

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

TESIS

**PLAGAS Y ENFERMEDADES PRESENTES EN CULTIVO HIDROPÓNICO DE
DOS VARIEDADES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, Mill), BAJO
CONDICIONES SEMI CONTROLADAS EN CHACHAPOYAS – PERÚ
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

AUTOR : Bach. Geysen Everson Angulo Cueva
ASESOR : Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza
CO-ASESOR : Ing. Ms. Jheiner Vásquez García

CHACHAPOYAS – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de tesis a Dios, ya que gracias a Él he logrado concluir con éxito mi carrera profesional.

A mis queridos padres Reyna Mercedes Cueva Chuquizuta y Francisco Angulo Ángeles, quienes en todo momento estuvieron conmigo brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona. A Dionicio Chappa Mendoza y a mis hermanas Neilith y Evelin, quienes con su comprensión y paciencia contribuyeron en mi formación profesional.

Geysen Everson

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza y en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma por los conocimientos técnicos - científicos y la formación profesional.

Al Director Ejecutivo del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), Ing. M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz, por la oportunidad brindada para realizar la investigación, mediante el proyecto SNIP N° 209950 “Creación del servicio del Laboratorio de Fitopatología y Entomología (PROFITEN).

Al coordinador del proyecto “Creación del servicio del Laboratorio de Entomología y Fitopatología (PROFITEN) el Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza, por su apoyo incondicional durante las actividades desarrolladas para la ejecución de proyecto de investigación.

A todos los docentes de la UNTRM y en especial al Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza por su apoyo como asesor y al Ing. Ms. Jheiner Vásquez García por su apoyo como co – asesor en la presente investigación.

A todas esas personas que formaron parte de mi vida profesional, quienes brindaron su amistad, apoyo y ánimos para salir adelante a pesar de los momentos difíciles de mi vida.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
RECTOR**

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Ing. M. Sc. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO
DECANO DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Ing. Mg. Leiva Espinoza, Santos Triunfo, profesor nombrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **PLAGAS Y ENFERMEDADES PRESENTES EN CULTIVO HIDROPÓNICO DE DOS VARIEDADES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, Mill), BAJO CONDICIONES SEMI-CONTROLADAS EN LA PROVINCIA DE CHACHAPOYAS – PERÚ**, del tesista Bach. Angulo Cueva, Geysen Everson, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al Tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de Sustentación de Tesis.

Chachapoyas, agosto del 2018

Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza
Asesor

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS

El Ing. M. Sc. Vásquez García, Jheiner, docente contratado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **PLAGAS Y ENFERMEDADES PRESENTES EN CULTIVO HIDROPÓNICO DE DOS VARIEDADES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, Mill), BAJO CONDICIONES SEMI-CONTROLADAS EN LA PROVINCIA DE CHACHAPOYAS – PERÚ** del Bach. Angulo Cueva, Geysen Everson, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

El Ingeniero y docente de la UNTRM – A, que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al Tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de Sustentación de Tesis.

Chachapoyas, agosto del 2018.

Ing. Ms. Jheiner Vásquez García
Co-Asesor

JURADO DE TESIS

Ing. Mg. LIZETTE DANIANA MÉNDEZ FASABI
PRESIDENTE

Ing. SEGUNDO VÍCTOR OLIVARES MUÑOZ
SECRETARIO

Ing. M. Sc. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ
VOCAL

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	iv
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS	v
JURADO DE TESIS	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Generalidades del cultivo de tomate	3
2.1.1. Origen del tomate	3
2.1.2. Clasificación taxonómica	4
2.2. Descripción morfológica del tomate	4
2.3. Fenología del tomate	7
2.4. Variedades de tomate	7
2.5. Sustratos para la producción de tomate	8
2.6. La Hidroponía como sistema de producción	10

2.7.	Cultivo de tomate hidropónico bajo condiciones de invernadero	10
2.8.	Fertilización química	11
2.9.	Condiciones climáticas de tomate en invernadero	13
2.10.	Manejo agronómico del cultivo de tomate	15
2.11.	Plagas y enfermedades en el cultivo de tomate.....	19
2.11.1.	Principales plagas en el cultivo de tomate	19
2.11.2.	Principales enfermedades en el cultivo de tomate	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1.	Lugar de ejecución.....	28
3.2.	Materiales y equipos utilizados.....	29
3.3.	Objeto de estudio	30
3.4.	Diseño de investigación.....	30
3.4.1.	Diseño del área experimental.....	30
3.5.	Características del área experimental.....	30
3.6.	Métodos.....	31
3.6.1.	Acondicionamiento del invernadero	31
3.6.2.	Preparación de materiales e insumos	31
3.7.	Variables evaluadas	33
3.8.	Análisis de datos.....	35
IV.	RESULTADOS	37
4.1	Evaluación del comportamiento agronómico del tomate	37
4.2	Identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de tomate en los tratamientos	40
4.3	Evaluación de la incidencia de las plagas y enfermedades.....	44
4.4	Evaluación del rendimiento de los tratamientos comparado con el nivel de incidencia de plagas y enfermedades	47
V.	DISCUSIONES.....	49

VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	54
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
IX. ANEXOS	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica del área en estudio.	28
Figura 2: Croquis de la distribución de tratamientos en el invernadero.....	30
Figura 3: Altura de planta de tomate alcanzado a los 6 meses después del trasplante.....	37
Figura 4: Altura promedio de planta de tomate evaluados en 4 momentos	37
Figura 5: Número promedio de frutos/planta obtenidos en dos variedades de tomate durante la investigación.	38
Figura 6: Número de frutos de tomate/planta/cosecha obtenidos en cuatro momentos de cosecha.....	38
Figura 7: Rendimiento promedio en kg/planta de tomate alcanzado durante la investigación para las dos variedades	39
Figura 8: Rendimiento promedio de tomate en kg/planta alcanzado durante los momentos de cosecha.....	39
Figura 9: Incidencia promedio de oidiosis en los tres momentos de evaluación en las dos variedades.	44
Figura 10: Incidencia de oidiosis durante las tres evaluaciones.....	44
Figura 11: Incidencia de mosca blanca en las dos variedades de tomate.....	45
Figura 12: Incidencia de mosca blanca en las tres evaluaciones de tomate.....	45
Figura 13: Incidencia de oidiosis en los diferentes tratamientos para las dos variedades .	46
Figura 14: Incidencia de mosca blanca en los diferentes tratamientos para las dos variedades	46
Figura 15: Rendimiento del tomate en cada uno de los tratamientos.....	47
Figura 16: Incidencia de plagas y enfermedades del tomate en cada uno de los tratamientos	47

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Mosca blanca: Estado de ninfa (A) y (B). Estado adulto (C) y (D). Imágenes capturadas con el estereoscopio SMZ18 Nikon en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNTRM.....	41
Fotografía 2: Hojas con signo de enfermedad en dos variedades de tomate. (A) Variedad Abigail y (B) variedad Rio Grande.....	41
Fotografía 3: (A) Hojas con signo del problema. (B)Estructura del hongo según Barnett, H y Hunter, B. (1998). (C)Y (D) Imágenes observadas en microscopio invertido IX83 Olympus del Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNTRM.....	42
Fotografía 4: (A) Tratamiento de muestras. (B) Desarrollo del fitófago en medio de cultivo. (C) Estructura del hongo según Barnett, H y Hunter, B. (1998). (D) Vista microscópica del fitófago en microscopio invertido IX83 Olympus	43
Fotografía 5: Preparación y embolsado de sustrato	62
Fotografía 6: Distribución de mangas con sustratos en el invernadero	62
Fotografía 7: Evaluación de plagas, enfermedades y toma de datos según tratamientos ..	62
Fotografía 8: Tratamientos evaluados de dos variedades de tomate.....	62
Fotografía 9: Registro de la altura de planta al inicio de floración.....	62
Fotografía 10: Rotulado de plantas evaluadas por tratamiento y repetición.....	62
Fotografía 11: Tercera evaluación de altura de plantas de tomate.....	62
Fotografía 12: Presencia de oidiosis en planta de tomate	62
Fotografía 13: Primera cosecha de tomate de las dos variedades	62
Fotografía 14: Conteo de frutos de tomate por planta y por tratamiento.....	62
Fotografía 15: Cosecha final de las dos variedades de tomate en evaluación	62
Fotografía 16: Pesado de frutos de las variedades de tomate para registro de rendimiento	62
Fotografía 17: Recolección de muestras de oidiosis.....	62
Fotografía 18: Vista de estructura de Oidiosis en el microscopio invertido IX83.....	62

RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas más importantes en el mundo, la presente investigación tuvo como objetivo identificar las principales plagas y enfermedades presentes en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), producidos en dos tipos de sustrato, diferentes dosis y bajo condiciones semi controladas de invernadero en la Estación Experimental Chachapoyas, Amazonas, Perú. Se utilizó un Diseño Factorial en Bloques Completamente al Azar con cuatro bloques, tres tratamientos y dos variedades de tomate (Abigail y Rio Grande). Los tratamientos evaluados fueron: T1: 100% de cascarilla de arroz, T2: 75% cascarilla de arroz + 25% arena y T3: 50% cascarilla de arroz + 50% arena. Para el procesamiento estadístico de los datos se usó la versión de prueba del Software SPSS y los resultados obtenidos se analizaron en un diseño en bloques completamente al azar, se sometieron a la prueba no paramétrica de Kolmogorov Smirnov, se aplicó el análisis de varianza, se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% de significación y la correlación de Pearson. La principal plaga identificada fue la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) con una incidencia mayor en la variedad Abigail y la enfermedad el Oidiois (*Oidium* sp) con incidencias no significativas en las dos variedades. El tratamiento T3 presentó mayor incidencia tanto para la plaga y la enfermedad, lo que indica que la este tipo de sustrato no es adecuado para el cultivo. La variedad Abigail presentó mayores valores en altura de planta (1.67 m), rendimiento promedio (1.8 kg/planta), número promedio de frutos/planta (21).

Palabras claves: Incidencia, polífaga, podas, sistema hidropónico, sustrato

ABSTRACT

The tomato is one of the most important vegetables in the world, the present investigation was aimed to identify the main pests and diseases present in the tomato hydroponic culture (*Lycopersicon esculentum*, Mill), produced in two types of substrate, different doses and low Semi-controlled greenhouse conditions at the Chachapoyas Experimental Station, Amazonas, Peru. We used a Factorial Design in Completely Random Blocks with four blocks, three treatments and two tomato varieties (Abigail and Rio Grande). The treatments evaluated were: T1: 100% rice husk, T2: 75% rice husk + 25% sand and T3: 50% rice husk + 50% sand. For the statistical processing of the data the test version of the SPSS Software was used and the results obtained were analyzed in a completely randomized block design, they were submitted to the non-parametric test of Kolmogorov Smirnov, the analysis of variance was applied, performed the Tukey multiple comparison test at 5% significance and the Pearson correlation. The main pest identified was the whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) with a higher incidence in the Abigail variety and the disease the Oidiosis (*Oidium sp*) with insignificant incidences in the two varieties. The T3 treatment had a higher incidence for both the pest and the disease, which indicates that this type of substrate is not suitable for the crop. The Abigail variety presented higher values in plant height (1.67 m), average yield (1.8 kg / plant), average number of fruits / plant (21).

Key words: Incidence, polyphagous, pruning, hydroponic system, substrate.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), actualmente se ha convertido en la hortaliza más cultivada en todo el mundo y es la que presenta mayor valor económico (Escalona, *et al.*, 2009). Durante los últimos años, esta hortaliza ha incrementado su producción anual principalmente por el aumento en el rendimiento y en menor proporción por el incremento de la superficie cultivada. Su cultivo es de ciclo anual y está distribuido en todo el mundo, es una fuente valiosa de sales minerales, sustancias antioxidantes y vitaminas, en particular la A y C, existen diversas variedades que presentan diferencias, tanto en la forma de la planta como por la clase de fruto (Escobar y Lee, 2009)

A nivel mundial los cultivos protegidos se conocen hoy en día como una tecnología agrícola avanzada que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas durante todo el año, el uso de esta nueva tecnología de los cultivos protegidos representa una nueva alternativa en el desarrollo socio económico e investigativo (Barrera y Rodríguez, 2006).

El cultivo hidropónico de tomate ha tenido gran aceptación a nivel del mercado mundial, por sus características organolépticas y el poco uso de tóxicos y plaguicidas para su producción y este es uno de los cultivos más rentables debido a su productividad y demanda en el mercado (Cifuentes, 2013). Es un sistema aislado del suelo, utilizado para cultivar plantas cuyo crecimiento es posible gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídricos – nutricionales, a través del agua y solución nutritiva, con la técnica de cultivo sin suelo es posible obtener hortalizas de excelente calidad y sanidad, permitiendo un uso más eficiente del agua y nutrientes (Beltrano y Gimenez, 2015).

La región Amazonas, al igual que el resto de regiones de nuestro país, está sujeta a tener que afrontar cambios vinculados a un constante crecimiento demográfico (INEI, 2015) y esto conlleva a la necesidad de consumir mayores cantidades de alimentos como el tomate.

En vista que se está teniendo problemas en cuanto a salinidad de suelos, presencia devastadora de plagas y enfermedades, degradación de suelos por el uso excesivo de agroquímicos, existe otra alternativa de producción de tomate mediante sistemas de producción hidropónica bajo un condiciones semi controladas. Este sistema de producción de tomate presenta un impacto importante en los últimos años, por su incremento en área, productividad, rentabilidad y calidad del producto. El rendimiento promedio obtenido con

este sistema es entre 5 y 8 kg/planta, superando tres veces el que se obtiene a libre exposición, que está entre 1,5 y 2 kg/planta (Jaramillo *et al.*, 2006).

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 eran controladas aceptablemente con los mismos productos años atrás (Alarcón y Bolkan, 1994).

En vista de ello y siendo conocedores de que en la región Amazonas, no se reportan antecedentes vinculadas a la producción hidropónica de tomate, la presente investigación se orienta a la identificación de las principales plagas y enfermedades presentes en el cultivo de tomate hidropónico bajo condiciones semi controladas en el distrito de Chachapoyas, y en tal sentido permite buscar la manera adecuada de controlar eficazmente el problema causado por estas plagas y enfermedades que se identificó con uso racional de productos agroquímicos, por otro lado nos permite conocer el comportamiento del cultivo de tomate frente a este sistema de producción hidropónica.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Identificar las plagas y enfermedades presentes en dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), producidos en sistema hidropónico, bajo condiciones semicontroladas de invernadero en Chachapoyas.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo tomate (altura de planta, número de frutos y rendimiento).
- Identificar las principales plagas y enfermedades en el cultivo hidropónico de tomate en los diferentes tratamientos.
- Evaluar la incidencia de las plagas y enfermedades en los diferentes tratamientos.
- Evaluar el rendimiento de los tratamientos y comparar con el nivel de incidencia de las plagas y enfermedades.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del cultivo de tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), miembro de la familia de las solanáceas, es una planta nativa de América tropical, cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes, integrada por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Pérez, 2007).

El tomate cultivado, se considera a menudo como una planta herbácea que está ampliamente cultivado en todo el mundo y constituye una importante industria agrícola (Foolad, 2007).

Es considerado como el segundo vegetal más consumido en el mundo y una especie de cultivo bien estudiada en términos de genética, genómica y mejora genética. Es una de las plantas de cultivo más antiguas para la cual se construyó un mapa de enlaces genéticos, y actualmente hay varios mapas moleculares basados en cruces entre las diversas especies silvestres y diversas especies cultivadas de tomate (Foolad, 2007).

La producción de tomate bajo invernadero o bajo condiciones protegidas es una práctica que se viene adelantando en el país como una opción para la reconversión de cultivos, haciendo más productivas áreas con severas limitaciones y condiciones adversas que son minimizadas, obteniendo excelentes resultados, como el incremento en la productividad, la rentabilidad y la calidad no solo en la apariencia física del producto sino en su inocuidad por la mínima aplicación de plaguicidas (DANE, 2014).

2.1.1. Origen del tomate

El tomate se origina en la región de los andes (sur de Colombia y norte de Chile), pero se muestran evidencias de domesticación en México, donde crece como mala hierba entre los huertos y milpas, el tomate antes de ser conocido en Europa alcanzó un avanzado estado de domesticación. Al carecer de nombre nativo en la región andina, en México se adoptó el término “*tomalt*” (lengua nahua) para nombrar a este cultivo, término que es sin duda el origen del nombre moderno del tomate (Angarita, 2009).

