ubicado en la vereda La Isla, del municipio de Funza Cundinamarca; este municipio se encuentra ubicado en la provincia de sabana de occidente a 15 Km de la ciudad de Bogotá. Su altura sobre el nivel del mar es de 2.548 m, y su altitud de 4° 43', cuenta con una temperatura media de 15°C y una precipitación anual promedio de 800 mm (Alcaldía de Funza, 2019).

Figura 1. Mapa Satelital de Funza. Recuperado de:
https://satellites.pro/Mapa_del_Mundo#4.746107,-74.198141,14



6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

En bandejas negras de propagación de 128 alveolos, con turba, fibra de coco y mezclas de estos como sustratos, se realizó la siembra del tomate chonto indeterminado GEM 604 F1, utilizando una semilla por alveolo, estableciéndose

bajo invernadero. El diseño se llevó a cabo mediante un arreglo experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento; por cada repetición se empleó una bandeja, siendo cada repetición una unidad experimental, con un total de 20 unidades experimentales, los tratamientos correspondieron a:

Tabla 1. Tratamientos a evaluar

Nomenclatura	Tratamiento	Descripción
T1	Turba (Testigo)	100% Turba
T2	Coco	100% Coco
T3	Mezcla 1	70% Coco – 30% Turba
T4	Mezcla 2	50% Coco – 50% Turba

6.2.1 Descripción de tratamientos

Cada bandeja tiene una capacidad de 2.9 litros (l) de sustrato.

- Tratamiento 1 (T1). Este tratamiento correspondió a 5 bandejas con turba, siendo el tratamiento testigo del diseño, la cantidad de turba utilizada fue de:

Volumen de sustrato por bandeja (l) x Cantidad de bandejas por tratamiento

$$2,9 \text{ l} \times 5 = 14,5 \text{ l}$$

- Tratamiento 2 (T2). Este tratamiento correspondió a 5 bandejas con fibra de coco, donde la cantidad de coco que se utilizó fue de:

Volumen de sustrato por bandeja (l) x Cantidad de bandejas por tratamiento

$$2,9 \text{ l} \times 5 = 14,5 \text{ l}$$

- Tratamiento 3 (T3). Este tratamiento correspondió a 5 bandejas con una mezcla de 70% de fibra de coco y 30% de turba, donde la cantidad de fibra coco que se utilizó fue de:

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 2,9 \text{ l} \\ 70\% \rightarrow X \end{array}$$

$$X = \frac{70\% \times 2,9 \text{ l}}{100\%} = \frac{203 \text{ l}}{100} = 2,03 \text{ l}$$

Volumen de sustrato por bandeja (l) x Cantidad de bandejas por tratamiento

$$2,03 \text{ l} \times 5 = 10,15 \text{ l}$$

Y turba de:

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 2,9 \text{ l} \\ 30\% \rightarrow X \end{array}$$

$$X = \frac{30\% \times 2,9 \text{ l}}{100\%} = \frac{87 \text{ l}}{100} = 0,87 \text{ l}$$

Volumen de sustrato por bandeja (l) x Cantidad de bandejas por tratamiento

$$0,87 \text{ l} \times 5 = 4,35 \text{ l}$$

- Tratamiento 4 (T4). Este tratamiento correspondió a 5 bandejas con una mezcla de 50% de fibra de coco y 50% de turba, donde las cantidades que se utilizaron de cada uno de los dos sustratos en las bandejas fue de:

$$100\% \rightarrow 2,9 \text{ l}$$

$$50\% \rightarrow X$$

$$X = \frac{50\% \times 2,9 \text{ l}}{100\%} = \frac{145 \text{ l}}{100} = 1,45 \text{ l}$$

Volumen de sustrato por bandeja (l) x Cantidad de bandejas por tratamiento

$$1,45 \text{ l} \times 5 = 7,25 \text{ l}$$

6.2.2 Diseño en invernadero

El diseño se estableció sobre mesas de madera con malla metálica (Anexo 52).

Figura 2. Distribución del diseño experimental en el invernadero

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5
T3R5	T4R2	T2R3	T1R5	T4R4
T2R4	T1R4	T3R4	T4R3	T2R2
T4R1	T2R5	T1R2	T3R2	T1R1
T1R3	T3R1	T4R5	T2R1	T3R3

6.2.3 Materiales y descripción

- Turba Orange: Turba 100% rubia con pH corregido de origen de 5,1 – 6,0, fertilización media, granulometría de 0 - 10 mm, conductividad eléctrica de 0,8 – 1,2 mS/cm.
- Coco Elite: Fibra de coco de granulometría fina de 1,0 – 12 mm, pH de 5,5 – 7,0, con tratamiento de origen para contenido de sales, conductividad de <1,0 mS/cm.
- Bandejas negras: Bandejas para germinación de 128 alveolos, de 53 cm x 31 cm y alveolos de 3,4 cm de alto, con capacidad de 2,9 L de volumen de sustrato.
- Semillas de tomate GEM604 F1: Tomate híbrido tipo chonto de crecimiento indeterminado¹.

Todos los materiales implementados en la evaluación, son productos del portafolio de la empresa Sáenz Fety S.A.S.

6.3 VARIABLES MEDIDAS

6.3.1 Variables medidas por unidad experimental

Estas variables fueron medidas en 10 plantas por unidad experimental, seleccionadas de manera aleatoria y debidamente marcadas.

- Número de hojas verdaderas: Se realizó el conteo de la cantidad de hojas verdaderas los días 6, 10, 13, 17, 20, 24, 27 y 31 después de la siembra.
- Altura de la planta: Con ayuda de una regla se midió la longitud del tallo en cm, desde la base del mismo hasta la inserción de la hoja más joven, los días 6, 10, 13, 17, 20, 24, 27 y 31 después de la siembra.

¹ SÁENZ FETY. Recuperado de: <https://saenzfety.com>. 2019

- Diámetro del tallo: Con ayuda de un pie de rey digital se midió el grosor del tallo en mm, un cm arriba de la base de este, los días 10, 13, 17, 20, 24, 27 y 31 después de la siembra
- Porcentaje de materia seca de la parte aérea: Se realizó el corte de la parte aérea de las plantas evaluadas durante el ciclo por repetición, el corte se hizo en la base del tallo y se tomó el peso fresco, posteriormente se dispusieron en estufa de circulación de aire forzado a 60 °C por 48 horas, y se obtuvo el peso seco de las mismas, donde a partir de la fórmula se pudo determinar el % de materia seca.

$$\% \text{ de materia seca de la parte aérea: } \frac{\text{Peso seco parte aérea}}{\text{Peso fresco parte aérea}} \times 100$$

- Porcentaje de materia seca de la parte radicular: A la parte radicular, que quedó de los cortes para obtención de pesos de parte aérea, se hizo lavado con agua y secado con toallas de papel, se tomó el peso en fresco y se dispusieron en estufa de circulación de aire forzado a 60 °C por 48 horas, para determinar el peso seco de las mismas y a partir de la fórmula se determinó el % de materia seca.

$$\% \text{ de materia seca de la parte radicular: } \frac{\text{Peso seco parte radicular}}{\text{Peso fresco parte radicular}} \times 100$$

6.3.2 Variables medidas en todas las plantas

Estas variables fueron medidas a partir del conteo en los 128 alveolos sembrados cada uno con una semilla, por cada unidad experimental;

- Porcentaje de emergencia en el tiempo: esta variable se midió cuando hubo emergencia del hipocótilo y se determinó su precocidad a través del tiempo, definiéndose como:

$$\% \text{ de emergencia} = \frac{\# \text{ plantas emergentes}}{128} \times 100$$

Esta variable, se midió de manera diaria los primeros 15 días después la siembra.