2.1.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Foolad, (2007) la taxonomía aceptada del tomate es la siguiente:

Reino	: Plantae
Subreino	: Traqueobinta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Asteridae
Orden	: Solanales
Suborden	: Solanineae
Familia	: Solanaceae
Género	: <i>Lycopersicon</i>
Especie	: <i>esculentum</i>
Nombre científico	: <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill
Nombre común	: Tomate o Jitomate

2.2. Descripción morfológica del tomate

a) Planta

El tomate, es una dicotiledónea que pertenece a la familia de las solanáceas, conjuntamente con la patata, el tabaco y la petunia, así como la hierbamora, belladona y otras plantas venenosas; se considera una planta arbustiva, anual, rastrera, semi erecta o erecta y en las variedades determinadas su crecimiento es limitado, mientras en las variedades indeterminadas es ilimitado. Su fruto, baya bi o plurilocular constituida por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Angarita, 2009).

Según, Escobar y Lee (2009) por su hábito de crecimiento las variedades de tomate pueden ser:

Crecimiento determinado: En las plantas de crecimiento determinado, hay una fuerte brotación de yemas axilares y se producen menor número de hojas (una o dos) entre los racimos florales. Se caracterizan por alcanzar una longitud máxima de dos metros y desarrollar una inflorescencia por cada hoja. En estas plantas la producción se maneja dejando varios tallos que se desarrollan simultáneamente.

La mayoría de las variedades para tomate de procesamiento o industria tienen hábito de crecimiento determinado ya que su corta estatura facilita los procesos de cosecha mecanizada. Por lo general, las variedades de crecimiento determinado comienzan la producción unos días antes que las plantas de crecimiento indeterminado, pero la duración del periodo de cosecha es más corto. En condiciones de cultivo bajo invernadero, una planta de crecimiento indeterminado comienza la producción entre 3 y 3 ½ meses después del trasplante y el ciclo de cosecha puede durar en promedio cuatro meses.

Crecimiento indeterminado: Se forma en la axila de la hoja más joven (la que está inmediatamente por debajo del racimo floral más reciente) una yema vegetativa que continúa el crecimiento y desplaza esta hoja a una posición por encima del racimo floral más reciente y sigue su crecimiento formando tres o cuatro hojas y luego un nuevo racimo floral. A partir de ahí el proceso se vuelve repetitivo, pues debajo de la nueva inflorescencia surge una yema que desarrolla nuevamente 3 o 4 hojas y un nuevo racimo floral y así sucesivamente se repite esta secuencia de crecimiento hasta que las condiciones sean favorables. De esta forma, las plantas de crecimiento indeterminado pueden crecer indefinidamente alcanzando longitudes mayores a 5 metros. Generalmente requieren sistemas de soporte o “tutorado” para mantenerse erectas. La producción de frutos se maneja a lo largo de toda la planta y para evitar la proliferación de nuevos tallos, deben podarse continuamente los nuevos brotes axilares.

b) Semilla

La semilla es de forma lenticular que presenta dimensiones aproximadas de 5mm x 4mm x 2mm, y está compuesta por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal; el embrión que da origen a una planta y está constituido por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula; el endospermo contiene elementos nutritivos que requiere el embrión a inicios de su desarrollo; y la testa o cubierta seminal está constituido por un tejido duro e impermeable, el cual protege al embrión y el endospermo (Pérez, 2007).

c) Raíz

El sistema radical tiene como función principal la absorción y el transporte de nutrientes, así como el soporte o anclaje de la planta en el suelo. Está constituido por la

raíz principal y abundantes raíces secundarias y adventicias de naturaleza fibrosa, donde puede alcanzar una profundidad de 1.80 metros (Pérez, 2007).

d) Tallo

El tallo generalmente es de 2-4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Desde el tallo principal se desarrollan brotes laterales, que se conocen como crecimiento simpodial (Angarita, 2009).

e) Flor

Todas las especies de tomate tienen por lo general las flores de color amarillo brillante, el cáliz compuesto por 5 cepas y la corola está compuesto por 5 sépalos. Las anteras donde se almacena el polen se encuentran unidas formando un tubo del cuello angosto que rodea y cubre al estilo y estigma, este mecanismo asegura la autofecundación, ya que el polen se libera de la parte interior de la antera (Pérez, 2007).

f) Hoja

El tomate presenta hojas compuestas imparipinadas con borde dentado que miden unos 0.5m de largo, con un foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que a su vez pueden ser compuestos, Al igual que el tallo, las hojas están recubiertas de pelos (Pérez, 2007).

g) Fruto

El fruto es una baya carnosa que está lleno de semillas sujetadas a cavidades llamadas lóculos, pueden ser de forma redonda, alargada, lobular, aperadas, ciruelas, achatadas y de consistencia lisa, etc. En cuanto al color del fruto existen múltiples colores existiendo el rojo (color común), anaranjado, amarillo, rosa, azul violáceo, y en ciertas especies silvestres el fruto es verde (Pérez, 2007).

El agua representa entre el 88 y 95% del peso del fruto de tomate, correspondiendo el mayor valor a los cultivares de industria y el menor a los tipos cereza. Con ese alto contenido en agua, su valor nutritivo no puede residir en su poder energético sino en sus sales y vitaminas (Angarita, 2009).

2.3. Fenología del tomate

La duración del ciclo del cultivo de tomate está determinada por la variedad y las condiciones climáticas del lugar en el cual se establece el cultivo. La fase de desarrollo vegetativo de la planta, comprende cuatro sub etapas que se inician desde la siembra en semillero, seguida de la germinación; posteriormente la formación de tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente el trasplante a campo, con una duración aproximada de 30 a 35 días. Posteriormente se produce la fase reproductiva que incluye las etapas de floración (que se inicia a los 25 – 28 días después del trasplante), de formación del fruto y de llenado de fruto, hasta la madurez para su cosecha, la cual se inicia en el primer racimo entre los 85 a 90 días después del trasplante. La etapa reproductiva tiene una duración de 180 días aproximadamente. El ciclo total del cultivo es de aproximadamente siete meses (Jaramillo *et al.*, 2006)

Semillero	Trasplante	Inicio de Floración	Inicio de Formación de fruto.	Cosecha Inicio
0-30 días	30-35 días	28-35 días después del trasplante	55-60 días después del trasplante	85-90 días después del trasplante

2.4. Variedades de tomate

a) Abigail: Es una variedad con crecimiento indeterminado que tiene inflorescencia lateral y su crecimiento es continuo, la floración, fructificación y cosecha se extienden por periodos muy largos ya que necesitan tutores que conduzcan su crecimiento. Las yemas terminales no producen frutos si no que continúan produciendo hojas y su crecimiento del tallo, flores y frutos se desarrollan progresivamente durante un periodo largo que en un momento dado se encuentra en la misma planta y frutos en varios estados de maduración (Barrera y Rodríguez, 2006).

b) Rio Grande

En las plantas de crecimiento determinado, hay una fuerte brotación de yemas axilares y se producen menor número de hojas (una o dos) entre los racimos florales. Se caracterizan por alcanzar una longitud máxima de dos metros y desarrollar una inflorescencia por cada hoja. En estas plantas la producción se

maneja dejando varios tallos que se desarrollan simultáneamente. La mayoría de las variedades para tomate de procesamiento o industria tienen hábito de crecimiento determinado ya que su corta estatura facilita los procesos de cosecha mecanizada.

Por lo general, la producción de las variedades con crecimiento indeterminado empiezan días antes de las variedades con crecimiento determinado, pero la duración del período de cosecha es más corto (Escobar y Lee, 2009).

2.5. Sustratos para la producción de tomate

c) Sustratos

El sustrato es el medio de cultivo en donde se desarrolla el sistema radicular de la plántula. Para la siembra de tomate debe poseer ciertas características que le permitan a la plántula desarrollarse adecuadamente: Servir de soporte a la planta, debe ser liviano (densidad aparente $< 0,2 \text{ g/cm}^3$) y con alto porcentaje de espacio poroso ($>80\%$), proporcionar una elevada capacidad de retención de agua disponible, tener buen drenaje y aireación, presentar baja tendencia a la compactación y estar libre de patógenos, semillas y nematodos (Escobar y Lee, 2009).

El sustrato de cultivo está constituido por un material poroso, en el que se desarrolla el sistema radicular de la planta, y del que ésta toma el agua y los nutrientes que necesita para su desarrollo y el oxígeno necesario para el funcionamiento correcto del sistema radicular (Terés, 2001).

Se entiende por cultivo sin suelo aquel sistema de cultivo en el que la planta desarrolla su sistema radicular en un medio (sólido o líquido) confinado en un espacio limitado y aislado, fuera del suelo. Desde un punto de vista práctico, los cultivos sin suelo suelen clasificarse en *cultivos hidropónicos* (cultivo en agua más nutrientes o sobre materiales inertes) y *cultivos en sustrato* (cultivo sobre materiales químicamente activos, con capacidad de intercambio catiónico). Además, los cultivos sin suelo pueden funcionar como sistemas abiertos, a solución perdida no recirculante, o como sistemas cerrados, con recirculación de las soluciones nutritivas (Noguera, 1993).

Cascarilla de arroz como sustrato

El tamaño de partícula es ligeramente mayor a la de aserrín. La cascarilla es incorporada con facilidad en un medio para mejorar el drenaje. Está disponible a un costo bajo en cierta áreas y puede ser utilizado en sustitución o junto con turba. La cascarilla de arroz es de peso ligero, uniforme en grado y calidad, más resistente a la descomposición que el olote y posee menor efecto en la reducción del nitrógeno por los microbios del suelo. No introduce plagas, pero es recomendada la pasteurización del sustrato, porque contiene muchas semillas de malezas. Se utiliza, sin compostar, como un sustituto de la vermiculita por su peso ligero, volumen y resistencia a la descomposición. Sus características se pueden mejorar mediante molienda. Es un material rico en carbono. La granza tiene contenidos altos en potasio y sílice (VIFINEX, 2002).

Composición Química de la cascarilla de arroz (Prada y Cortés, 2010).

Componente	Porcentaje (%)	Componente	Porcentaje (%)
Carbono	39,1%	Oxígeno	37,2
Hidrógeno	5,2%	Azufre	0,1
Nitrógeno	0,6%	Cenizas	17,8

Arena de río

De la gran variedad de arenas existentes, la de río ofrece las mejores características para ser empleados en cultivos sin suelos el tamaño de las partículas está comprendido entre 0.5 y 2mm. La procedencia de estas arenas debe ser de ríos no contaminados ni mezcladas con materiales arcillosos. Un aspecto a tener en cuenta es que la arena de río no debe tener niveles altos de carbonato de calcio, pues alterarían la solución nutritiva (Mora, 1999).

d) Riego por goteo

El riego por goteo está despertando cada día mayor interés, debido a las múltiples ventajas que ofrece desde el punto de vista de la economía del agua, como por el efecto benéfico en el desarrollo de los cultivos y en los niveles de producción, entre las principales atribuciones de este método se puede destacar:

a) Humedecimiento parcial del suelo lo que se vuelve en un importante ahorro

del agua, b) Amplia y exacta distribución uniforme del agua, c) Se puede emplear la fertilización localizada, junto al riego, d) Flexibilidad en los horarios de riego, normalmente los tiempos de aplicación son bajos, e) Los volúmenes de descarga son bajos lo que se traduce en una economía del bombeo (Mendoza, 2013).

2.6. La Hidroponía como sistema de producción

El cultivo sin suelo o cultivo hidropónico, es un método muy importante para la producción de hortalizas, surge como una alternativa a la agricultura tradicional, cuyo principal objetivo es eliminar o disminuir los factores limitantes del crecimiento vegetal asociados al ambiente de producción, sustituyéndolo por otros soportes de cultivo y aplicando técnicas de fertilización alternativas (Cánovas, 2001).

La palabra hidroponía deriva del griego HIDRO (agua) y PONOS (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. Sin embargo, en la actualidad se utiliza para referirse al cultivo sin suelo. La hidroponía es una herramienta que permite el cultivo de plantas sin suelo, es decir sin tierra. Un cultivo hidropónico es un sistema aislado del suelo, utilizado para cultivar plantas cuyo crecimiento es posible gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídricos - nutricionales, a través del agua y solución nutritiva (Beltrano y Gimenez, 2015)

Actualmente la hidroponía se considera como el establecimiento de cultivos sin suelo (Urrestarazu, 2004) y se define como un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se irrigan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en agua, y en lugar de suelo se utiliza como sustrato un material inerte y estéril, o simplemente la misma solución nutritiva (Sánchez y Escalante, 1989).

2.7. Cultivo de tomate hidropónico bajo condiciones de invernadero

Este sistema de producción genera un impacto importante en los últimos años, por su incremento en área, productividad, rentabilidad y calidad del producto. Los rendimientos por planta bajo estas condiciones triplican a los rendimientos obtenidos al cultivo de tomate a libre exposición.

CORPOICA en el Centro de investigación La Selva en Rionegro (Antioquia), obtuvo resultados bastante promisorios en Colombia, alcanzándose productividades por planta cercanas a los 8,5 kilogramos, con incremento de la productividad superior a

un 400 % con respecto a lo que se obtiene en campo abierto; igualmente, se ha trabajado en el manejo agronómico del cultivo; este sistema se maneja con un enfoque de producción limpia, lo que permite al agricultor conocer y manejar los factores que inciden en la producción y calidad del tomate.

2.8. Fertilización química

a) Fertirriego

Las sustancias nutritivas necesarias para las especies vegetales deben ser aplicadas en el agua de riego en cantidad, proporción y forma química requerida por las plantas. Esto dependerá según su etapa fenológica, ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, de tal forma que se logre a corto y largo plazo de los resultados de los análisis químicos deben considerarse desde el inicio. Al no hacerlo se tendrá exceso de sales que pueden producir insolubilizaciones e incrustaciones en la tuberías y emisores que afecten a la instalación (Domínguez, 1996).

b) Solución nutritiva

La solución nutritiva se aplica a todos los riegos sin alternancia con solo agua. La concentración del fertilizante varía según el estado fenológico de la planta y las condiciones del clima (León, 2001).

Según Escobar y Lee, (2009), los niveles óptimos de fertilización en ppm (mg/l¹) en el sustrato para la producción de plántulas de tomate son:

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Mo
100-120	20-30	150-180	60-100	30-60	80-120	3,5	2,3	0,7	2,5	0,4	0,2

Según Zidan y Avidan (1997), la concentración óptima de elementos nutritivos en el agua de riego (goteo) (ppm) en el cultivo de tomate es la siguiente:

Estado de la planta	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento	100-120	40-50	150-160	100-120	40-50
Floración y cuajado	150-180	40-50	200-220	100-120	40-50
Inicio de maduración y cosecha	80-200	40-50	230-250	100-120	40-50

Nutrientes y su función en la planta de tomate.

Macroelementos	Función en la planta
Nitrógeno (N)	Formación de órganos vegetativos de la planta, la deficiencia de este elemento produce floración tardía y disminución en el peso de los productos (Etchevers, 2004)
Fósforo (P)	Enraizamiento y floración de la planta (Mendoza, 2006).
Potasio (K)	Formación de tallos y frutos, aumento de sustancias sólidas, colocación y brillantez de los frutos. En el tomate acumula cantidades de azúcares (Contreras, 2006).
Calcio (Ca)	Evita la necrosis apical generados por salinidad o irregularidades en los riegos (Ferre, 2010).
Azufre (S)	Crecimiento de la planta, desarrollo de proteínas y semillas. Formación de ácidos amínicos, vitaminas y clorofila (Sánchez y Escalante, 1989).
Magnesio (Mg)	Importante en la etapa de floración y amarre de flores, su deficiencia presenta clorosis intervenal y palidez del color de los frutos en desarrollo (Reyes, 2002).
Microelementos	
Boro (B)	Importante para la polinización adecuada, además favorece el cuajado de flores, frutos y el desarrollo de semillas (Berenguer, 2003).
Manganeso (Mn)	Actúa como catalizador de las acciones enzimáticas y fisiológicas. Fomenta resistencia contra plagas y enfermedades (Liñan, 2010).
Zinc (Zn)	Está ligado al desarrollo y expansión foliar y en el proceso de fotosíntesis. Su deficiencia produce clorosis intervenal (Bastida, 2001).

2.9. Condiciones climáticas de tomate en invernadero

a) Luz

Es importante considerar la cantidad y calidad de la luz que pasa por la cubierta plástica, pues esta tiene un efecto directo en la precocidad, sanidad, desarrollo y productividad del cultivo. La mejor eficiencia en el paso de la luz tiene aquellos invernaderos curvos y que utilizan materiales de menor grosor posible, tal es el tipo arco con tubos de hierro galvanizado. Es importante la ubicación de las plantas con respecto a la homogeneidad en la radiación solar, para evitar variantes en el desarrollo de la productividad del invernadero (Barrera y Rodríguez, 2006).

b) Temperatura

El cultivo de tomate crece y se desarrolla en variadas condiciones climáticas, pero durante el ciclo del cultivo existen dos momentos en los que es necesario temperaturas diferentes, para el crecimiento vegetativo la temperatura óptima es de 18 a 22°C en el día y 16° C en la noche y para el desarrollo productivo es necesaria una temperatura de 23 a 28°C en el día y en las noches de a 15-22°C. si la temperatura es mayor a 25°C y menor q 12°C, la fecundación es defectuosa o nula, porque se disminuye la cantidad y calidad del polen, donde se genera la caída de flores y deformación de frutos (Jaramillo *et al.*, 2006).

Consecuencias de un cultivo expuesto a altas temperaturas:

- Reducción de la viabilidad del polen.
- Reducción de la cantidad de flores por inflorescencia.
- Distorsión de las anteras.
- Elongación del estilo por encima de las anteras.
- Debilidad y asimetría en la forma de la inflorescencia.
- Cambios morfológicos dados principalmente por la elongación de los entrenudos.
- Mala fecundación de frutos y por ende mal llenado de frutos

Consecuencias de un cultivo expuesto a bajas temperaturas:

- Reducción de la viabilidad y cantidad del polen.
- Distorsión y elongación del ovario y deformación de fruto.
- Distorsión de los estambres.
- Incremento del número de flores por inflorescencia.
- Entrenudos cortos y plantas compactas

Temperaturas críticas del tomate

Según Escalona *et al.*, (2009) las temperaturas críticas del tomate se resumen a continuación:

- Se hiela la planta - 2°C
- Se detiene su desarrollo 10 – 12 °C
- Desarrollo normal de la planta 18 – 25 °C
- Mayor desarrollo de la planta 21 – 24 °C
- Germinación óptima 25 – 30 °C
- Temperaturas óptimas
 - Desarrollo
 - Diurna 23 – 26 °C
 - Nocturna 13 – 16 °C
 - Floración
 - Diurna 23 – 26 °C
 - Nocturna 15 – 18 °C
 - Maduración 15 – 22 °C

c) Humedad relativa

Para el buen desarrollo del cultivo de tomate la humedad relativa debe estar entre 60 a 80%. Cuando la humedad relativa es muy elevada, favorece el desarrollo de enfermedades aéreas, las que presentan una serie de desórdenes que afectan la calidad de los frutos como: manchado, grietas, malformaciones, frutos huecos, se dificulta la compactación del polen y además facilitan la caída de flores. En cambio si la humedad relativa es baja, aumenta la transpiración de la planta, se reduce el proceso de fotosíntesis y se seca el polen, también se produce anomalías durante el proceso de fecundación (Jaramillo *et al.*, 2006).

d) Luminosidad

Como el cultivo de tomate es muy exigente en luminosidad, para su buen desarrollo requiere de días soleados y entre 8 a 16 horas de luz, para un buen desarrollo de la planta y para lograr la coloración uniforme de los frutos. Una baja luminosidad afecta los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta, por otro lado reduce la absorción de agua y nutrientes (Jaramillo *et al.*, 2006).

Para mejorar la luminosidad

- Materiales de cubierta con buena transparencia
- Orientación adecuada del invernadero
- Materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores
- Acolchado del suelo con plástico blanco

Para reducir la luminosidad

- Blanqueo de cubiertas
- Mallas de sombreo
- Acolchado de plástico negro

e) Suelo

El tomate es un cultivo que crece o prospera en diversos tipos de suelos, los más indicados son suelos sueltos, con buena aireación y con buen drenaje interno y que tengan la capacidad de retener y mantener humedad, de textura franca a franco arcilloso; con altos contenidos de materia orgánica, por encima de 5%, El pH óptimo para el éxito del cultivo debe oscilar entre 5.8 a 6.8 (Jaramillo *et al.*, 2006). El aire contiene en forma constante vapor de agua, se denomina humedad relativa al porcentaje de vapor de agua que en un volumen de aire (m³) puede contener, esta humedad es directamente proporcional a la temperatura interna del invernadero, así la cantidad de vapor de agua será mayor a temperaturas altas, lo cual beneficia la aparición de plagas y enfermedades causadas por hongos y bacterias (Barrera y Rodríguez, 2006).

2.10. Manejo agronómico del cultivo de tomate

a) Trasplante

Se realiza cuando la planta alcanza una altura promedio de 10 a 12 cm y cuando el sistema radicular esté bien formado, el cual permitirá la adecuada absorción de los nutrientes, de esta manera la planta no sufrirá algún estrés que pueda interferir en su desarrollo (Pérez, 2007).

El trasplante definitivo se realiza aproximadamente entre cuatro a cinco semanas después de la siembra del semillero (Jaramillo *et al.*, 2006).

Según Jaramillo *et al.* (2006) las condiciones apropiadas para trasplantar las plántulas de tomate son las siguientes:

- Uniformidad entre plántulas en la bandeja de propagación.

- Las hojas de las plántulas deben estar bien desarrolladas, erectas y de color verde.
- Las plántulas deben presentar una coloración ligeramente púrpura en la base del tallo y debajo de las hojas.
- Plántulas bien nutridas, sin deficiencia de fósforo; esta se reconoce por la presencia de un intenso color púrpura en la superficie de las hojas.
- Las plántulas deben presentar raíces blancas y delgadas, que llenen toda la celda de arriba hacia abajo. Las plántulas con raíces de color marrón o que no se extiendan hacia la parte inferior del contenedor, indican que han estado creciendo con baja humedad y ello retrasa el desarrollo de las plántulas en campo.

b) Poda

Consiste en quitar los brotes laterales, de manera sistemática, antes que se presente un grado de desarrollo que comprometa la distribución de asimilados. Según Jaramillo *et al.* (2006), para las variedades de tomate con crecimiento indeterminado, se requiere realizar podas a diferentes órganos de la planta como tallos, chupones, hojas, flores y frutos, con el fin de permitir mejores condiciones para la planta y de esta manera mejorar la producción, y a la vez eliminar aquellas partes de la planta que no tienen incidencia con la cosecha y que pueden consumir energía necesaria para lograr frutos de mayor tamaño y buena calidad.

Otras ventajas de la poda

- Reducir la competencia entre órganos en crecimiento
- Mejorar la ocupación del volumen aéreo
- Facilitar la aireación de la planta
- Mejorar la penetración de la luz
- Facilitar la recolección
- Balancear la nutrición en la planta

Al cultivo de tomate se le realiza tipos de podas (Jaramillo *et al.*, 2006):

- **Poda de formación**

Se realiza en los primeros 25 a 30 días después del trasplante y es ahí donde se define el número de tallos a desarrollar. Se puede trabajar plantas hasta con cuatro tallos, pero generalmente en los invernaderos es apropiado

trabajar con plantas a un solo tallo, esto con la finalidad de facilitar el tutorado y el manejo agronómico.

- **Poda de yemas o chupones**

La poda de yemas o chupones consiste en eliminar brotes que se desarrollan entre el tallo principal y los peciolos de las hojas, es recomendable eliminarlos antes que superen los tres centímetros para evitar la absorción de nutrientes que son necesarios para la formación y llenado de frutos. Se realiza aproximadamente entre los 25 a 30 días después del trasplante, en el momento de la poda de formación, en el que se eliminan los brotes o chupones que están por debajo del primer racimo floral y se eliminan las hojas bajas senescentes. Los chupones o yemas axilares se desarrollan durante todo el ciclo del cultivo; sin embargo, entre los 30 a 90 días después del trasplante se producen con más frecuencia, siendo necesario en ocasiones, deschuponar dos veces por semana; posteriormente disminuyen su desarrollo durante los picos de producción.

- **Poda de flores y frutos**

La poda de flores y frutos depende del tipo de mercado y de la variedad que se cultive, para mercados exigentes en frutos de buen tamaño y buen calibre es donde se va realizar esta labor y existen variedades que producen gran número de flores por inflorescencia, frutos que no se desarrollan bien y son de calibre muy pequeño, que no satisfacen las necesidades de los mercados, para este caso se recomienda podar las flores antes de que sean polinizadas.

- **Poda de hojas**

Se realiza esta labor con la finalidad de mejorar de la luz en la planta, para lograr una homogeneidad en el tamaño, calidad y maduración de frutos, aumentar la ventilación y bajar la humedad relativa en la base de las plantas, además, es importante eliminar hojas enfermas que sean fuente de inóculo. En plantas con crecimiento indeterminado, las hojas se ubican en grupos de tres (hojas A, B, C) seguidas de un racimo floral; la hoja A es la que está inmediatamente por debajo o al frente del racimo floral, es la responsable del 75% del llenado del fruto; en tanto que la hoja B se ubica en posición intermedia a la hoja A y C y colabora con cerca del 15% del llenado del

fruto; la hoja C aporta el 8%, repartiendo sus fotosintatos en forma bilateral para el racimo anterior y posterior.

- **Poda de yema terminal o despunte**

Consiste en eliminar la yema principal de la planta, teniendo en cuenta que el racimo está por debajo de esta yema esté totalmente formado. Esta poda determina el número de racimos que se va dejar por planta, esto de acuerdo a las exigencias del mercado, por lo general el tamaño de los frutos de los últimos racimos es mucho menor, por lo cual la poda terminal permite que los últimos frutos adquieran un mayor tamaño, si este no se consigue a través de una adecuada fertilización.

Para cualquier tipo de poda, es recomendable aplicar productos a base de cobre, con la finalidad de evitar la entrada de microorganismos patógenos a través de las heridas; también es importante realizar una desinfección periódica de las herramientas que se utilizan para esta labor.

c) Tutorado

El tutorado se realiza con la finalidad de mantener erguida a la planta y evitar el contacto de las hojas y frutos con el suelo, con esta práctica se favorece la aireación de la planta, el aprovechamiento de la radiación, y facilita las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Esta actividad repercutirá en la producción final, calidad del fruto y el control de las enfermedades. Para la sujeción se pueden utilizar hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillos) y de otro a un alambre situado a una altura determinada por encima de la planta (1.8 – 2.4m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance al alambre (en el caso de las plantas con crecimiento indeterminado) (Pérez, 2007).

En tomates de crecimiento indeterminado, los ciclos de productividad suelen extenderse hasta 8 meses o más. Esta situación exige descolgar los tallos con frecuencia en torno a una vez por semana. Esta labor se facilita utilizando las perchas o ganchos con rafia de polietileno que sirve para tuturar las plantas. Los tallos van circulando la doble línea de cultivo, de manera que las flores y frutos en desarrollo reciban el aporte conveniente de luz. En algunos casos, las plantas pueden alcanzar una longitud superior a los 15 metros (Zapata, 1995).

2.11. Plagas y enfermedades en el cultivo de tomate

2.11.1. Principales plagas en el cultivo de tomate

a. Plagas del suelo

Tierreros y trozadores

Lepidóptera: Noctuidae

Agrotis ipsilon (Hufnagel), llamado gusano trozador negro, gusano biringo o rosquilla y *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), conocido como gusano cogollero del maíz o gusano trozador: El adulto son mariposas de hábitos nocturnos, cuyo daño más importante lo hacen las larvas que generalmente atacan en focos o parches y se presentan en forma abundante durante periodos secos, temperaturas altas y en presencia de malezas y gramíneas, pastos o residuos de cosechas anteriores. Estas se alimentan de las plantas, atacando sus cuellos y raíces; en ocasiones dañan el follaje, principalmente en las horas de la noche, permaneciendo inmóviles dentro del suelo durante el día.

Para el control de este tipo de gusanos, se recomienda eliminar las malezas dentro y fuera del invernadero, ya que estas especies preferentemente ponen sus huevos en ellas; realizar una adecuada preparación del terreno y ubicar trampas de luz alrededor del invernadero para la captura de los adultos de estos insectos. Otra medida de control es el uso de coberturas plásticas sobre las camas, ya que muchas larvas se lanzan al suelo para empupar, y al encontrarse con el plástico, se evita que puedan entrar en el suelo y completar su ciclo. El control químico solo se debe aplicar, cuando las poblaciones del insecto sean muy altas; este se realiza incorporando un insecticida al suelo o incorporando cebos tóxicos dentro del invernadero (Jaramillo *et al.*, 2006).

b. Chupadores o minadores del follaje

Aphidos

(Homoptera: aphididae) *Aphis gossypii* (Sulzer). Pulgón del algodonero, *Myzus persicae* (Glover). Pulgón verde de la papa, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). Pulgón mayor del algodonero. Este tipo de insectos se alimentan de los tejidos vegetales de las plantas, succionando la savia, debilitando la planta y ocasionando deformaciones y amarillamientos. Su importancia radica en la transmisión de virus y enfermedades como la fumagina, hongo negro que cubre totalmente las hojas e impide todos los procesos fotosintéticos de las mismas.

Para el control de áfidos se han empleado tácticas diversas, entre ellas el control biológico. Varias especies de enemigos naturales (depredadores, parásitos y patógenos) se encargan de regular sus poblaciones. El control químico de los áfidos por medio de insecticidas ha sido el más usado (Jaramillo *et al.*, 2006).

Minadores de hoja

(Diptera: Agromyzidae) *Liriomyza Sp.* El daño económico lo realizan las larvas de estos insectos, al construir minas y galerías en las hojas, desarrollando necrosis. En ataques fuertes, las hojas se secan por completo, reduciendo la capacidad fotosintética. *L. sativae* es difícil de controlar una vez que está presente en altas poblaciones, tanto por su resistencia como por su hábito de minador que lo protege de las aspersiones foliares, entre las medidas de control cultural y físico se tienen el control de las malezas huéspedes, la rotación de cultivos y el uso de trampas amarillas atrayentes, son las medidas más recomendadas a tener en cuenta para prevenir los ataques iniciales (Jaramillo *et al.*, 2006)

Mosca blanca

Agente causal: *Trialeurodes vaporariorum*

Clase: Insecta

Orden: Homóptera

Familia: Aleyrodidae

La Mosca blanca, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a su capacidad de vuelo, siendo de reciente introducción en la sexta región y que se debe considerar una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia y sujeta a medidas de supresión permanentes.

El daño principal asociado a esta plaga, se relaciona con el debilitamiento de las plantas, deterioro de la calidad de frutos por secreciones azucaradas que originan fumagina, reducción de la capacidad fotosintética de las hojas y transmisión de virus (Escalona *et al.*, 2009).

Según Escalona *et al.* (2009) El ciclo de vida de la Mosca Blanca tiene 6 estadios que se detallan a continuación:

Estado	Duración en días
Huevo	7 – 10 días
Estados ninfales (1-2-3-4)	20 – 25 días

Adulto

30 – 40 días

La hembra inicia la postura de huevos 1 a 2 días después de enlosar de la falsa pupa, generalmente poniendo los nuevos en el envés de la hoja en forma aislada si la hoja es glabra o en grupos si esta posee tricomas. Si la hembra es fecundada, esta iniciará la postura de huevos que originarán individuos de ambos sexos, en proporción de 1:1. En cambio, si no es fecundada, solo pondrá huevos partenocárpicos, que originará machos. La duración del ciclo huevo adulto, dependerá de las condiciones de temperaturas y de la presencia de plantas hospederas de tal forma que dependiendo de las temperaturas medias diarias, este ciclo se podrá reducir o alargar (Escalona et al., 2009).

Duración del ciclo de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en función de la temperatura (Escalona et al., 2009).

T° media (°C)	Duración en días
14	60 – 70 días
20	30 – 45 días
27	20 – 30 días

La Mosca Blanca no presenta estadios especiales de hibridación y su supervivencia en el período invernal va a depender de la presencia de las distintas plantas hospederas, especialmente en los invernaderos en la que presenta una alta persistencia.

Estrategias de control de mosca blanca (Escalona et al., 2009).

- **Control físico:** Funciona bien en cultivos bajo invernaderos, mediante la instalación de mallas antiáfidos (10 x 14).
- **Control biológico:** Es limitado a una especie entomófaga *Encarsia formosa*, la cual se encuentra en forma natural en el medio, sin embargo cual es muy afectada por las aplicaciones de pesticidas. Otro controlador, corresponde a un entomopatógeno *Verticillium lecanii*, el cual tiene un buen efecto supresor, sin embargo se ve afectado por las aplicaciones normales de fungicidas.
- **Control químico:** Considera la implementación de aplicaciones vía riego a partir del trasplante, en el cual el Imidacloprid presenta un buen control, de largo efecto residual. En cuanto a las aplicaciones destinadas a adultos al follaje, existe una amplia oferta de productos que los

controlan, siendo muy importante la eficiencia y la eficacia de las aplicaciones, en el sentido de llegar a los sitios donde está la plaga, volúmenes de agua, tipo de equipo de aplicación y uso de coadyuvantes.