- Porcentaje de plantas efectivas: se determinó el porcentaje de plantas aptas para trasplante a sitio definitivo, en el tratamiento que logro obtener las plantas con tamaño ideal en el tiempo establecido, esta variable se midió el día 31 después de la siembra y se realizó a través del conteo de las mismas por unidad experimental;

$$\% \text{ de plantas efectivas} = \frac{\# \text{ plantas efectivas}}{\# \text{ total de plantas}} \times 100$$

6.4 ANÁLISIS EXPERIMENTAL

A las variables de número de hojas verdaderas, altura de planta y diámetro del tallo se les realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias (TUKEY = 0,05) cuando fue requerido, a partir del análisis de varianza, con el fin de establecer diferencias estadísticamente significativas.

A la variable de porcentaje de materia seca se realizó la transformación de ARCOSEN (\sqrt{x}), con el fin de ajustar los datos al modelo estadístico y así realizar comparaciones precisas.

A las variables de porcentaje de emergencia, se sacaron promedios por tratamiento y se graficó la tendencia de esta, a modo informativo, de igual manera con el porcentaje de plantas aptas para trasplante a sitio definitivo en el tratamiento que se logró el tamaño.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el caso de la comparación de medias TUKEY (0,05), las medias marcadas con la misma letra no presentan diferencias significativas, siendo las letras; a, b, c, y d, representadas de mejor a inferior comportamiento en orden ascendente, en el número de hojas verdaderas, altura de los tallos, diámetro del tallo y porcentaje de materia seca.

Esta comparación de medias se halló en los datos tomados de los días después de la siembra (DDS) por variable, en los análisis de varianza que presentaron diferencias significativas.

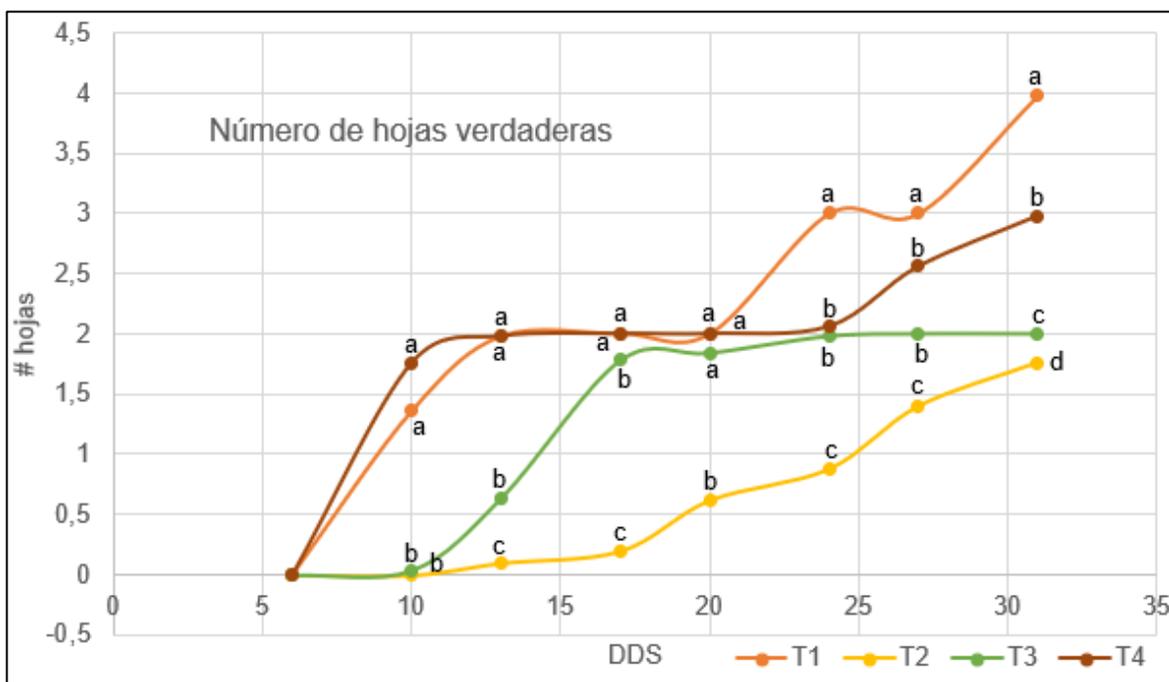
7.1 NÚMERO DE HOJAS VERDADERAS

En los análisis de varianza que se realizaron a los datos tomados del conteo de número de hojas verdaderas (Anexos 1, 2, 3, 4 ,5 ,6 y 7), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en todos los días en los que se registraron datos, por lo que se realizó prueba de comparación de medias TUKEY (0,05), de cada uno de estos días (Anexos 25, 26, 27, 28,29, 30, y 31), pudiendo establecer las diferencias por tratamiento.

Tabla 2. Promedio de número de hojas de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).

DDS /T	6	10	13	17	20	24	27	31
T1	0	1,36	1,98	2	2	3	3	3,98
T2	0	0	0,1	0,2	0,62	0,88	1,4	1,76
T3	0	0,04	0,64	1,78	1,84	1,98	2	2
T4	0	1,76	1,98	2	2	2,06	2,56	2,98

Gráfica 1. Tendencia por día del número de hojas verdaderas y comparación de medias por día (Agrupamiento TUKEY: a, b, c y d)



La aparición de hojas verdaderas se dio a partir del segundo día de la toma de datos, durante los días 10,13 y 17, no se presentaron diferencias significativas en los tratamientos 1 y 4, pero si fue representativa en comparación con los tratamientos 2 y 3, en el día 20, los tratamientos 1,3 y 4 obtuvieron la tendencia de no presentar diferencias significativas, pero el tratamiento 2 seguía presentándola respecto a ellos, a partir del día 24, el mejor comportamiento lo empezó a presentar el tratamiento 1, terminando todos con diferencias significativas, y el orden de la respuesta de los tratamientos fue; tratamiento 1, 4, 3 y 2.

Son varios autores como Jaramillo *et al*, (2007), FAO, (2007), Escobar & Lee, (2009) y CORPOICA, (2012), registran que dentro de las características morfológicas que deben alcanzar las plántulas de tomate para ser trasplantadas a sitio definitivo, es decir, plantas efectivas, estas deben tener de 3 a 4 hojas verdaderas, y el único tratamiento que alcanzó la media en este rango, fue el

tratamiento 1, siendo la turba el único sustrato donde se dio esta característica y con lo que se determinan como plantas efectivas.

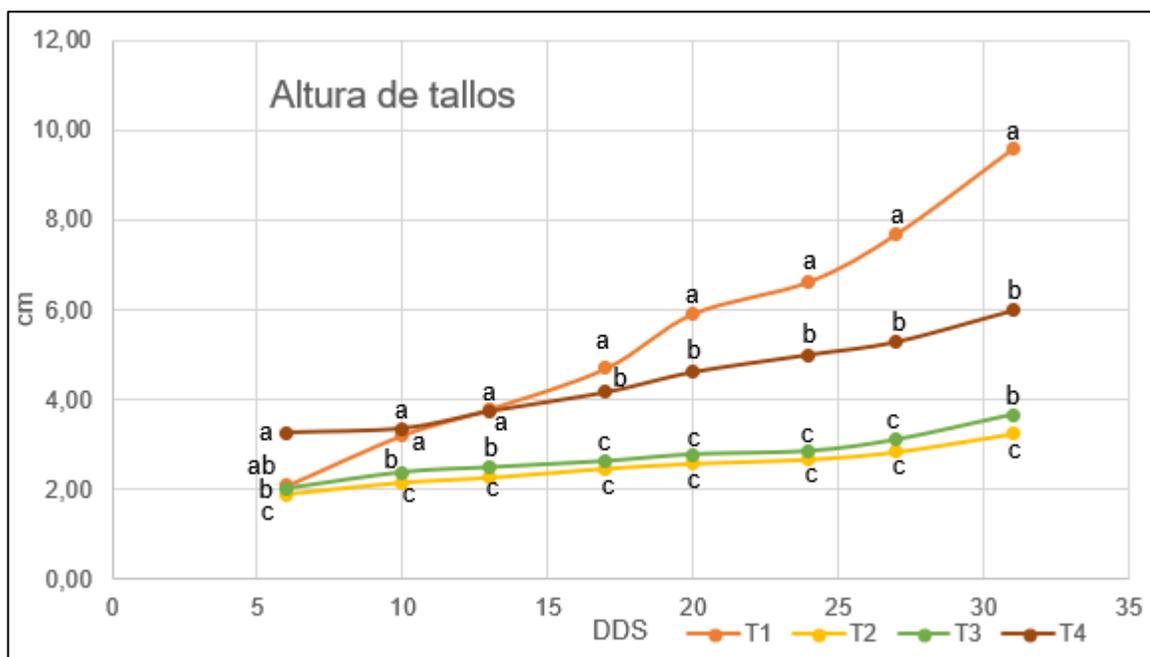
7.2 ALTURA DE TALLOS

En los análisis de varianza que se realizaron a los datos tomados de altura de tallos (Anexos 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en todos los días en los que se registraron datos, por lo que se realizó prueba de comparación de medias TUKEY (0,05), de cada uno de estos días (Anexos 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 y 39), pudiendo establecer las diferencias por tratamiento.

Tabla 3. Promedios de altura de tallos en cm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).

DDS / T	6	10	13	17	20	24	27	31
T1	2,09	3,22	3,80	4,71	5,92	6,64	7,70	9,59
T2	1,90	2,15	2,26	2,46	2,58	2,67	2,84	3,24
T3	2,01	2,37	2,48	2,63	2,78	2,85	3,11	3,67
T4	3,26	3,36	3,74	4,16	4,61	5,00	5,29	5,99

Gráfica 2. Tendencia del promedio de altura de tallos en cm y comparación de medias por día (Agrupamiento TUKEY: a, b, c y d)



En el día 6 después de la siembra se observan diferencias significativas en el crecimiento del tratamiento 4 respecto a los tratamientos 2 y 3, y una diferencia significativa mínima en comparación con el tratamiento 1, en los días 10 y 13, se observa que los tratamientos 1 y 4 tienden a igualar, y no se presentan diferencias significativas, y por el contrario los tratamientos 2 y 3 siguen presentando el mismo diferencial, a partir del día 17 hasta el 27, los tratamientos 1 y 4 presentan nuevamente diferencias significativas, pero en este caso, el tratamiento 1 presenta el mejor comportamiento, y en cuanto a los tratamientos 2 y 3, tienden a presentar el mismo crecimiento, por lo que no se observan diferencias significativas, y en el día 31, finalizada la evaluación, todos los tratamientos presentan diferencias entre sí, siendo el tratamiento 1, que corresponde a la turba, el de mejor crecimiento de altura del tallo con un valor aproximado de 9,5 cm.

Aunque el coco tiene propiedades físicas de aireación y buena retención de humedad para el óptimo desarrollo radicular (Vargas *et al*, 2008), sus niveles de

fertilización son mínimos o casi nulos respecto a la turba, en cuanto a las materias primas utilizadas en la evaluación (Sáenz Fety, 2019), se reporta que aparte de los niveles de fertilización con los que se puede obtener la turba, tiene un buen contenido de materia orgánica y una alta capacidad de intercambio catiónico (López & López, 2012), lo que puede estar directamente relacionado en la superioridad de crecimiento de los tallos en la planta, ya que en el coco, al no haber la suficiente disponibilidad de nutrientes, no se completa adecuadamente el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En el tratamiento 4, que corresponde a la mezcla 50% coco – 50% turba, pese a que los dos primeros días de la toma de datos presentó un mejor comportamiento de crecimiento respecto al tratamiento 1, no mantuvo esta tendencia a través de los días, siendo la turba el mejor tratamiento, Matilla, (2007), indica que durante la germinación y emergencia que corresponden al crecimiento de la radícula y crecimiento del hipocótilo, la plántula adquiere la energía para desarrollar estos procesos, de los tejidos de reserva, que son los cotiledones y el endospermo, y que en el momento de la aparición de las hojas verdaderas estas reservas ya empiezan a ser insuficientes para seguir generando nuevos tejidos, por lo que la parte radicular ya está en condiciones de empezar procesos de absorción de agua y nutrientes a partir de la fotosíntesis que generan estas nueva hojas. En los resultados de la aparición de hojas verdaderas, también se observa el comportamiento similar entre estos dos tratamientos (1 y 4), por lo que se puede inducir que, al haber nuevo tejido fotosintético, la planta no pudo realizar de manera óptima absorción de nutrientes debido al déficit de nutrientes en el coco, pudiendo sí, estar relacionado el aporte inicial de fertilización en el crecimiento de las plántulas.

Por lo general, la información reportada acerca de las características que se deben tener en cuenta para determinar las plantas efectivas, indican únicamente las cantidad de hojas verdaderas y el tiempo que transcurre desde que se siembran los semilleros, y pocos estiman la altura que pueda alcanzar la plántula,

en un manual de tomate publicado por la cámara de comercio de Bogotá en el 2015, refieren que aparte de tener de 3 a 4 hojas verdaderas, y completar los 30 días en las bandejas, las plántulas deben alcanzar una altura con hojas de 10 cm, dentro de los tratamientos evaluados, el tratamiento 1, fue el único que alcanzó un valor medio de la altura del tallo, sin estimar hojas, cumpliendo este parámetro de planta efectiva (Anexo 54).