Trips

(Thysanoptera: Thripidae) *Trhrips palmi* (Karny). Los adultos y las ninfas causan punteados o pequeñas manchas cloróticas o plateadas en los tejidos y deformación de las hojas. Si las poblaciones son altas, las hojas se secan parcial o completamente. Es importante tomar medidas de control cultural y físicas como la destrucción de malezas hospederas, la rotación de cultivos y el uso de trampas atrayentes (azules). En cuanto al control químico, se puede hacer teniendo en cuenta el nivel de poblacional de la plaga y la biología y sus hábitos de desarrollo (Jaramillo *et al.*, 2006).

c. Plagas masticadoras del follaje

Coleópteros perforadores de hoja

Coleoptera: Chrysomelidae

Epitrix sp. Pulguilla negra de las hojas

El daño de importancia económica lo hacen los adultos: perforan las hojas, brotes tiernos e incluso flores, hacen huecos redondos e irregulares en plantas pequeñas; pueden llegar a causar fuertes defoliaciones, afectando seriamente el crecimiento y desarrollo del cultivo. Este se presenta con mayor intensidad durante los primeros cincuenta días. Como medida de control, se recomienda la remoción de las plantas hospederas y malezas solanáceas cerca de los cultivos y la rotación del tomate con otros cultivos. Las recomendaciones de control químico van dirigidas a los adultos cuando alcanzan ciertos niveles de población o de daño, especialmente en las primeras etapas del cultivo, en estado de plántulas o plantas con poco follaje. Cuando se presentan dos pulguillas por planta, se debe iniciar el control químico (Jaramillo *et al.*, 2006).

Gusanos masticadores del follaje

Lepidoptera: Noctuidae

Trichoplusia (Hubner)

Falso medidor del ajonjolí - *Pseudoplusia includens* (Walter).

Falso medidor del algodnero - *Spodoptera frugiperda* (UE. Smith).

Son plagas de gran importancia económica que causan grandes pérdidas en la producción. Las larvas caminan arqueándose, de allí se deriva su nombre común como gusano medidor; el daño lo hacen las larvas o gusanos al consumir todo el tejido de las hojas, dejando únicamente las nervaduras; en algunos casos consumen el fruto o hacen agujeros en ellos. Para decidir usar el control químico para reducir la población de una plaga, es necesario estar seguro de que el nivel de infestación justifica la aplicación del insecticida y seleccionar un insecticida específico a ella (Jaramillo *et al.*, 2006).

d. Perforadores del fruto

Lepidoptera: Noctuidae

Heliothis virescens (Fabricius).

Las larvas perforan, taladran y destruyen los frutos, permitiendo la entrada de patógenos y su pudrición. Los frutos dañados, generalmente se caen de la planta en menos de cuatro semanas, (Lepidoptera: Pyralidae) *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée); Pasador del fruto, donde las hembras colocan los huevos debajo de los sépalos en frutos recién formados, las larvas recién nacidas penetran rápidamente en el fruto, dejando una cicatriz suberizada, denominada espinilla, la cual sirve para reconocer el fruto afectado por la plaga. El insecto se alimenta durante todo su estado larval de la pulpa del fruto, hasta completar su desarrollo, y solo sale cuando está listo para empupar en el suelo, dejando un orificio redondo en el fruto.

Para el control de estos insectos, generalmente se hacen aplicaciones químicas, las cuales resultan ineficientes, por el hábito de vida de la plaga, ya que permanecen dentro del fruto en su estado inmaduro.

El fruto protege a la larva contra la acción de los insecticidas.

El control biológico puede ser una alternativa de manejo. Igualmente, existen algunos enemigos naturales para su control.

La aplicación de ají ajo (*capsi Alil*), Dipel (*Bacillus thuringiensis*) es una de las medidas de control más eficientes, sin tener que recurrir a los productos químicos.

e. Polilla del tomate

Lepidoptera: Gelechiidae

Tuta (Scrobipalpula) absoluta (Mayrick).

La polilla del tomate, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la alta capacidad de vuelo, los ciclos de postura de la hembra y que se debe considerar una plaga primaria del cultivo del tomate, de alta persistencia y sujeta a medidas de supresión permanentes (Escalona *et al.*, 2009).

El daño es causado por las larvas que atacan el follaje, forman minas; además, pegan las hojas del cogollo, forman una telaraña y barrenan las nervaduras, también afectan ramas y tallos e inclusive producen la caída de flores y frutos. Esta plaga es de gran importancia económica, ya que afecta directamente la producción del cultivo. Se presenta especialmente durante épocas secas. El cultivo se debe monitorear permanentemente para detectar la presencia de la plaga, ya que una vez establecida, el control químico no es eficiente porque el insecto permanece dentro del fruto o el cogollo durante su estado larval; por lo tanto se encuentra protegido sin que logre penetrar los insecticidas (Jaramillo *et al.*, 2006).

La aplicación de Dipel (*Bacillus thuringiensis*) se debe realizar al momento de iniciarse la floración; es una excelente medida de control preventivo. En el caso de la aplicación de insecticidas químicos, se recomienda seleccionar el más específico y selectivo posible, utilizando las dosis más bajas recomendadas (Jaramillo *et al.*, 2006).

Duración del ciclo de vida de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Escalona *et al.*, 2009).

Estado	Duración en días
Huevo	6 – 10 días
Estados larvales (1-2-3-4)	15 – 20 días
Pupa	8 días
Adulto hembra	10 – 15 días
Adulto	6 – 7 días

f. Nematodos

Agente Causal: *Meloidogyne spp.*

Clase: Nematoda

Orden: Tylenchida

Familia: Heteroderidae

Meloidogyne, es un endoparásito sedentario, es una especie polífaga y de amplia distribución gracias a la dispersión por actividades de labranza y plantas contaminadas, además de desplazarse a través del agua de riego. El daño principal asociado a esta plaga, se relaciona con la formación de nódulos en las raíces, las cuales restringen el paso de agua y nutrientes a la planta, provocando un escaso desarrollo, debilitamiento generalizado y un aspecto de deshidratación y una severa reducción de la producción, tanto en cantidad como en calidad. Además se le asocia la transmisión de ciertos virus y también favorece el ataque de hongos saprofitos (Escalona *et al.*, 2009).

Duración del ciclo de vida de *Meloidogyne sp.* (Escalona *et al.*, 2009).

Estado	Duración en días
Huevo	3 – 5 días
Estado juvenil	5 – 10 días
Adulto	15 – 20 días

2.11.2. Principales enfermedades en el cultivo de tomate

Enfermedades bacterianas (Escalona, *et al.*, 2009)

- **Pseudomonas**

Agente causal: *Pseudomonas spp.* Causales de la enfermedad: Humedad relativas altas, temperaturas relativas bajas entre 15° - 20°C y agua libre sobre el tejido. Penetración: Estomas, heridas y contaminación por roce.

- **Xanthomonas**

Agente causal: *Xanthomonas spp.* Causales de la enfermedad: Humedad relativas altas, temperaturas relativas medias entre 20° - 30°C agua libre sobre el tejido. Penetración: Estomas, heridas y contaminación por roce.

- **Cáncer bacterial**

Agente causal: *Clavibacter michiganensis*. Causales de la enfermedad: Humedad relativas altas Temperaturas relativas bajas entre 18° y 25° C agua libre sobre el tejido. Penetración: Estomas, heridas y contaminación por roce.

Enfermedades fungosas

- **Alternaría**

Agente causal: *Alternaria alternata*. Causales de la enfermedad: Exceso de humedad (lluvias y neblinas), temperaturas entre 10° - 25°C, suelos infectados y agua libre sobre el tejido. Penetración: A través de las hojas, heridas en el follaje y salpicadura del suelo (Escalona *et al.*, 2009).

- **Fusarium**

Agente causal: *Fusarium sp.* Causales de la enfermedad: Sobrevive en el suelo por clamidiosporas, amplio rango de temperaturas, plantaciones tempranas, suelos infectados, rápida recolonización de suelos desinfectados, sustratos sin desinfectar, estrés de las plantas (hídrico o térmico), desplazamiento por agua y viento y alta diversidad de cepas. Penetración: Directamente a nivel de cuello y/o raíces en plantas recién trasplantadas y que son sometidas a un estrés. (Escalona *et al.*, 2009).

- **Rizoctonia**

Agente causal: *Rhizoctonia solani*. Causales de la enfermedad: Exceso de humedad (lluvias y neblinas), temperaturas entre 15° - 25°C y suelos infectados. Penetración: A través de las hojas, heridas en el follaje y salpicadura del suelo. Medidas de control: Plantines en óptimo estado, aplicación de enmiendas orgánicas, desinfección de sustratos, desinfección de suelos (métodos físicos y químicos), ventilación, aplicación de fungicidas dirigidos al cuello, eliminación total de plantas enfermas y de restos de cultivo (Escalona *et al.*, 2009).

- **Tizón tardío**

Agente causal: *Phytophthora infestans*. Causales de la enfermedad: Exceso de humedad (lluvias y neblinas), temperaturas entre 10° - 25°C y suelos infectados. Penetración: Principalmente a través de hojas y salpicaduras de lluvia. Medidas de control: Evitar agua libre a nivel del follaje, manejo de deshoje y desbrote, fertilización balanceada, eliminación de restos de poda o rastrojos, evitar dispersión intra e inter predial, aplicaciones periódicas de tipo preventivo de fungicidas de contacto (Mancozeb, Benomilo, Cúpricos o Azufre) (Escalona *et al.*, 2009).

- **Tizón al cuello**

Agente causal: *Phytophthora nicotianae var parasitica*. Causales de la enfermedad: Exceso de humedad a nivel del suelo, temperaturas entre 10° - 25°C y suelos infectados. Penetración: Principalmente a través del cuello y raíces muertas. Medidas de control: Evitar agua libre a nivel del cuello, alejar las cintas de riego, eliminar plantas con > 50% de anillado, aplicaciones periódicas de fungicidas de contacto (Mancozeb, Clorotalonil o Cúpricos) especialmente al cuello, incorporación de materia orgánica y rotación de cultivos (Escalona *et al.*, 2009).

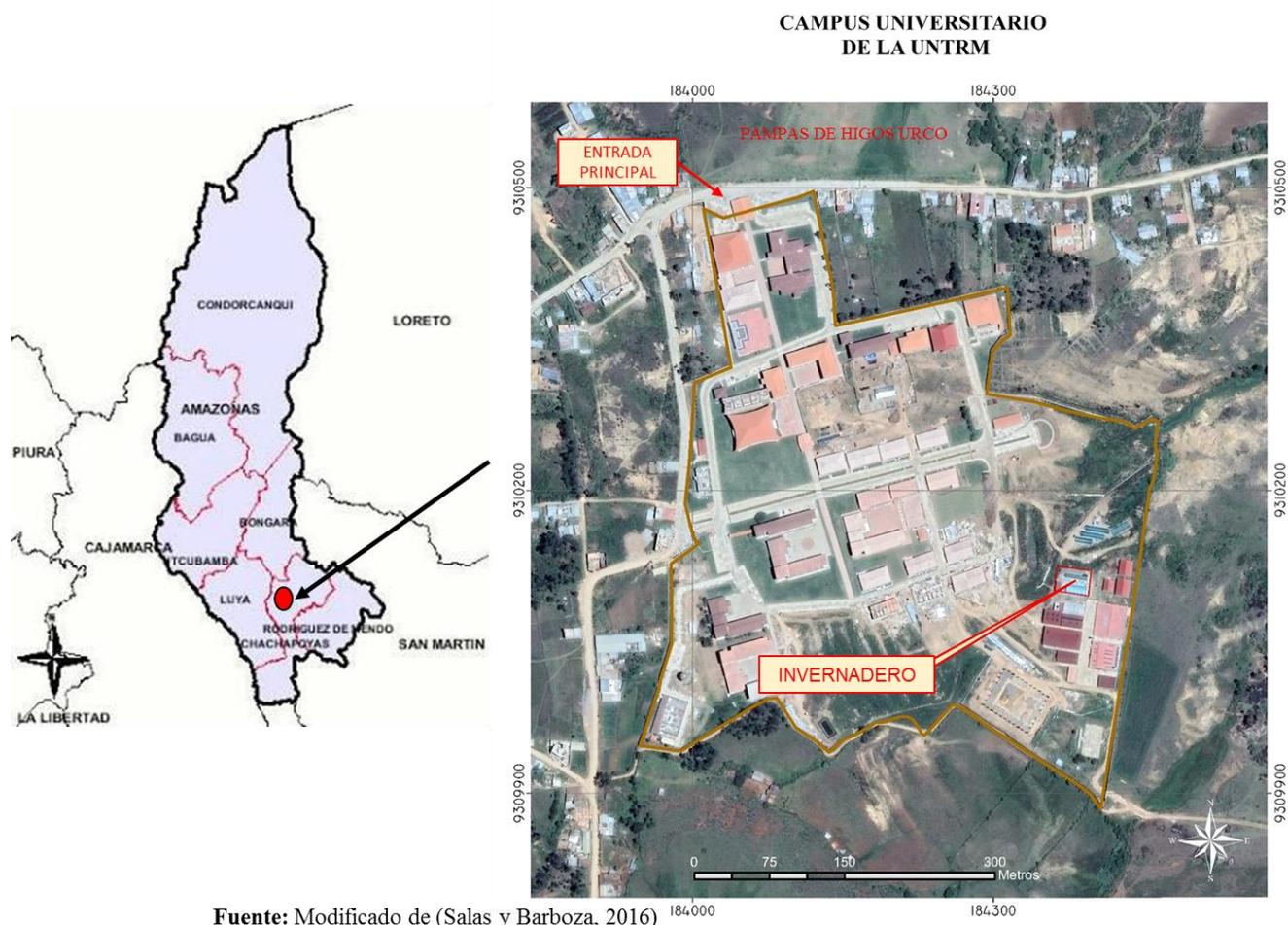
- **Raíz corchosa**

Agente causal: *Pyrenochaeta lycopersici*. Causales de la enfermedad: Gran variedad de hospederos, temperaturas entre 15° - 30° C, mono cultivo de solanáceas, alta dispersión en el perfil de suelo y contaminación interpredial. Penetración: Inmediatamente después del trasplante, contacto directo patógeno – raíz. Medidas de control: Evitar riegos excesivos, plantines en óptimo estado, enmiendas orgánicas, evaluación de *Tricodermas*, desinfección de sustratos, y suelos (métodos biológicos, físicos y químicos), eliminación total de plantas enfermas y restos del cultivo (Escalona *et al.*, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó durante los meses de abril y noviembre de año 2017, en el invernadero de la Estación Experimental Chachapoyas, ubicado en el campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Por otro lado, identificación de plagas y/o enfermedades se realizó en los ambientes del Laboratorio de Sanidad Vegetal (LAVISAN).



Fuente: Modificado de (Salas y Barboza, 2016)

Figura 1: Ubicación geográfica del área en estudio.

3.2. Materiales y equipos utilizados

Materiales

- Marcadores acrílicos
- Tijeras podadoras
- Bandejas cosechadoras
- Cintas masking
- Uniforme de campo
- Materiales de laboratorio (placas, matraces, pinzas, etc)
- Útiles y materiales de oficina
- Baldes plásticos
- Tanque pvc de 1100 litros
- Tubos de pvc alta presión de 1" y de 1/2"
- Codos para tubos de 1" y 1/2"
- Llaves de paso y uniones universales sin rosca
- Pegamento para tubo
- Manga de plástico blanco de 20" x 0.04mm
- Ganchos de metal para fijar tutoraje
- Clips de plástico para sujetar tallos al tutoraje
- Cordel de nylon mediano grosor para guiado de las plantas
- Solución de nutrientes A y B

Equipos

- Medidor de pH
- Estufa
- Cámara digital
- Laptop
- Impresora multifuncional
- Balanza de precisión
- Electrobomba de 1.5 HP
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora
- Estereoscopio Nikon SMZ18
- Microscopio invertido IX83 Olympus

3.3. Objeto de estudio

El objeto de estudio de la investigación fueron las plantas de tomate para las dos variedades (Abigail y Río Grande), en donde se evaluaron parámetros como la incidencia de plagas y/o enfermedades y el comportamiento agronómico de las plantas de tomate (altura promedio de planta, Número de frutos por planta y rendimiento en kg/planta), cuyos tratamientos están compuestos por dos tipos de sustratos mezclados en diferentes proporciones y dos variedades de tomate.