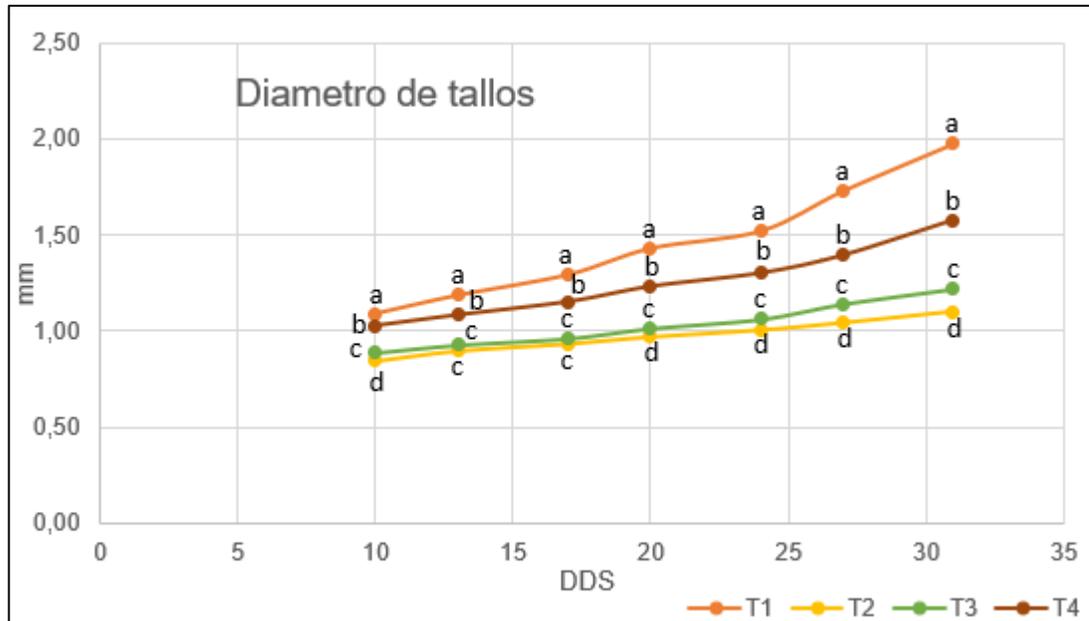
7.3 DIAMETRO DE TALLOS

En los análisis de varianza que se realizaron a los datos tomados de diámetro del tallo (Anexos 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en todos los días en los que se registraron datos, por lo que se realizó prueba de comparación de medias TUKEY (0,05), de cada uno de estos días (Anexos 40, 41, 42, 43, 44, 45 y 46), pudiendo establecer las diferencias por tratamiento.

Tabla 4. Promedios de diámetros del tallo en mm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).

DDS / T	10	13	17	20	24	27	31
T1	1,09	1,19	1,29	1,43	1,52	1,73	1,98
T2	0,85	0,90	0,93	0,97	1,01	1,04	1,10
T3	0,89	0,93	0,96	1,01	1,06	1,14	1,22
T4	1,03	1,08	1,15	1,23	1,30	1,40	1,58

Gráfica 3. Tendencia del promedio de diámetros de tallos en mm y comparación de medias por día (Agrupamiento TUKEY: a, b, c y d).



En esta variable desde el inicio en la toma de datos de datos, hasta finalizado del proceso de medición, se observan diferencias significativas entre todos los tratamientos, en los días 13 y 17, no se presentan diferencias en los tratamientos 2 y 3, pero sí de estos, respecto al 1 y 4, la tendencia de diferencias significativas entre los todos los tratamientos, como el día 1, se retoma el 20 y se mantiene hasta el día 31, que es cuando finaliza la evaluación.

Megías *et al*, (2018), datan que los tallos crecen en longitud formando al mismo tiempo los órganos laterales (ramas, hojas, flores y frutos), además, crecen en grosor. Este crecimiento en grosor puede ser de dos tipos: crecimiento primario o secundario. Los tallos con crecimiento primario son aquellos en los que el crecimiento en longitud y en grosor depende de los meristemos apicales y de los meristemos intercalares; todas las plantas presentan crecimiento primario en la etapa inicial. Y refieren que el crecimiento en grosor es proporcional a la longitud del tallo, por lo que, en el caso de los primeros datos obtenidos de la altura del

tallo, aun cuando el tratamiento 4 presentó un mejor comportamiento que el tratamiento 1, los resultados en la toma de diámetros venían corroborando la superioridad del tratamiento 1, respecto a los otros tratamientos, situándose este tratamiento con un diámetro promedio final de 1,98 mm.

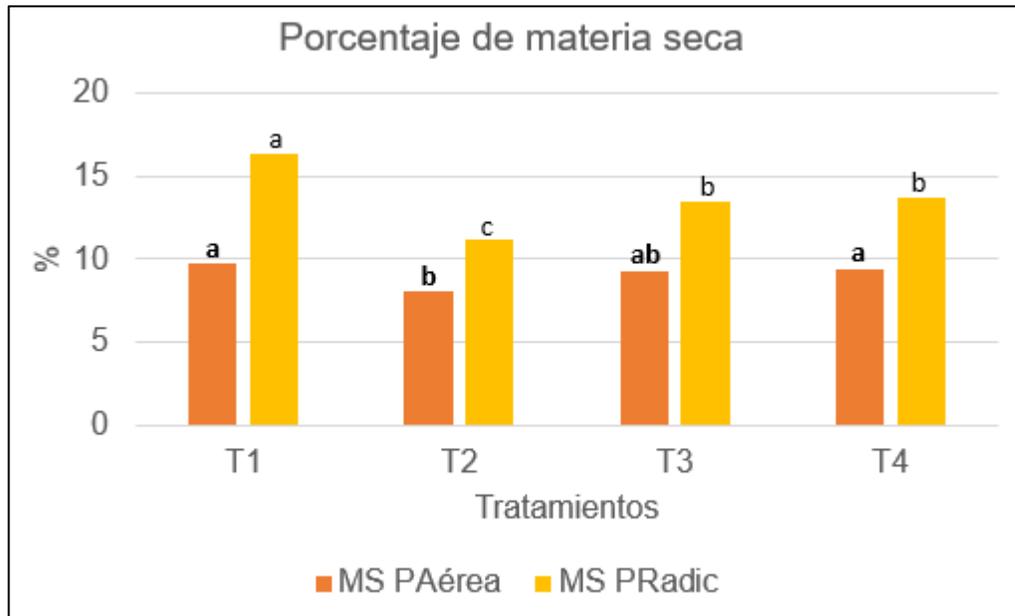
7.4 PORCENTAJE DE MATERIA SECA

Cuando se establecen ensayos estadísticos, las variables que se miden o determinan a través de proporción, es decir de manera porcentual, para el análisis de varianza, a los datos se les debe hacer una transformación de ARCOSEN (\sqrt{x}), para ajustarlo al modelo estadístico, y así poder determinar si se encuentran diferencias significativas (Hebert, 1980), por lo que se realizó la transformación para este análisis y sí se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Anexos 23 y 24) y para la comparación de medias TUKEY 0,05 se implementaron los datos porcentuales para obtener diferencias con los valores conocidos (Anexos 47 y 48).

Tabla 5. Promedios de los porcentajes de materia seca (MS) de la parte aérea y radicular de las plántulas, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).

T	%MS PAérea	%MS PRadic
T1	9,75	16,4
T2	8,12	11,22
T3	9,32	13,45
T4	9,45	13,66

Gráfica 4. Valores promedio del porcentaje de materia seca de la parte aérea y radicular de las plántulas por tratamiento y comparación de medias por día (Agrupamiento TUKEY: a, b, c y d).



Para el porcentaje de materia seca de la parte aérea, el tratamiento 3 respecto a los tratamientos 1, 2 y 4, presentan diferencias significativas mínimas. En cuanto al porcentaje de materia seca en la parte radicular de las plantas, el tratamiento 3 y 4 presentaron un comportamiento similar, presentándose solo diferencias con respecto al tratamiento 2 y 1, donde este último obtuvo un mejor resultado. Juárez *et al*, (2015), mencionan que el porcentaje de materia seca es un indicativo del proceso de crecimiento de las plantas y su disponibilidad de energía, porcentualmente para la parte aérea, que corresponde a tallos y hojas, se puede deducir que, de acuerdo a su tamaño se encuentran en medias similares, los tratamientos 1 y 4 y, se vieron favorecidos en su crecimiento respecto a los tratamientos 2 y 3, y en la parte radicular, las medias que presentan un mejor crecimiento, fueron las raíces del tratamiento 1.

7.5 PORCENTAJE DE EMERGENCIA

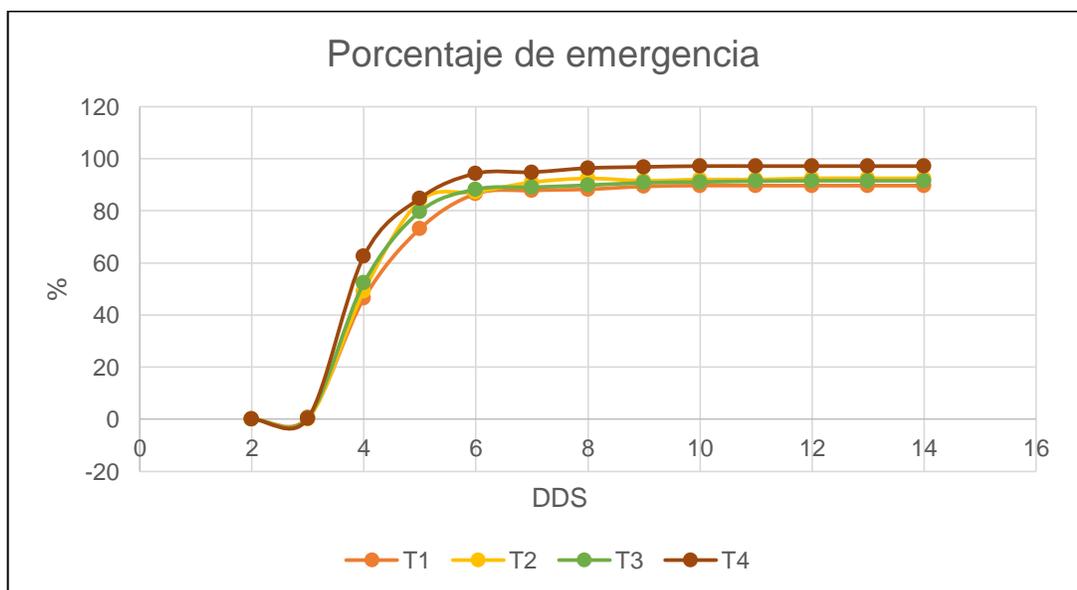
Tabla 6. Promedio de porcentaje de emergencia de los días 2 al 7, después de la siembra.

DDS / T	2	3	4	5	6	7
T1	0	0,63	46,41	73,13	86,56	87,81
T2	0	0,00	49,22	83,75	87,19	90,94
T3	0	0,47	52,34	79,69	88,28	89,06
T4	0	0,33	62,66	84,84	94,38	94,84

Tabla 7. Promedio de porcentaje de emergencia de los días 8 al 14, después de la siembra.

DDS / T	8	9	10	11	12	13	14
T1	88,28	89,38	89,69	89,69	89,69	89,69	89,69
T2	92,45	91,56	92,03	92,03	92,50	92,50	92,50
T3	89,84	90,78	91,09	91,41	91,56	91,56	91,56
T4	96,41	96,88	97,19	97,19	97,19	97,19	97,19

Gráfica 5. Tendencia del promedio de porcentaje de emergencia de las plantas a través de los días.



La germinación y posterior emergencia de las semillas, no están relacionadas o influidas por el tipo de sustrato que se utiliza como medio de cultivo, Lallana & Lallana, (2001), refieren que la germinación únicamente depende de factores: intrínsecos y extrínsecos. Entre los primeros se encuentra la viabilidad, que es extremadamente variable, dependiendo de las condiciones de almacenamiento, el tipo de semilla, y la longevidad. Y entre los factores extrínsecos se encuentran: agua, CO₂, O₂, temperatura y luz; debido a que estos factores se presentaron de manera equitativa y homogénea en todos los tratamientos, el desarrollo de esta variable no se le puede atribuir a los tratamientos, es decir a los sustratos, por lo que se decidió medirlo para ofrecer un registro informativo del porcentaje emergencia a través del tiempo durante la evaluación; el comportamiento de la tendencia fue similar entre los tratamientos, donde a partir del día 2 después de la siembra que se empiezan a observar porcentajes de emergencia, y hasta el día 6, se presenta una tendencia de incremento en el porcentaje en todos los tratamientos, y a partir del día 7, la tendencia de los porcentajes de emergencia en todos los tratamientos, empieza a mantener un comportamiento estable.

7.6 PORCENTAJE PLANTAS EFECTIVAS

Debido a que solo en el tratamiento 1, se llegó al punto de plantas efectivas para sitio definitivo, no se hizo ningún análisis estadístico, solo se determinó el porcentaje plantas efectivas por repetición a partir del conteo de las mismas y se sacó un promedio a modo informativo.

Tabla 8. Promedio de porcentaje de plantas efectivas por repetición, en el tratamiento 1.

Repeticiones	%
T1R1	94,53
T1R2	89,84
T1R3	79,69
T1R4	87,50
T1R5	95,31
Promedio	89,38

8. CONCLUSIONES

La parte aérea (tallos y hojas) y la parte radicular de las plántulas, en el tratamiento 1, correspondiente a la turba, fue donde se presentó el mejor comportamiento en crecimiento y desarrollo, en comparación con el coco y las mezclas, ya que se obtuvieron diferencias significativas en todas las variables medidas.

La turba fue el único tratamiento en el que se lograron resultados de obtención de plantas definitivas, siendo este, el mejor tratamiento.

A pesar de que el tratamiento de la mezcla 50% coco - 50% turba, inicialmente empezó a sobresalir en la variable de altura del tallo e igualarse en el número de hojas en comparación con la turba, no se pudo mantener con buenos resultados a lo largo de la evaluación.

La fibra de coco fue el tratamiento con los resultados más deficientes, por lo que para evaluaciones futuras se puede plantear la posibilidad de hacer un aporte nutricional al sustrato antes de la siembra y poder potencializar su capacidad de retención de humedad y aporte de aireación.

El coco y las proporciones utilizadas de mezcla de coco y turba, como sustratos, no lograron ser una alternativa para poder remplazar los resultados que se obtienen con la turba.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALDÍA DE FUNZA. Recuperado de: <http://www.funza-cundinamarca.gov.co> 2019.

BERROSPE OCHOA, Edgar Alejandro., ORDAZ CHAPARRO, Víctor Manuel., RODRIGUEZ MENDOZA, María de las Nieves., QUINTERO LIZAOLA, Roberto. Cachaza como sustrato para la producción de plántula de tomate. Revista Chapingo Serie Hortícola. 2012. Vol. 18, N° 1.

BOJACÁ, Carlos. & MONSALVE, Oscar. Manual de producción de pimentón bajo invernadero. 1 ed. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 2012.