3.4. Diseño de investigación

3.4.1. Diseño del área experimental.

El invernadero cuenta con 180 m² (9m x 20m) sin embargo; la investigación se realizó en una área de 36 m² (12 m de largo por 3 metros de ancho), se instaló el cultivo de tomate en cuatro hileras (dos para cada sistema de tutoraje). Por tratamiento se instaló 2 mangas plásticas blancas de polietileno con UV de 0.80 m (cada manga con dos plantas de tomate), repetido cuatro veces (bloques) (figura 2).

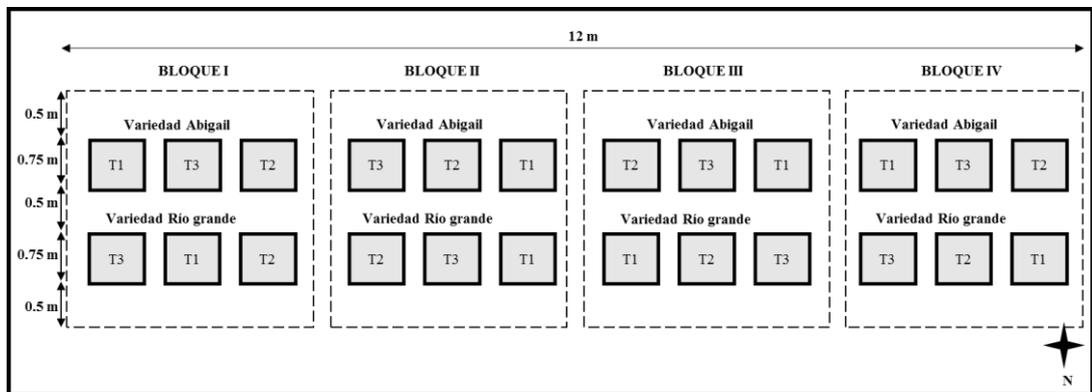


Figura 2: Croquis de la distribución de tratamientos en el invernadero.

3.5. Características del área experimental

Una estructura tipo capilla ovalado cubierto con plástico transparente especial de polietileno con UV, las paredes protegidos con malla antiáfida para prevenir el ingreso de cualquier tipo de insecto, con sistemas de refrigeración en el caso de presentarse mayores temperaturas durante determinadas horas del día, un sistema de fertirriego bien implementado, en la entrada principal cuenta con un área de desinfección para los visitantes o trabajadores.

3.6. Métodos

3.6.1. Acondicionamiento del invernadero

Para la instalación del tomate se mejoró el área de trabajo, donde se acondicionó el sistema de tutoraje, se adecuó el sistema de riego y drenaje, además, se realizó una limpieza y desinfección general al ambiente.

3.6.2. Preparación de materiales e insumos

Una vez ubicado el espacio para instalar los tratamientos, se adquirió los materiales e insumos para realizar el almácigo: sustrato (turba mezclado con arena), bandejas de germinación, semillas de tomate de la variedad Abigail con crecimiento indeterminado y la Variedad Rio Grande con crecimiento determinado, estas semillas certificadas y libre de plagas y/o enfermedades. Por otro lado, para la instalación definitiva se adquirió cascarilla de arroz y arena de río como sustrato, mangas plásticas de color blanco de 20 pulgadas por 0.04mm (150 metros) y los materiales para el sistema de fertirriego.

3.6.3. Instalación de los sistemas de producción hidropónica

Desinfección de sustratos

Para prevenir los posibles problemas fitosanitarios al momento de la instalación de la investigación se realizó la desinfección de los sustratos, en el caso de la cascarilla de arroz se realizó un lavado en agua corriente, seguido de una solarización para eliminar microorganismos patógenos, para el caso de arena de río se lavó y se esterilizó dos veces cada 24 horas en una autoclave a una temperatura de 121° C, 1 atmósfera de presión durante 30 minutos. Los sustratos desinfectados fueron distribuidos de acuerdo al diseño experimental en cada uno de los tratamientos.

Preparación de almácigo

Se empleó como sustrato la mezcla de arena con turba previamente desinfectados, se colocó el sustrato en bandejas plásticas de cofinamiento, lo cual permite además de un ahorro de semilla, mejor planificación de siembra, calidad y uniformidad de plántulas, ahorro de sustrato, facilidad para movilizar las plantas de un lugar a otro, fácil remoción y no haya destrucción de raíz de las plantas al momento del trasplante. Se utilizó 2 bandejas de polipropileno (cada bandeja para 96 semillas) uno para cada variedad, se realizó la siembra de

semillas (10% adicional) para asegurar el porcentaje de germinación y no ser afectados por pérdidas de plántulas debido a problemas fitosanitarios que puedan presentarse.

Preparación de mezclas de sustratos

La mezcla de los sustratos se realizó de la siguiente manera:

Tratamiento 1 (T1): 100% de cascarilla de arroz.

Tratamiento 2 (T2) se realizó una mezcla de los dos sustratos en proporciones de 75% de cascarilla de arroz con 25% de arena de río.

Tratamiento 3 (T3) se realizaron mezclas en proporciones de 50% de cascarilla de arroz con 50% de arena de río.

Acondicionamiento y llenado de mangas de plástico

Se prepararon las mangas blancas de plástico con dimensiones de 0.80 m de largo por 0.25 m de ancho (ancho de fábrica), se llenó con sustrato de acuerdo a los tratamiento establecidos y luego fueron cerrados ambos extremos de las mangas con grapas de acero; una vez llenadas las mangas, se realizó dos agujeros de 10 centímetros de diámetro, donde se colocarán finalmente las plántulas y se distribuyeron de manera horizontal y de acorde con el diseño de la investigación.

Trasplante de plántulas

Se realizó cuando las plántulas presentaron entre tres a cuatro hojas verdaderas, bien formadas, erectas y de color verde con una altura promedio de 10 a 15 centímetros. Se trasplantó plántulas con buen desarrollo, libre de plagas y enfermedades tanto para la variedad Abigail y Rio Grande.

Deshierbas

Durante todo el ciclo fisiológico de las plantas de tomate, se realizó el deshierbo manual a todos los tratamientos, esto con la finalidad de evitar la competencia por agua, nutrientes, espacio y luz entre el cultivo instalado y las malezas.

Tutorado

Se colocó verticalmente unas estructuras de madera en forma de escalera, donde en la parte superior se fijó alambre galvanizado con la finalidad de sostener los hilos de Nylon provenientes de las plantas de tomate. Entre los hilos de Nylon y la planta de tomate se colocó clips de tutorado o abrazaderas de plástico para fijar, guiar y sujetar a la planta, evitando el contacto con el suelo, por otro lado evitar los cortes o malformaciones de los tallos de las plantas.

Podas

La poda de formación y de manejo fitosanitario de las plantas se realizó de forma manual utilizando una tijera de podar previamente desinfectada con alcohol etílico al 96% de concentración, donde se eliminó brotes laterales y se dejó solo el brote principal en el caso de la variedad Abigail y para la Variedad Rio Grande se seleccionó hasta tres brotes secundarios por ser de crecimiento determinado.

3.6.4. Aplicación de solución nutritiva

Los riegos fueron programados de manera automatizada y como fuente de nutrientes se utilizó la solución hidropónica “La Molina”: A (macronutrientes) a una dosis de 5 ml/L de agua, así como la Solución concentrada B (micronutrientes) a una dosis de 2 ml/L de agua. Los riegos fueron según la necesidad del cultivo.

Para la investigación se utilizó un tanque de 1100 litros, por lo que en cada tanque lleno se empleó 5 litros de solución A y 2 litros de solución B.

El suministro de nutrientes fue mediante el sistema de riego por goteo donde se empleó una bomba de agua de 1.5 hp de fuerza, la frecuencia de riego fue de una o dos veces al día dependiendo de las necesidades de riego, generalmente se realizó en las mañanas y en las tardes con la finalidad de evitar alteraciones durante el proceso fisiológico de las plantas y por otro lado evitar el disparo de los dispositivos de goteo al producirse el calentamiento de los tubos transmisores de nutrientes durante la presencia de temperaturas altas.

3.7. Variables evaluadas

3.7.1. Comportamiento agronómico de la planta de tomate

Las medidas de las variables de comportamiento agronómico del cultivo se realizaron a los 15 días después del trasplante, al inicio de la floración, al inicio de fructificación y al inicio de cosecha.

Altura de planta

La altura se midió desde el cuello hasta el brote terminal (apical) de la planta, utilizando una regla o wincha. Se midió a dos plantas por tratamientos elegidas al azar, a los que, en la primera evaluación se rotuló y marcó con una cinta plástica amarilla como referencia para las siguientes evaluaciones.

Número de frutos por planta y por cada tratamiento

Se contó todos los frutos recolectados durante las cuatro cosechas y se registraron como número de frutos por planta y por variedad, finalmente se promedió y se calculó el número total de frutos por tratamiento.

Rendimiento total por planta y tratamiento

En cada cosecha se pesó en una balanza de precisión, todos los frutos recolectados por planta, se registró y finalmente se calculó el peso promedio de tomate a nivel de plantas, variedades y tratamientos.

3.7.2. Evaluación de Incidencia de plagas en tomate

La evaluación de las plagas se realizó de la siguiente manera:

- Se dividió a las plantas en tres tercios (tercio inferior, tercio medio y tercio superior)
- Se evaluó la incidencia a cada tercio donde se contó las hojas con presencia de colonias y se calculó el porcentaje de incidencia por planta, se promedió y se obtuvo el porcentaje de incidencia por tratamiento.

Fórmula

$$\%I = \frac{\text{Total de número de colonias}}{\text{Total de hojas en estudio}} \times 100$$

Donde:

% I = porcentaje de incidencia de la Mosca blanca

3.7.3. Evaluación de Incidencia de enfermedades en tomate

Para la evaluación de plagas y enfermedades en tomate se consideró la metodología utilizada por Laborda, (2014), donde se procede a dividir la planta por tercios (inferior, medio y superior), para luego calcular la incidencia en cada tercio y finalmente obtener un valor promedio de incidencia por planta.

Fórmula

$$\%I = \frac{\text{Total de hojas afectadas por el hongo}}{\text{Total de hojas en estudio}} \times 100$$

Donde:

% I = porcentaje de incidencia de la enfermedad

Las evaluaciones de la incidencia de plagas y enfermedades se evaluaron al inicio de floración, inicio de fructificación y al momento de las cosecha.

3.8. Análisis de datos

Por cada uno de los tratamientos se tuvo 4 plantas de tomate, de las cuales se escogieron dos al azar para las evaluaciones y mediciones.

Para el procesamiento estadístico de los datos se usó la versión de prueba del Software SPSS. Los resultados obtenidos se analizaron en un diseño en bloques completamente al azar, se sometieron en primer lugar a la prueba no paramétrica de Kolmogorov Smirnov para contrastar la normalidad, luego se aplica el análisis de varianza para observar la existencia de diferencias entre tratamientos. Posterior a ello se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% de significación. Además, se realizó la correlación de Pearson para ver de qué manera la incidencia de las plagas y enfermedades influenciaban sobre las variables de comportamiento agronómico.

Se hizo uso de un diseño en bloque completamente al azar que tiene el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + E_{ij}$$

Para $i = 1, 2, 3, \dots, t$ tratamientos $j = 1, 2, 3, \dots, r$ bloques

Donde:

Y_{ij} = Es la variable respuesta

μ = Efecto de la media poblacional

t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Efectos aleatorio que pertenece a la Y_{ij} observación - EE.

El experimento constó de cuatro bloques y tres tratamientos que se repitieron para las dos variedades de tomates elegidos.

Los tratamientos fueron:

T1: 100% cascarilla de arroz

T2: 75% cascarilla de arroz + 25% arena de río

T3: 50% cascarilla de arroz + 50% arena de río

Las variedades fueron:

V1: Abigail

V2: Río Grande

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del tomate

a. Altura de planta

En la **figura 3**, se muestra los promedios de altura de planta alcanzados por cada variedad y evaluados hasta los 6 meses después del trasplante, se observa que la variedad Abigail es estadísticamente mayor a la variedad Río Grande con 1.67 m y 0.74 m respectivamente. Los valores encontrados presentan correlación altamente significativa (Pearson al 5% de significación).

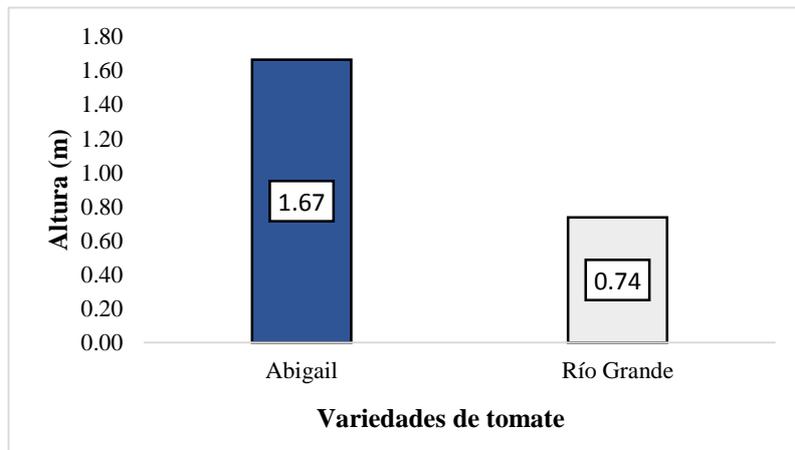


Figura 3: Altura de planta de tomate alcanzado a los 6 meses después del trasplante

En la **figura 4** se muestran los resultados del promedio de altura de planta, alcanzados durante cada una de las evaluaciones (15 días después del trasplante, inicio de floración, inicio de la fructificación y cosecha del tomate) donde se evidencia el progresivo incremento en cuanto a la altura (m) para ambas variedades.

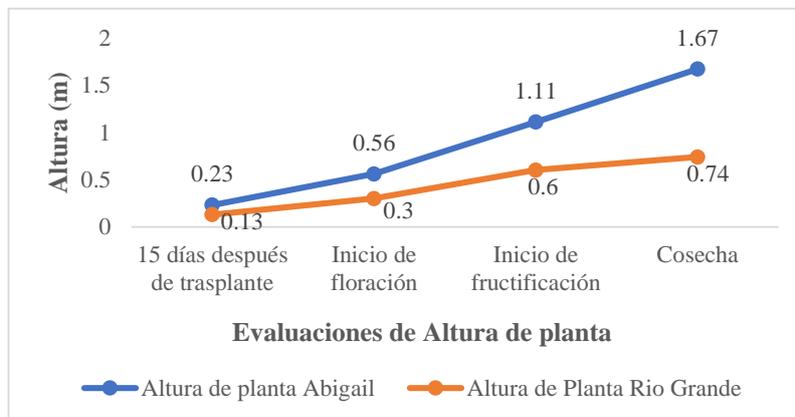


Figura 4: Altura promedio de planta de tomate evaluados en 4 momentos

b. Número de frutos de tomate/planta

En la **figura 5** se presenta el número promedio de frutos por planta obtenidos durante los 6 meses después del trasplante, donde el número de frutos de la variedad Abigail fue superior (21 frutos/planta) con respecto a la variedad Río Grande (16 frutos/planta). Los resultados presentaron correlación altamente significativa (Pearson al 5% de significación).

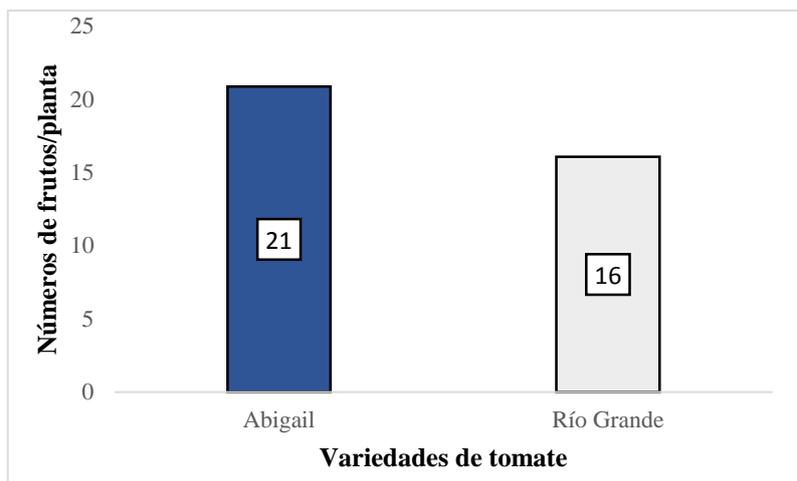


Figura 5: Número promedio de frutos/planta obtenidos en dos variedades de tomate durante la investigación.

En la **figura 6** se presenta los resultados del número promedio de frutos alcanzados por ambas variedades de tomate durante cada una de las evaluaciones (15 días después del trasplante, inicio de floración, inicio de la fructificación y cosecha del tomate) siendo la variedad Abigail la que presentó mayor número promedio de frutos/planta (21) en comparación con la variedad Río Grande donde se obtuvo 16 frutos por planta hasta los 6 meses después del trasplante.

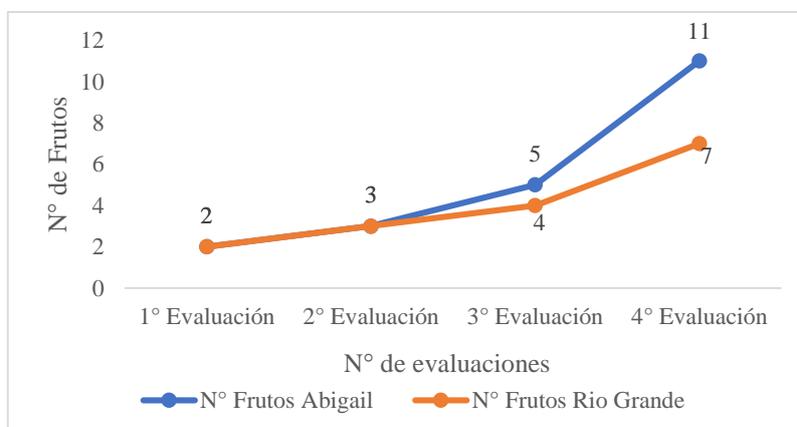


Figura 6: Número de frutos de tomate/planta/cosecha obtenidos en cuatro momentos de cosecha.

c. Rendimiento del cultivo de tomate

La **figura 7** muestra el rendimiento promedio/planta de tomate durante los 6 meses después del trasplante; los valores obtenidos determinan que no existe una correlación significativa (Pearson al 5% de significación) en cuanto al rendimiento de las variedades, pese a que existe una diferencia numérica de 0.2 Kg/planta aproximadamente.

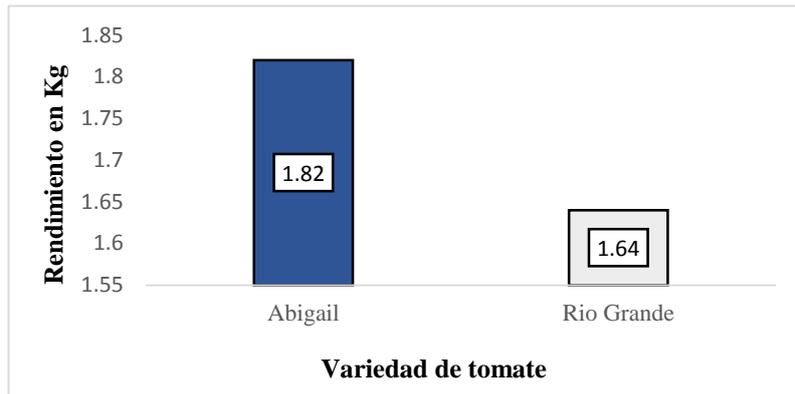


Figura 7: Rendimiento promedio en kg/planta de tomate alcanzado durante la investigación para las dos variedades

En la **figura 8**, se presenta al rendimiento promedio en kg/planta de tomate para cada momento de cosecha, en donde se puede apreciar que el rendimiento de la variedad Río Grande presenta tendencia constante, en cambio para la variedad Abigail hasta la tercera cosecha presenta una tendencia constante y para la cuarta cosecha tuvo un rendimiento mayor con un incremento de 0.65 kg con respecto a la cosecha anterior. Por otro lado se observa que en la variedad Río Grande, específicamente en la segunda cosecha tuvo una disminución en el rendimiento con respecto a la cosecha anterior.

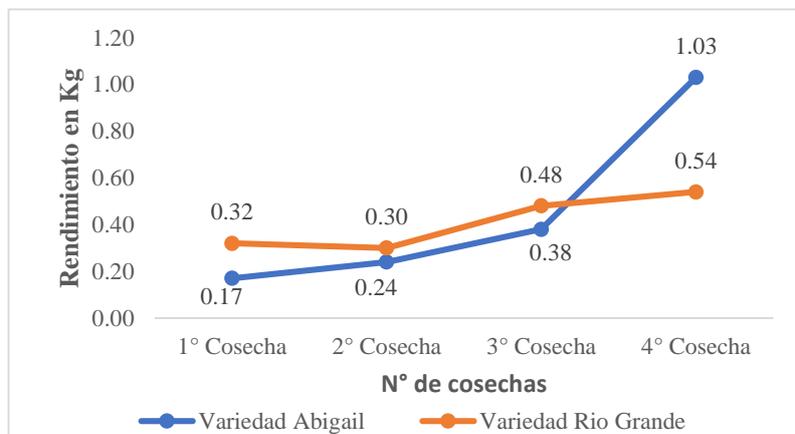


Figura 8: Rendimiento promedio de tomate en kg/planta alcanzado durante los momentos de cosecha

4.2 Identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de tomate en los tratamientos

Tras las evaluaciones realizadas periódicamente en el plazo de investigación se encontró lo siguiente:

a. Plagas presentes en el cultivo hidropónico de tomate

En todas las plantas de los diversos tratamientos se encontró huevos, ninfas y adultos un insecto conocido como mosca blanca la cual posee las siguientes características:

Estado adulto (Fotografía 1. C y 1. D).

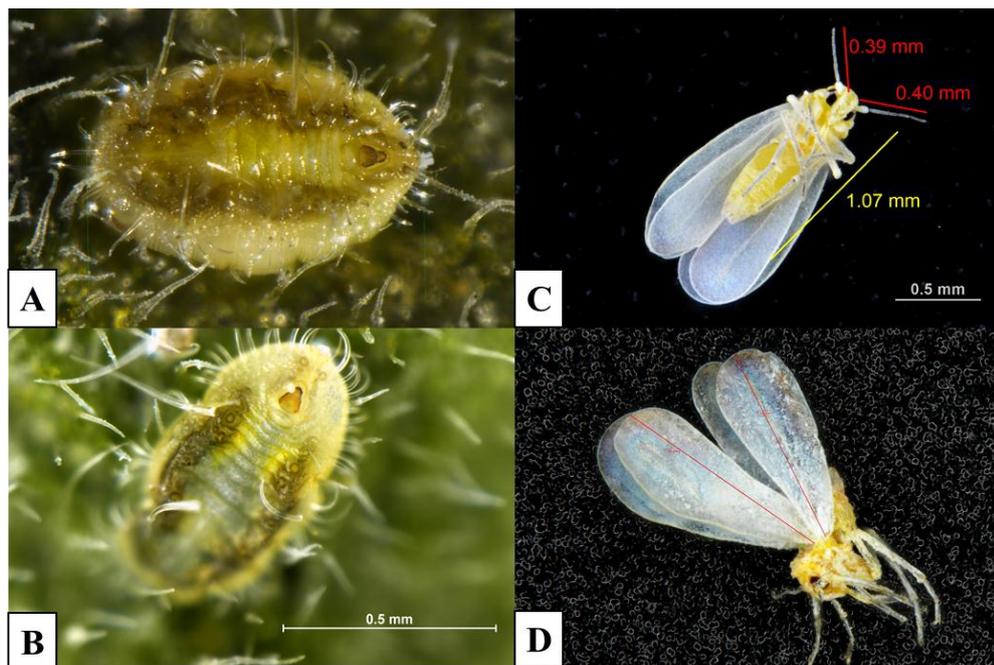
- Distribución de manera homogénea en todas las plantas de tomate que volaban al pequeño movimiento que se ocasionaba a las plantas
- El tamaño promedio que presentaron los adultos fue de 1.07 mm aproximadamente.
- Longitud promedio de las antenas fue 0.40 mm de color blanquecino.
- Alas de color blanco (cubierto con un material de consistencia cerosa), en la parte posterior más anchos, en estado de reposo las alas traslapados en la línea media del dorso y en forma plana sobre el abdomen.

Ninfas (Fotografía 1. A y 1. B).

- Se observaron ninfas de color amarillento, elíptico – alargado, poseen forma de semilla de café partido por la mitad o en forma de ataúd, rodeado por filamentos cubiertos de cera.
- Se encontraron colonias de ninfas que enroscaban a las hojas de tomate, cambiando de color a marrón claro las hojas afectadas debido a las excretas de estos insectos que favorecen la presencia del hongo *Capnodium sp.*
- Presenta orificios vasiforme alrededor de todo el cuerpo.

Huevos de mosca blanca

- Por el tamaño diminuto, se observó en el estereoscopio donde se apreció que dentro de una colonia se encontraron un gran número de huevos que tenían la forma aplanada.
- Generalmente de color amarillento algunos de color castaño oscuro, puestos en círculo o semicírculo sobre la superficie de la hoja.
- Presentaban coriones de color oscuro con el ápice doblado.



Fotografía 1: Mosca blanca: Estado de ninfa (A) y (B). Estado adulto (C) y (D). Imágenes capturadas con el estereoscopio SMZ18 Nikon en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNTRM.

b. Enfermedades presentes en el cultivo hidropónico de tomate

Registro del problema fitosanitario principal

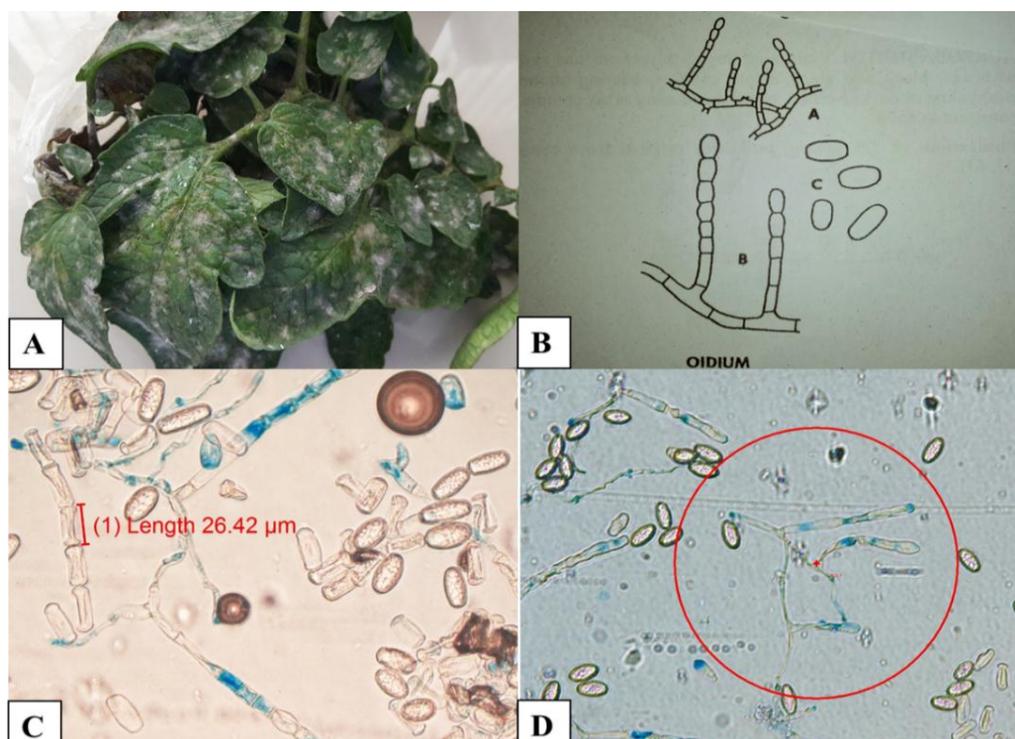
- Como síntoma principal en planta se observó una cenicilla blanquecina tanto en haz de las hojas como también en tallos jóvenes (**fotografía 2A, y 2B**)
- Su principal signo fue la presencia de una capa harinosa de color blanco o grisáceo, que conforme fue avanzando el desarrollo de la enfermedad se tornaron amarillas y posteriormente se secaron los órganos afectados.



Fotografía 2: Hojas con signo de enfermedad en dos variedades de tomate. (A) Variedad Abigail y (B) variedad Rio Grande.

Vista de estructura del hongo en microscopio invertido con fluorescencia IX83 Olympus

- Con un aumento de 40X se logró ver la estructura del hongo, donde presenta conidióforos simples y erguidos.
- En la parte superior del conidióforo se muestra conidios más engrosados.
- Conidios en forma cilíndrica, hialinos, producidos en cadenas basípetas.
- Tamaño promedio de conidios: largo 58.74 micras y ancho con 30.38 micras (figura 3.B, 3.C y 3.D).



Fotografía 3: (A) Hojas con signo del problema. (B) Estructura del hongo según Barnett, H y Hunter, B. (1998). (C) Y (D) Imágenes observadas en microscopio invertido IX83 Olympus del Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNTRM.

Registro del problema fitosanitario secundario

Durante el desarrollo de la investigación se presentó síntomas de presencia de otro agente patógeno pero de manera aislada, es decir; se observó su presencia solo dos plantas de tomate de la variedad Abigail y en el tratamiento T3 (50% de cascarilla de arroz + 50% de arena de río).

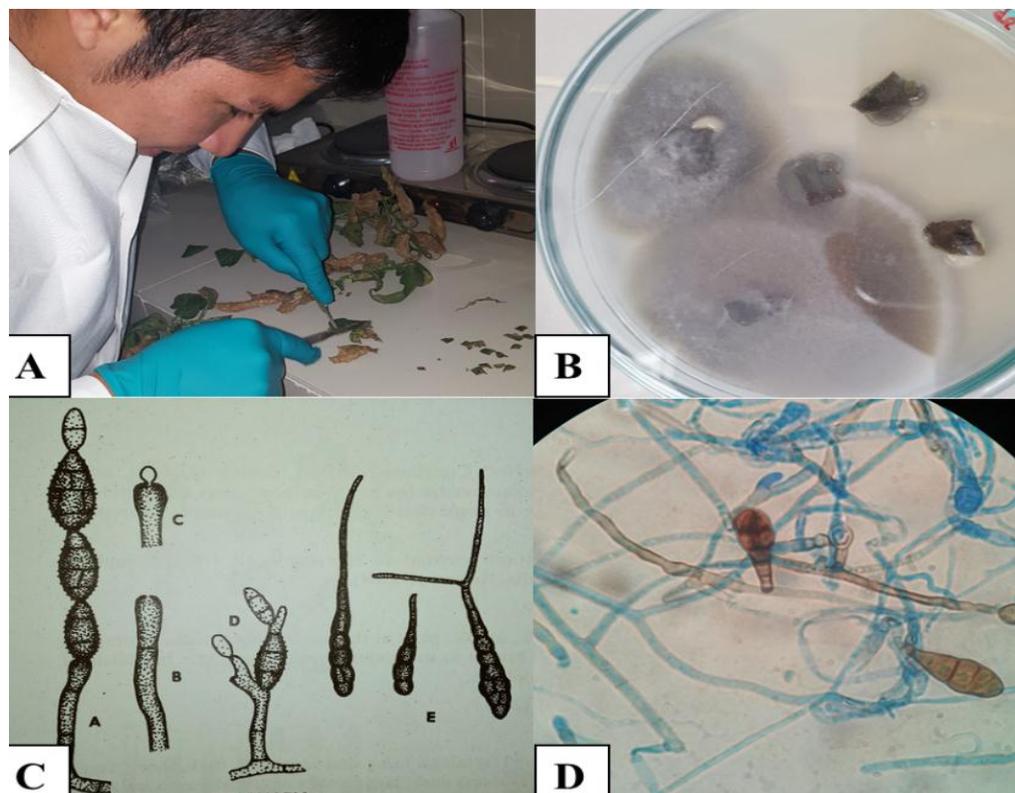
Enfermedad que afectó a las hojas, tallos, flores y frutos de la planta de tomate, las lesiones en las hojas es en forma de manchas circulares de color café, donde se destacan anillos concéntricos con coloración más oscura.

Las hojas que fueron atacados severamente cambiaron del color verde a amarillo y luego café y finalmente se desprendieron de las guías.

El desarrollo de la enfermedad inició desde las hojas senescentes hacia las hojas jóvenes, es decir, desde la parte inferior hacia la parte superior.

El hongo también genero la formación de canchales a nivel del tallo lo que produjo el secado de las plantas afectadas.

En la **fotografía 4.D** se observa la estructura microscópica del hongo patógeno, con hifas septadas dematiáceas, conidióforos septados con pared liso, simples con varios poros de inserción, conidios únicos o en cadenas cespitosas con forma ovoide o obclavata, septados longitudinalmente o transversalmente.