BURBANO, Esteban & VALLEJO, Franco Alirio. Producción de líneas de tomate "chonto", *Solanum Lycopersicum* Mill., con expresión del gen *sp* responsable del crecimiento determinado. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2017. Vol. 11, N° 1.

CABRERA, Raúl. Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta. 2° Simposio Nacional de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. 2002.

Cámara de comercio de Bogotá. Manual de tomate. 2015

CADAHÍA LÓPEZ, Carlos. Fertirrigación, Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3 ed. Editorial Multiprensa. Madrid, España. 2005.

CORPOICA. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2012.

ESCOBAR, Hugo & LEE, Rebeca. Manual de producción de tomate bajo invernadero, 2 ed. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 2009.

FLORES ALMARÁZ, R., LIVERA MUÑOZ, M., COLINAS LEÓN, M., GAYTÁN ACUÑA, E., MURATALLA LÚA, S. Producción de plántulas de ciclamen (*Cyclamen persicum Mill.*) en sustratos basado en polvo de bonote de coco. Revista Chapingo Serie Hortícola. 2008. Vol. 14, N° 3.

HÉBERT, Yves. Matemáticas generales, probabilidades y estadística. Editorial Reverté. 1980. Pag, 140.

JARAMILLO, J., RODRÍGUEZ, V.P., GUZMÁN, M.A., Zapata, M.A., & RENGIFO, T. Buenas Prácticas Agrícolas-BPA Producción de tomate bajo condiciones protegidas. 2007

JUÁREZ, Antonio., ROMEUS, Karim., ZERMEÑO, Alejandro., RAMIREZ, Homero & BENAVIDES, Adalberto. Análisis de crecimiento del cultivo tomate bajo invernadero. Revista mexicana de ciencia agrícolas. 2015. Vol. 6, N° 5.

LALLANA, Victor & LALLANA, María. Manual de prácticas de fisiología vegetal. Editorial digital, Universidad Nacional de Entre Ríos, 2001.

LOPÉZ LOPÉZ, Noelia & LÓPEZ FABAL, Adolfo. Uso de un sustrato alternativo a la turba para la producción viverística de plantas hortícolas y aromáticas. Revista Recursos Rurais. 2012. Vol. 8.

LURO, Pedro. Cultivo de tomate perita, análisis de costos y evaluación económica para una hectárea. Vademecun, tomo VI. IICA, Argentina. 1982.

MASAGUER, Alberto & LÓPEZ, María Cruz. Avances en sustratos para cultivos hortícolas: caracterización y manejo. 4° Curso Internacional de Actualización en Horticultura Protegida. Universidad Politécnica de Madrid, España. 2007.

MATILLA, Ángel Jesús. Desarrollo y germinación de las semillas. Universidad de Santiago de Compostela. 2007.

MEGÍAS, Manuel., MOLIST, Pilar & POMBAL, Manuel. Órganos vegetales del tallo. Atlas de histología vegetal y animal. Universidad de Vigo. 2018.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agronet. Recuperado de: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1#>, 2018.

MORENO ALVAREZ, Juan Miguel. La materia orgánica y la capacidad de retención de humedad en sustratos. Revista Agricultura Orgánica. 2002. Vol. 1, N° 23.

MURATALLA LÚA, Sergio., RODRÍGUEZ MENDOZA, Maria de las Nieves., SÁNCHEZ GARCÍA, Prometeo., TIJERINA CHAVEZ, Leonardo., SANTIZO RINCÓN, José Antonio & LÓPEZ JIMÉNEZ, Alfredo. Paja de maíz como sustrato en el crecimiento de plántulas de jitomate. Revista Terra Latinoamericana. 2006. Vol. 24, N° 3.

ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS (FAO). Manual técnico, producción de tomate bajo condiciones protegidas. 2007.

PUERTA, Cesar., RUSSIÁN & Tania., RUIZ, Cesar. Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. Revista científica UDO Agrícola. 2012. Vol. 12, N° 2.

QUESADA ROLDÁN, Gustavo & MÉNDEZ SOTO, Carlos. Evaluación de sustrato para almácigos de hortalizas. Agronomía Mesoamericana. 2005. Vol. 16, N° 2.

SÁENZ FETY. Recuperado de: <https://saenzfety.com>. 2019

PARASANA, J. S., LEUA, H. N., & RAY, N. R. Efecto de diferentes mezclas de medios de crecimiento sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en condiciones netas de la casa. *The Bioscan*, 2013. Vol. 8, N° 3.

VARGAS TAPIA, Patricia., CASTELLANOS RAMOS, Javier., SÁNCHEZ GARCÍA, Prometeo., TIJERINA CHÁVEZ, Leonardo., MUÑOZ RAMOS, José de Jesús., OJODEAGUA, José Luis., LÓPEZ ROMERO, María y MARTÍNEZ SÁNCHEZ, Cinthia. Efecto del tamaño de partícula sobre algunas propiedades físicas del tezontle de Guanajuato, México. Revista Agricultura Técnica en México. 2008. Vol. 34, N° 3.

10. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 10 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	137.9100000	19.7014286	67.44	<.0001
Error	192	56.0900000	0.2921354		
Total correcto	199	194.0000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	_0d Media
0.710876	60.05506	0.540496	0.900000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	136.5600000	45.5200000	155.82	<.0001
Rep	4	1.3500000	0.3375000	1.16	0.3320

Anexo 2. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 13 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	139.9450000	19.9921429	89.41	<.0001
Error	192	42.9300000	0.2235938		
Total correcto	199	182.8750000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	_3d Media
0.765249	40.24315	0.472857	1.175000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	136.8950000	45.6316667	204.08	<.0001
Rep	4	3.0500000	0.7625000	3.41	0.0101

Anexo 3. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 17 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	113.5850000	16.2264286	109.66	<.0001
Error	192	28.4100000	0.1479688		
Total correcto	199	141.9950000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	_7d Media
0.799923	25.73024	0.384667	1.495000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	113.4150000	37.8050000	255.49	<.0001
Rep	4	0.1700000	0.0425000	0.29	0.8860

Anexo 4. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 20 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	68.1850000	9.7407143	56.38	<.0001
Error	192	33.1700000	0.1727604		
Total correcto	199	101.3550000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	_0d0 Media
0.672734	25.73651	0.415645	1.615000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	66.85500000	22.28500000	128.99	<.0001
Rep	4	1.33000000	0.33250000	1.92	0.1079

Anexo 5. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 24 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	113.9600000	16.2800000	156.60	<.0001

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Error	192	19.9600000	0.1039583		
Total correcto	199	133.9200000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	_4d Media
0.850956	16.28413	0.322426	1.980000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	112.8400000	37.6133333	361.81	<.0001
Rep	4	1.1200000	0.2800000	2.69	0.0323

Anexo 6. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 27 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	73.44000000	10.49142857	80.45	<.0001
Error	192	25.04000000	0.13041667		
Total correcto	199	98.48000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	_7d0 Media
0.745735	16.12199	0.361132	2.240000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	72.16000000	24.05333333	184.43	<.0001
Rep	4	1.28000000	0.32000000	2.45	0.0473

Anexo 7. Análisis de varianza de número de hojas verdaderas en el día 31 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	155.1600000	22.1657143	296.37	<.0001
Error	192	14.3600000	0.0747917		
Total correcto	199	169.5200000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	_1d Media
0.915290	10.20450	0.273481	2.680000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	154.4400000	51.4800000	688.31	<.0001
Rep	4	0.7200000	0.1800000	2.41	0.0510