Fotografía 4: (A) Tratamiento de muestras. (B) Desarrollo del fitófago en medio de cultivo. (C) Estructura del hongo según Barnett, H y Hunter, B. (1998). (D) Vista microscópica del fitófago en microscopio invertido IX83 Olympus

4.3 Evaluación de la incidencia de las plagas y enfermedades

Incidencia de Oidiosis.

En la **figura 9**, se observa el nivel de incidencia promedio del oidiosis durante el desarrollo de la investigación, notamos que el porcentaje de incidencia del hongo fue mayor en la variedad Río Grande (35.29%) frente a la variedad Abigail que presentó 30.96% de incidencia. Los datos obtenidos presentaron una correlación altamente significativa (Pearson 5% de significación).

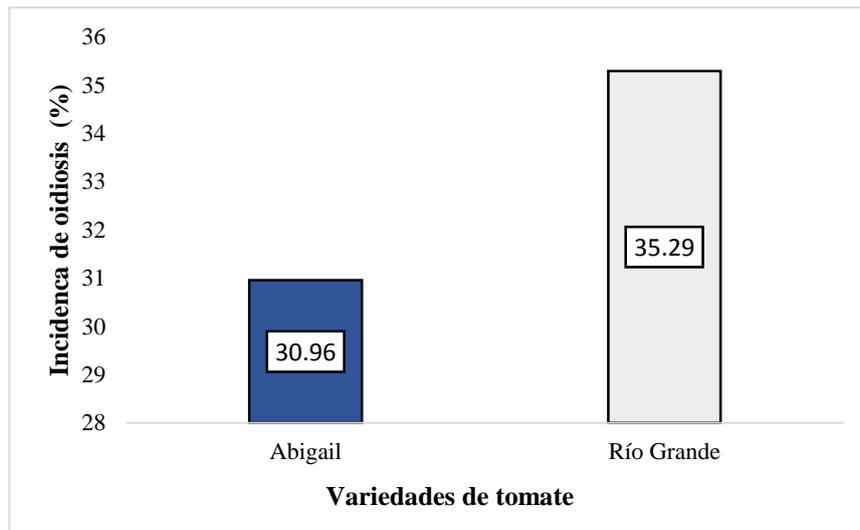


Figura 9: Incidencia promedio de oidiosis en los tres momentos de evaluación en las dos variedades.

En la **figura 10** se observa la incidencia (%) para la oidiosis en ambas variedades de tomate, observándose una tendencia similar de aumento en los tres momentos de evaluación, con valores máximos en la última evaluación con 65% para la variedad Río Grande quien reporta un porcentaje de incidencia mayor que la variedad Abigail (58%).

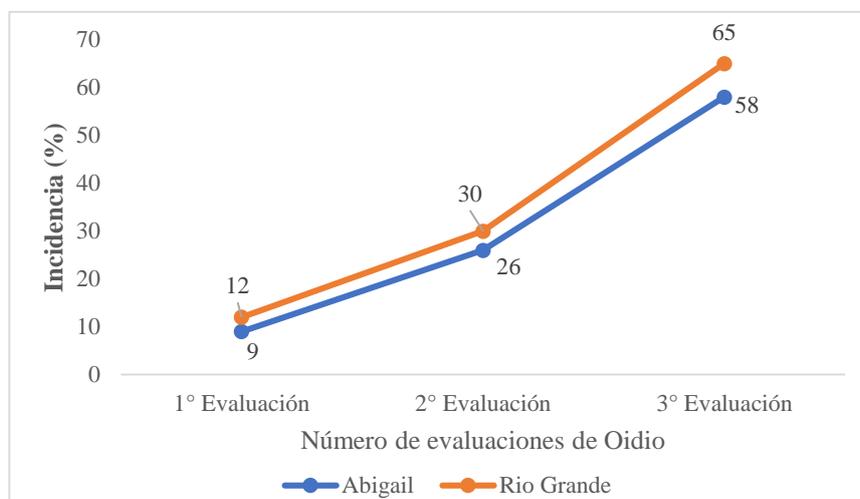


Figura 10: Incidencia de oidiosis durante las tres evaluaciones

Incidencia de Mosca blanca

En la **figura 11**, se observa el nivel de incidencia promedio alcanzado por la mosca blanca en las dos variedades de tomate, donde la variedad Abigail es la que presentó mayor nivel de incidencia (52.5%) con respecto a la variedad Río Grande (45.3%). Los porcentajes de incidencia alcanzados por la mosca blanca presentaron una correlación altamente significativa respecto a las variedades de tomate (Pearson al 5% de significación).

En

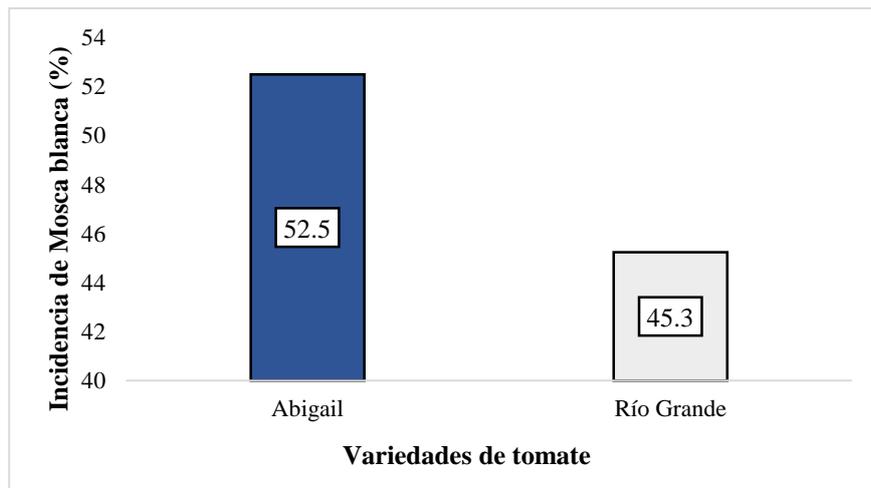


Figura 11: Incidencia de mosca blanca en las dos variedades de tomate

En la **figura 12** se presentan los porcentajes de incidencia de mosca blanca evaluadas en tres momentos para ambas variedades de tomate, donde se observa una tendencia de aumento similar para ambas variedades, sin embargo; fue la variedad Abigail la que presentó el valor más alto (73% de incidencia) respecto a la variedad Río Grande (63%) en la evaluación final.

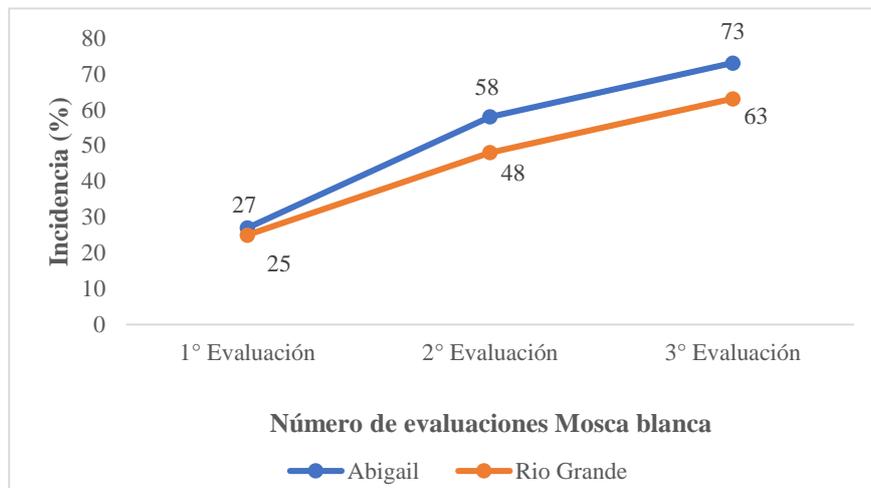


Figura 12: Incidencia de mosca blanca en las tres evaluaciones de tomate

Evaluación la incidencia de plagas y enfermedades por tratamientos

En la **figura 13**, se puede observar que la incidencia de oidiosis alcanzada en la variedad Abigail con niveles de 29.5% a 33.3% fueron ligeramente inferiores a los encontrados en la variedad río grande con 34.4 a 36.0%. Cuando los datos fueron sometidos a la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% de significancia, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos.

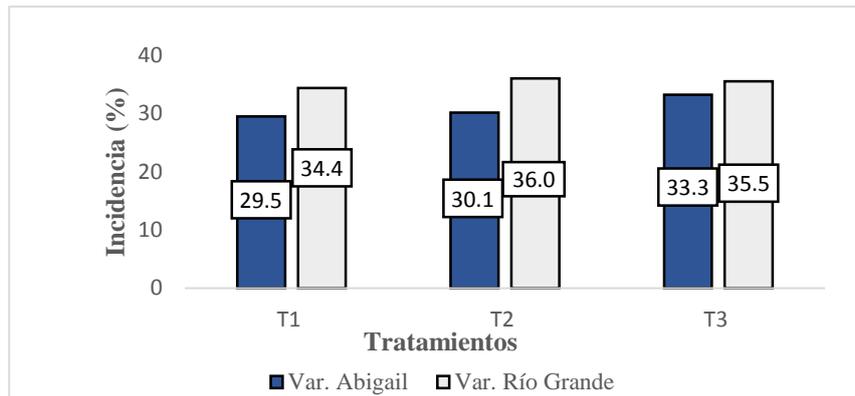


Figura 13: Incidencia de oidiosis en los diferentes tratamientos para las dos variedades

En la **figura 14**, se detalla los valores promedios de incidencia de mosca blanca alcanzados en cada uno de los tratamientos en estudio; aquí se observa que los mayores niveles de incidencia se alcanzan en la variedad Abigail con valores que van desde el 49.0% para el tratamiento T2 al 55.6% para el tratamiento (T1); de otro lado y en cuanto a la variedad Río Grande, los niveles de incidencia de mosca blanca abarcaron porcentajes de 40.4% (T1) a 49.9% (T3), valores inferiores a los encontrados en la variedad río grande, según la prueba Tukey al 5% de significación.

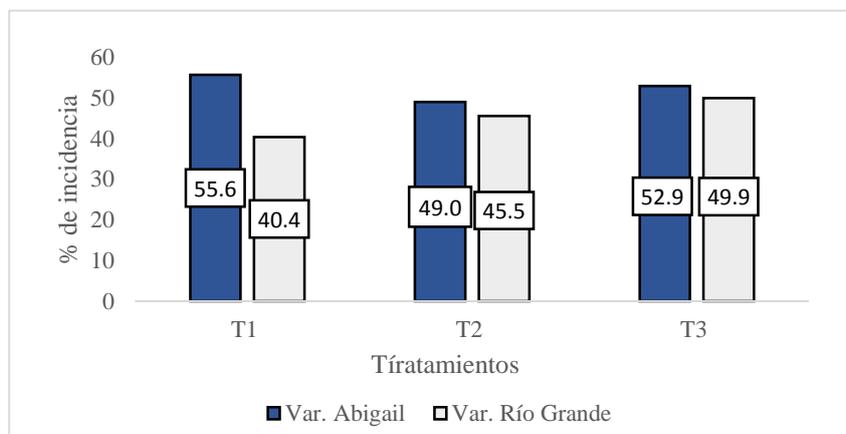


Figura 14: Incidencia de mosca blanca en los diferentes tratamientos para las dos variedades

4.4 Evaluación del rendimiento de los tratamientos comparado con el nivel de incidencia de plagas y enfermedades

En la **figura 15**, se observa el rendimiento promedio alcanzados hasta los 6 meses después de trasplante de cada uno de los tratamientos, se evidencia que el tratamiento T1 presenta los mayores valores de rendimiento con 1.87 kg/planta, seguido por el tratamiento T2 con 1.80 kg/planta y por último el tratamiento T3 con 1.49 kg/planta, el cual obtuvo el mínimo rendimiento con respecto a los demás tratamientos. Estos valores mostraron diferencias significativas entre tratamientos según la prueba Tukey al 5% de significación.

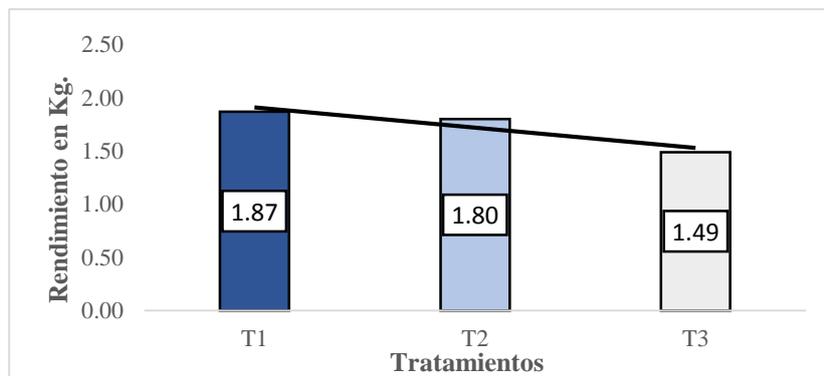


Figura 15: Rendimiento del tomate en cada uno de los tratamientos

En la **Figura 16**, se presenta el promedio de las incidencias de oidiosis y mosca blanca en los diversos tratamientos, en donde se observa que la incidencia tanto para la plaga y enfermedad es mayor para el tratamiento 3 con 51.4% y 34.4% respectivamente, ambas incidencias muestran tendencia de aumento de acuerdo al orden de los tratamientos.

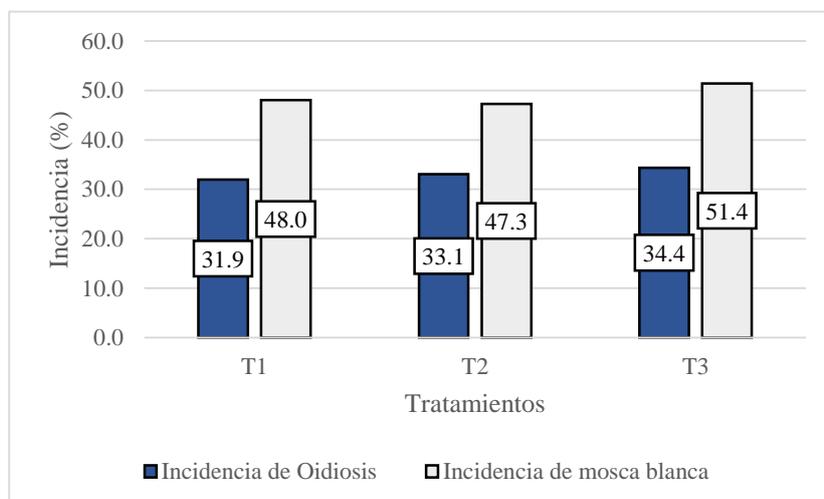


Figura 16: Incidencia de plagas y enfermedades del tomate en cada uno de los tratamientos

Tras realizar la correlación de Pearson al 5% de significancia, se observó existencia entre ambas variables: rendimiento e incidencia de Oidiosis, debido a que mientras mayores fueron los porcentajes de incidencia de Oidiosis menor fue la altura de planta (-0.501**), rendimiento (-0.454**) y el número de frutos por planta (-0.502**). En cuanto a los porcentajes de incidencia de mosca blanca su efecto sobre la variable rendimiento no es significativa, sin embargo, dependiendo de la variedad de la que se trate afectará otras variables como la altura.

V. DISCUSIONES

La mayor altura promedio de planta de tomate evaluada a los 6 meses después del trasplante, se registró para la variedad Abigail con 1.67 metros, la misma que fue mayor a la obtenida por Barrera y Rodríguez (2004), quienes registraron un promedio de altura de planta con 2.27 metros a los 3 meses después del trasplante, para la misma variedad, la diferencia podría deberse a que utilizaron a la turba como sustrato, mientras que en esta investigación se utilizó a la cascarilla de arroz. En la variedad Río Grande con crecimiento determinado se obtuvo una máxima altura de planta de 0.74 metros, lo cual fue inferior a lo obtenido por Ramírez y Nienhuis (2011), quienes registraron una altura promedio de planta de 1.77 metros para la variedad Qualyt 21, un híbrido idéntico a la variedad Río Grande, esta diferencia podría deberse a que utilizaron arena de río con sustancias inorgánicas como sustrato, mientras que en la presente investigación se utilizó cascarilla de arroz y no se realizó un manejo fitosanitario.

En cuanto al número de frutos/ planta de la variedad Abigail se alcanzó en promedio 21 frutos con un sustrato de cascarilla de arroz puro, este resultado es superior a lo encontrado por Barrera y Rodríguez (2004) quienes reportaron a 15 frutos por promedio/planta haciendo uso de un sustrato comercial para la misma variedad de tomate, según estos autores la falta de polinización influye a la baja producción a causa del aborto floral que padeció, sin embargo; no tuvieron problemas de plagas y/o enfermedades debido a que sus condiciones eran controladas. Por otro lado, el valor obtenido en esta investigación es menor a lo alcanzado por Zárate (2007) quien utilizó sustrato de coco y se obtuvo a 44 frutos por planta como promedio, esta amplia diferencia puede estar influenciada por el tipo de sustrato que emplearon, lo cual es diferente a lo que se utilizó en esta investigación, también el alto rendimiento se podría haber dado porque realizaron un manejo adecuado del cultivo especialmente en el manejo fitosanitario.