Anexo 8. Análisis de varianza de alturas en el día 6 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	1.85720000	0.26531429	6.26	<.0001
Error	192	8.14280000	0.04241042		
Total correcto	199	10.00000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Altura__cm__6d Media
0.185720	10.14472	0.205938	2.030000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	1.54920000	0.51640000	12.18	<.0001
Rep	4	0.30800000	0.07700000	1.82	0.1274

Anexo 9. Análisis de varianza de alturas en el día 10 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	55.40525000	7.91503571	51.21	<.0001
Error	192	29.67470000	0.15455573		
Total correcto	199	85.07995000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Altura__cm__10d Media
0.651214	14.16961	0.393136	2.774500

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	54.04855000	18.01618333	116.57	<.0001
Rep	4	1.35670000	0.33917500	2.19	0.0711

Anexo 10. Análisis de varianza de alturas en el día 13 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	100.3310000	14.3330000	90.82	<.0001
Error	192	30.3008000	0.1578167		
Total correcto	199	130.6318000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Altura__cm__13d Media
0.768044	12.93590	0.397261	3.071000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	98.47420000	32.82473333	207.99	<.0001
Rep	4	1.85680000	0.46420000	2.94	0.0217

Anexo 11. Análisis de varianza de alturas en el día 17 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	187.9547500	26.8506786	126.55	<.0001
Error	192	40.7372000	0.2121729		
Total correcto	199	228.6919500			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Altura__cm__17d Media
0.821869	13.19646	0.460622	3.490500

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	186.8485500	62.2828500	293.55	<.0001

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Rep	4	1.1062000	0.2765500	1.30	0.2702

Anexo 12. Análisis de varianza de alturas en el día 20 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	382.1295000	54.5899286	262.34	<.0001
Error	192	39.9537000	0.2080922		
Total correcto	199	422.0832000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Altura__cm__20d Media
0.905342	11.48467	0.456171	3.972000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	379.9568000	126.6522667	608.64	<.0001
Rep	4	2.1727000	0.5431750	2.61	0.0369

Anexo 13. Análisis de varianza de alturas en el día 24 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	539.7414500	77.1059214	336.51	<.0001
Error	192	43.9941000	0.2291359		
Total correcto	199	583.7355500			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Altura__cm__24d Media
0.924634	11.15418	0.478681	4.291500

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	536.0881500	178.6960500	779.87	<.0001
Rep	4	3.6533000	0.9133250	3.99	0.0039

Anexo 14. Análisis de varianza de alturas en el día 27 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	771.5135000	110.2162143	379.95	<.0001
Error	192	55.6953000	0.2900797		
Total correcto	199	827.2088000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Altura__cm__27d Media
0.932671	11.37707	0.538590	4.734000

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	767.2492000	255.7497333	881.65	<.0001
Rep	4	4.2643000	1.0660750	3.68	0.0066

Anexo 15. Análisis de varianza de alturas en el día 31 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	1273.677250	181.953893	419.03	<.0001
Error	192	83.371500	0.434227		
Total correcto	199	1357.048750			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Altura__cm__31d Media
0.938564	11.72003	0.658959	5.622500

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	1269.589750	423.196583	974.60	<.0001
Rep	4	4.087500	1.021875	2.35	0.0554

Anexo 16. Análisis de varianza de diámetros en el día 10 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	2.01395750	0.28770821	72.19	<.0001
Error	192	0.76515800	0.00398520		

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Total correcto	199	2.77911550			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Diam_13d_Media
0.724676	6.554371	0.063128	0.963150

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	2.00234950	0.66744983	167.48	<.0001
Rep	4	0.01160800	0.00290200	0.73	0.5737

Anexo 17. Análisis de varianza de diámetros en el día 13 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	2.77179400	0.39597057	97.39	<.0001
Error	192	0.78066800	0.00406598		
Total correcto	199	3.55246200			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Diam_17d_Media
0.780246	6.228879	0.063765	1.023700

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	2.76996200	0.92332067	227.08	<.0001
Rep	4	0.00183200	0.00045800	0.11	0.9780

Anexo 18. Análisis de varianza de diámetros en el día 17 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	4.32144100	0.61734871	127.48	<.0001
Error	192	0.92983100	0.00484287		
Total correcto	199	5.25127200			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Diam_20d_ Media
0.822932	6.409167	0.069591	1.085800

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	4.31120400	1.43706800	296.74	<.0001
Rep	4	0.01023700	0.00255925	0.53	0.7149

Anexo 19. Análisis de varianza de diámetros en el día 20 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	6.84016050	0.97716579	201.68	<.0001
Error	192	0.93025500	0.00484508		
Total correcto	199	7.77041550			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Diam_24d_ Media
0.880282	5.991014	0.069607	1.161850

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	6.82441750	2.27480583	469.51	<.0001
Rep	4	0.01574300	0.00393575	0.81	0.5187

Anexo 20. Análisis de varianza de diámetros en el día 24 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	8.47647600	1.21092514	219.49	<.0001
Error	192	1.05924200	0.00551689		
Total correcto	199	9.53571800			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Diam_27d_ Media
0.888918	6.073738	0.074276	1.222900

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
--------	----	-------------	----------------------	---------	--------

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	8.45403800	2.81801267	510.80	<.0001
Rep	4	0.02243800	0.00560950	1.02	0.3999

Anexo 21. Análisis de varianza de diámetros en el día 27 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	14.18266600	2.02609514	422.08	<.0001
Error	192	0.92165200	0.00480027		
Total correcto	199	15.10431800			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Diam_31d_Media
0.938981	5.217561	0.069284	1.327900

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	14.17529800	4.72509933	984.34	<.0001
Rep	4	0.00736800	0.00184200	0.38	0.8201

Anexo 22. Análisis de varianza de diámetros en el día 31 después de la siembra.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	23.53813500	3.36259071	381.86	<.0001
Error	192	1.69070300	0.00880574		
Total correcto	199	25.22883800			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Diam_34d_Media
0.932985	6.387511	0.093839	1.469100

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	23.43354200	7.81118067	887.06	<.0001
Rep	4	0.10459300	0.02614825	2.97	0.0207

Anexo 23. Análisis de varianza del ARCOSEN ($\sqrt{\quad}$) de los porcentajes de materia de la parte aérea de plántulas.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.04229961	0.00604280	3.65	0.0010
Error	192	0.31830002	0.00165781		
Total correcto	199	0.36059963			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Arcoseno_raiz Media
0.117304	3.217101	0.040716	1.265619

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	0.02695329	0.00898443	5.42	0.0013
Rep	4	0.01534632	0.00383658	2.31	0.0589

Anexo 24. Análisis de varianza del ARCOSEN ($\sqrt{\quad}$) de los porcentajes de materia de la parte radicular de las plántulas.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	0.15092539	0.02156077	6.06	<.0001
Error	192	0.68347736	0.00355978		
Total correcto	199	0.83440275			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Arcoseno_raiz1 Media
0.180878	4.987856	0.059664	1.196183

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	0.12043730	0.04014577	11.28	<.0001
Rep	4	0.03048809	0.00762202	2.14	0.0773

Anexo 25. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 10 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192

Error de cuadrado medio	0.292135
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.2802

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	1.8400	50	T4
A			
A	1.6000	50	T1
B	0.1600	50	T3
B			
B	0.0000	50	T2

Anexo 26. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 13 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.223594
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.2451

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	1.98000	50	T1
A			
A	1.98000	50	T4

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
B	0.64000	50	T3
C	0.10000	50	T2

Anexo 27. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 17 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.147969
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.1994

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	2.00000	50	T1
A			
A	2.00000	50	T4
B	1.78000	50	T3
C	0.20000	50	T2

Anexo 28. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 20 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192

Error de cuadrado medio	0.17276
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.2154

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	2.00000	50	T1
A			
A	2.00000	50	T4
A			
A	1.84000	50	T3
B	0.62000	50	T2

Anexo 29. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 24 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.103958
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.1671

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	3.00000	50	T1
B	2.06000	50	T4
B			
B	1.98000	50	T3

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
C	0.88000	50	T2

Anexo 30. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 27 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.130417
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.1872

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	3.00000	50	T1
B	2.56000	50	T4
C	2.00000	50	T3
D	1.40000	50	T2

Anexo 31. Prueba TUKEY (0,05) del número de hojas verdaderas en el día 31 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.074792
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.1418

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	3.98000	50	T1
B	2.98000	50	T4
C	2.00000	50	T3
D	1.76000	50	T2

Anexo 32. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 6 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.04241
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.1067

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	2.13000	50	T4
A			
B	2.08200	50	T1
B			
B	2.01200	50	T3
C	1.89600	50	T2

Anexo 33. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 10 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.154556
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.2038

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	3.35600	50	T4
A			
A	3.21600	50	T1
B	2.37400	50	T3
C	2.15200	50	T2

Anexo 34. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 13 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.157817
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.2059

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	3.80000	50	T1

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A			
A	3.73600	50	T4
B	2.48400	50	T3
C	2.26400	50	T2

Anexo 35. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 17 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.212173
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.2388

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	4.70800	50	T1
B	4.16400	50	T4
C	2.62600	50	T3
C			
C	2.46400	50	T2

Anexo 36. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 20 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.208092
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.2365

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	5.92400	50	T1
B	4.61200	50	T4
C	2.77600	50	T3
C			
C	2.57600	50	T2

Anexo 37. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 24 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.229136
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.2481

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	6.64200	50	T1
B	5.00000	50	T4

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
C	2.85200	50	T3
C			
C	2.67200	50	T2

Anexo 38. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 27 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.29008
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.2792

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	7.7000	50	T1
B	5.2900	50	T4
C	3.1080	50	T3
C			
C	2.8380	50	T2

Anexo 39. Prueba TUKEY (0,05) de las alturas en el día 31 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.434227

Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.3416

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	9.5940	50	T1
B	5.9860	50	T4
C	3.6680	50	T3
D	3.2420	50	T2

Anexo 40. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 10 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.003985
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.0327

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	1.09020	50	T1
B	1.02920	50	T4
C	0.88780	50	T3
D	0.84540	50	T2

Anexo 41. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 13 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.004066
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.0331

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	1.18580	50	T1
B	1.08480	50	T4
C	0.92760	50	T3
C			
C	0.89660	50	T2

Anexo 42. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 17 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.004843
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.0361

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	1.29360	50	T1
B	1.15380	50	T4
C	0.96180	50	T3
C			
C	0.93400	50	T2

Anexo 43. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 20 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.004845
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.0361

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	1.43100	50	T1
B	1.23320	50	T4
C	1.01380	50	T3
D	0.96940	50	T2

Anexo 44. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 24 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.005517
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.0385

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	1.52160	50	T1
B	1.30320	50	T4
C	1.06160	50	T3
D	1.00520	50	T2

Anexo 45. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 27 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.0048
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.0359

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	1.73120	50	T1
B	1.39660	50	T4
C	1.14060	50	T3

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
D	1.04320	50	T2

Anexo 46. Prueba TUKEY (0,05) de los diámetros en el día 31 después de la siembra.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	0.008806
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	0.0486

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
A	1.97720	50	T1
B	1.57960	50	T4
C	1.21880	50	T3
D	1.10080	50	T2

Anexo 47. Prueba TUKEY (0,05) con los porcentajes de materia seca de la parte aérea.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	5.564288
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	1.2227

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.				
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento	
	A	9.7505	50	T1
	A			
	A	9.4526	50	T4
	A			
B	A	9.3181	50	T3
B				
B		8.1790	50	T2

Anexo 48. Prueba TUKEY (0,05) con los porcentajes de materia seca de la parte radicular.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	192
Error de cuadrado medio	17.4721
Valor crítico del rango estudentizado	3.66520
Diferencia significativa mínima	2.1666

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.				
Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamiento	
A	16.4029	50	T1	
B	13.6587	50	T4	
B				
B	13.4570	50	T3	
C	11.2223	50	T2	

Anexo 49. Plantas recién emergidas en los tratamientos.



Anexo 50. Primeras mediciones de altura.



Anexo 51. Primeras mediciones de diámetro.



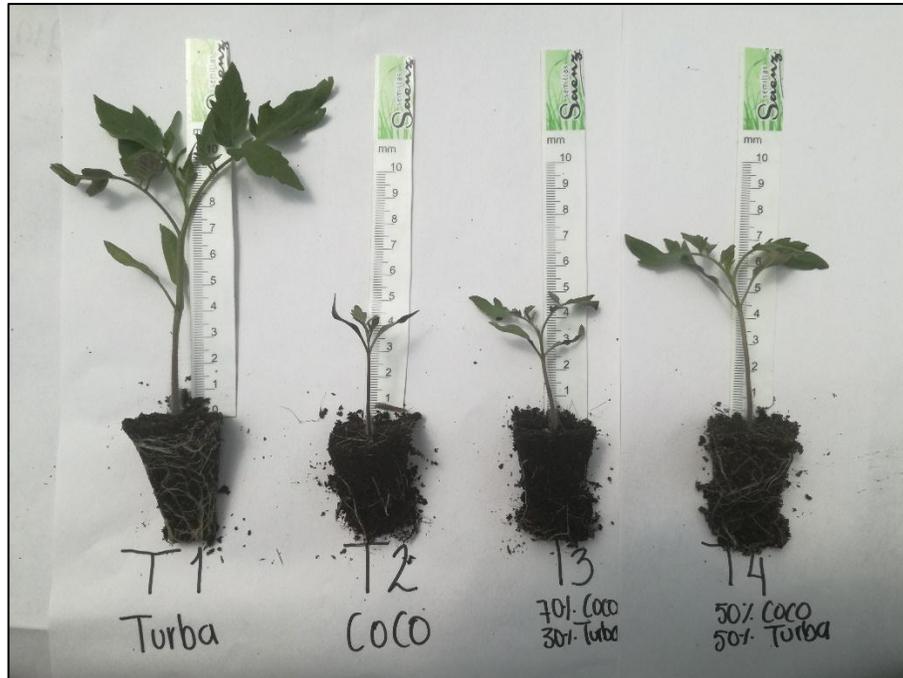
Anexo 52. Visualización de diferencias en la segunda semana después de emergencia.



Anexo 53. Comparación de tratamientos al día 31 dds.



Anexo 54. Comparación de plantas por tratamiento al día 31 dds.



Anexo 55. Plantas ya pesadas, listas para proceso de secado en estufa.