En referencia al rendimiento de tomate, el mayor valor lo alcanzó la variedad Abigail con 1.81 Kg por planta, este rendimiento es inferior al esperado en un cultivo de tomate hidropónico, pues los valores deseados deberían estar entre 2 - 3 Kg/ planta (Jaramillo *et al.*, 2006). Estos bajos rendimientos podrían deberse al ataque de mosca blanca y oidiosis que afectó al tomate o podría deberse a que la variedad no completó su ciclo productivo; pues la última cosecha de la variedad Abigail no coincide con la culminación del ciclo productivo de la variedad Río Grande (6meses). Si convertimos el rendimiento en kilogramos/ planta

obtenidos en la investigación a kilogramos/m² nos resulta 10.86 Kg/ m², teniendo como sustrato en su totalidad a la cascarilla de arroz, este valor es menor a lo reportado por De la Rosa *et al.* (2016) quienes obtuvieron valores de 16.9 kg/m² para sistemas cerrados con la misma variedad pero con otro tipo de sustrato que fue la turba, además ellos no sufrieron el ataque de ninguna plaga o enfermedad.

Respecto a la presencia de plagas en cultivo hidropónico de tomate y luego de evaluar los resultados encontrados, los mismos que fueron comparados mediante el uso de claves de naturaleza morfológica para la única y absoluta población encontrada, se trataría de la presencia de *Trialeurdes vaporariorum* Westwood, especie comúnmente denominada como “mosca blanca” de los invernaderos que pertenece a la familia Aleyrodidae del orden Homóptera; esta afirmación fundamentalmente radica en la comparación de los rasgos morfológicos entre las muestras encontradas en el presente trabajo y las descritas en el trabajo denominado Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus, publicado por el CATIE (1996).

La mosca blanca de invernadero es cosmopolita y se encuentra en regiones tropicales y subtropicales (Mound y Halsey 1978), como su nombre indica, es una plaga importante de cultivos hortícolas en invernaderos, como el tomate, Begonia, Poinsettia (White 2014) y Rosmarinus sp. (Lubiarz et al., 2013). También se sabe que es la segunda especie de importancia en el plano mundial que causa problemas en los invernaderos y en regiones frías, mediante el daño directo a las plantas. Las moscas adultas miden algo más de 1 mm de longitud, donde las hembras son un poco más grandes que los machos, presentan alas blancas, con el margen posterior más ancho y en reposo las mantiene en forma plana sobre el abdomen, por lo general sobre todo las hembras presentan alas levemente traslapadas en la línea del dorso. En cuanto a ninfas son de color pálido o amarillo pálido, de forma elíptica – alargado, sobresalen o se encuentran elevados sobre el sustrato porque tienen forma de ataúd o lata de sardina y están rodeadas por filamentos de cera, que parecen setas. Según Cerapia *et al.*, (2013), los huevos generalmente son puestos en círculos o semicírculos sobre la superficie de la hoja, cuando la infestación es alta esto es muy difícil de apreciar, de color blanco amarillento cuando son puestos, tornándose castaño oscuro a casi negro cuando están próximos a eclosionar; el corion del cual emergió la larva se aplana lateralmente y se acomoda con el ápice doblado hacia abajo.

En cuanto a enfermedades presentes, y según los resultados observados a partir de los síntomas, daños y características morfológicas observadas al microscopio, podrían ayudarnos a concluir que la principal enfermedad presente en el cultivo hidropónico de tomate se trata la Oidiosis (*Oidium sp*) que a pesar de ser un patógeno específico para el tomate, también puede atacar otras solanáceas como la berenjena y especies de otras familias y tiene la peculiaridad de atacar cultivos protegidos (Delucchi *et al.*, 2012). En la investigación se encontró características morfológicas microscópicas del *Oidium sp*, los cuales son idénticos a lo reportado por el INTA (2011), el cual describe las principales enfermedades del cultivo de tomate dentro de ello, al hongo patógeno *Oidium sp.*, cuyas características principales y más resaltantes son: **Síntomas:** Se observan principalmente en las hojas y peciolo, se puede observar la estructura del hongo de color blanco en el haz de la hoja. Se cambia de color en la parte afectada o amarillo cuando el hongo esporula. **Condición:** Se multiplica por las esporas producidas en la mancha, bajo condiciones secas y temperatura aproximada de 25° C.

También, podemos mencionar que Según Barnett, H. y Hunter, B. (1998) lo encontrado en el presente trabajo correspondería a la especie *Oidium sp.*, pues menciona a las características propias del hongo como el micelio externo color blanco; los conidióforos erguidos y simples; la parte superior aumenta de longitud a medida que se forman los conidios; conidios (meristem arthrospores) cilíndricos, unicelulares, hialinos, producidos en cadenas basípetas; parásito en las plantas superiores, y produce mildes en polvo.

Por otro lado y en segundo plano, los síntomas, daños de un problema secundario y caso aislado permitieron determinar la presencia de otro hongo patógeno, el mismo que según la descripción de Barnett, H. y Hunter, B. (1998) se trató de *Alternaria sp.*, que presenta conidióforos simples, tabicados y oscuros; bastante corto o elongado; conidios (porosporas) oscuros, típicamente con septos cruzados y longitudinales; de forma diversa, oblicua a elíptica u ovoide, frecuentemente nacida acropetalmente en un apéndice apical simple o ramificado; parasitario o saprófito en material vegetal, características idénticas a lo encontrado en el trabajo de investigación.

En otra parte del trabajo y con referencia al nivel de incidencia de la “oidiosis” tanto en la variedad de tomate Rio grande como en la variedad Abigail los resultados encontrados nos indicarían que la preferencia del patógeno por el tomate es indiferente a la variedad; esto podría deberse a que el causal tiene una amplia variedad de huéspedes y todas las variables

de tomates son susceptibles a ser infectadas si existen las condiciones de humedad y temperatura que este patógeno necesita para su desarrollo (Bernal, 2007).

En cuanto a los mayores niveles de incidencia de mosca blanca alcanzados en el en la variedad Abigail, con respecto a la variedad Río Grande, podría deberse a que en la primera, hubo presencia de mayor área foliar, mayor número de brotes tierno y hojas suculentas que a naturaleza misma de la variedad de crecimiento indeterminado (Abigail) tiene con respecto a las variedad con crecimiento determinado (Río Grande).

En referencia al tipo de sustratos, los niveles de incidencia de Oidiosis y de mosca blanca fueron mayores para las plantas que crecieron en el tratamiento con sustrato a base de 50% cascarilla de arroz + 50% arena de río, lo que indicaría que la dosis de sustrato no es la adecuada en términos de retención de los nutrientes contenidos en la solución hidropónica así como también el drenaje no sería ideal para un normal crecimiento de la planta, lo que podría provocar el un desarrollo inadecuado, que propiciarían la susceptibilidad a plagas y enfermedades (Flores *et al.* (2007); Escalona *et al.* (2009).

VI. CONCLUSIONES

Se identificó al artrópodo clase insecta de la especie *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Aleyrodidae), comúnmente conocido como mosca blanca de los invernaderos, como única plaga presente en el cultivo hidropónico de dos variedades de tomate bajo condiciones semicontroladas de invernadero en Chachapoyas – Perú.

Se identificó la presencia del agente causal *Oidium sp* (Erysiphaceae), a escala que podría suponer daños considerables en el cultivo hidropónico de tomate. Por otro lado, en la variedad Abigail también estuvo presente aunque en menor proporción, el Fito patógeno *Alternaria sp* (pleosporales).

Los niveles de incidencia de la “mosca blanca” así como los de la oidiosis, encontrados, sugieren altos niveles de susceptibilidad de las variedades en estudio y producidos en el cultivo hidropónico de tomate hacia la principal plaga y enfermedad reportados en el presente estudio.

En cuanto a la altura de planta, número de frutos y rendimiento total por planta, hubo predominio con valores considerables es la variedad Abigail (crecimiento indeterminado), lo cual indica que el cultivo de esta variedad es más rentable.

La relación entre el rendimiento (kg/planta) con el nivel de incidencia de la plaga y enfermedad, es inversamente proporcional, lo que sugiere que a mayor incidencia de la plaga y enfermedad, menores fueron los rendimientos.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar investigación de la incidencia de plagas y enfermedades para otras variedades de tomate como Lagarto y Cherry pero en semi condiciones controladas de temperatura y humedad.
- Replicar la investigación para otros cultivos comerciales como la lechuga y las fresas, ya que estos se vienen manejando bajo el sistema hidropónico en los invernaderos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Evaluar la severidad de las plagas y enfermedades que atacan a los cultivos manejados en sistemas hidropónicos bajo condiciones controladas de temperatura y humedad.
- Evaluar de qué manera el agua de riego y las condiciones controladas de humedad y temperatura pueden influir sobre el rendimiento y la calidad de fruto de determinado cultivo hidropónico, ya que lo más importante no siempre es la cantidad sino la calidad.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, A. L. (2005). Soluciones nutritivas y fertirriego. *Consideraciones, manejo y diagnóstico en cultivo sin suelo*. México.
- Alarcón, M. S. y Bolkan, H., (1994). Situación y Perspectiva del Tomate en México. Campbell`s Sinalopasta S. A. de C. V., Guasave, Sinaloa, México. Informe Interno.
- Angarita, M. del P. (2009). *Generación de líneas T-DNA de tomate (Solanum Lycopersicum cv. P73) e identificación de mutantes de inserción*. Universitat Politècnica de València. Valencia, Epaña.
- Barnett, H. y Hunter, B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Fourth Edition. 217 pp. California, United States of America.
- Barrera F, A. M. Rodríguez R. R. (2006). Evaluación del comportamiento de las variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum*) 3209 y Abigail con riego por goteo bajo invernadero en el periodo de julio a noviembre en el campus agropecuario de la UNAN-León 2004. Monografía previa para optar al título de ingeniera en agroecología tropical. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN- León. León, Nicaragua. 52 pp.
- Bastida, T. A. (2001). *El medio de cultivo de las plantas*. Sustratos para la agricultura moderna. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Beltrano, J. y Gimenez, D. (2015). Cultivo en hidroponía. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1.
- Berenguer, J. J. (2003). *Manejo del cultivo de tomate de invernadero*. En curso internacional de producción de hortalizas. (J. Z. Castellanos, & J. J. Muñoz, Editores) Guanajuato, México.
- Bernal, L., Pesca, L., Rodríguez, D., Cantor, F., Cure, J. R. (2008). Plan de muestreo directo para *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleryrodidae) en cultivos comerciales de tomate. *Agronomía colombiana* 26(2): 266-276.

- Bernal, R. (2007). Oidios en diferentes cultivos hortícolas en las zonas de Salto y Bella Unión. *Revista INIA* (11):26-30.
- Caballero, R. 1996. Identificación de moscas blancas. En: L. Hilje (Ed.), Metodología para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. CATIE.Turrialba, Costa Rica. Pp. 1-2.
- Cánovas, M. F. (2001). Manejo de cultivo sin suelo. In; El cultivo de tomate. *F. Nuez. MundiPrensa*. España.
- CATIE. (1996). Metodologías para el estudio y manejo de Moscas blancas y geminivirus. 135pp. Turrialba, Costa Rica. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=MigJtyJM7SYC&oi=fnd&pg=PA1&dq=caracteristicas+morfologicas+de+trialeurodes+&ots=bulFNAhY2U&sig=wkIFNzIQXoGhyl7sE8cbeyJCciA#v=onepage&q=caracteristicas%20morfologicas%20de%20trialeurodes&f=false>
- Cerapia R, V. E. y Castillo G, A. (2013). Estudio comparativo sobre la morfología de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaco* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). Vol 29. N° 1. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México. Pag. 178 – 193.
- Cifuentes, R. (2013). “ Evaluación de cuatro medios hidropónicos bajo condiciones de invernadero, en la producción de tomate (*Solanum Lycopersicum*), tesis bajo condiciones de invernadero, en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*). Tesis previo a conferirle en el grado académico de licenciado en Ciencias Ambientales y Agrícolas. Guatemala.69 pp.
- Contreras, M. E. (2006). *Manejo de la nutrición en cultivos hidropónicos. Memorias (Cd)*. Curso teórico-práctico “Producción de Cultivos en Sistemas Protegidos en el Trópico Húmedo”. Tabasco, México.
- DANE. (2014). El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero, tecnología que ofrece mayor producción, calidad e inocuidad del producto, 72 pp. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_dic_2014.pdf

- De la Rosa, R., Lara, A., Lozano, J., Padilla, L. E., Avelar, J. J., Castañeda, R. (2016). Rendimiento y calidad de tomate en sistemas hidropónicos abierto y cerrado. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 17: 3439-3452.
- Delucchi, A., Zapata, R., Quiroga, M. (2012). Uso de productos naturales alternativos para el manejo sustentable de *Oidium* sp. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 16.
- Domínguez, V. A. (1996). *Fertirrigación*. Segunda edición. Prensa Libros S.A.España. 233pp.
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., Martín, A. (2009). Manual del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). 60 pp. Disponible en: http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf.
- Escobar, H., y Lee, R. (2009). Manual de producción de tomate bajo invernadero. Segunda Edición. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 40 pp. ISBN 978-958-725-025-1.
- Etchevers, J. B. (2004). *Manual de fertilizantes para el cultivo de alto rendimiento*. (J. A. Bravo Salas, Ed.) México D.F.: Limusa S.A.
- Ferre, F. C. (2010). *La nutrición de la planta en el semillero*. 3er Diplomado Internacional de Horticultura Protegida (INTAGRI).
- Flores, J., Ojeda, W., López, I. Rojano, A., Salazar, I. (2007). Requerimientos de riego para tomate de invernadero. *Terra Latinoamericana* 25 (2): 127-134.
- Foolad, M. R. (2007). Genome mapping and molecular breeding of tomato. *International Journal of Plant Genomics*, 2007:1-52.doi:10.1155/2007/64358.
- INTA. (2011). Reconocimiento de las principales enfermedades en hortalizas, 76 pp. Disponible en: http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/manuales_catalogos/jica/HORTALIZAS%20.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2015). Crecimiento demográfico. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe>.

- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M. A. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero. Boletín técnico 21. Centro de Investigación La Selva Rionegro, Antioquia, Colombia. 52 pp.
- Laborda, R. (2014). Métodos de evaluación en protección de cultivos. Valencia, España.
- Liñan, C. D. (2010). *Agroquímicos de México (Productos fitosanitarios, Nutricionales, Orgánicos y Otros insumos)*. Segunda edición. México.
- Lubiarz M., Goszczyński W., Cichocka E., (2013). Invertebrates inhabiting culinary herbs grown under cover. *Journal of Plant Protection Research* 53 (4). Pag. 333–337.
- Mendoza, A. (2013). *Riego Por Goteo*. El Salvador. 98pp.
- Mendoza, E. (2006). Manual técnico de cultivo de tomate en campo. Fasagua. 13pp.
- Mora, L. (1999). Sustratos para cultivo sin suelo o Hidroponía. In III Congreso Nacional de Suelos. San José, Costa Rica. 95–100 pp.
- Mound, L.A., Halsey, S.H., (1978). Whitefly of the world: A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data, British Museum (Natural History). John Wiley & Sons, Chichester, UK. 340 pp.
- Noguera, A. (1993). Sustratos para el cultivo sin suelo: Inventario y características. JR Díaz (Eds.). Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. Almería, España. 80pp.
- Pérez, A. (2007). “*Evaluación del tomate híbrido 73–48 (Lycopersicon esculentum Mill) de hábito indeterminado con productos de Intrakam bajo condiciones de invernadero con tres sustratos orgánicos.*” México.
- Pérez, J. P., y et al. (2003). Guía Técnica cultivo de tomate. CENTA. *Deficiencia de calcio en tomate (Lycopersicon esculentum Mill)*. La Libertad, El Salvador 48pp.
- Prada, A. y Cortés, C. E., (2010). La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: Una alternativa de aprovechamiento integral. *Revista ORINOQUIA*. Volumen 14. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta, Colombia. Pág. 155-170.

- Ramírez, C., Nienhuis, J. y Guzmán, M. (2011). Evaluación del crecimiento y productividad del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo cultivo protegido en tres localidades de Costa Rica. *Tecnología en marcha*. Vol. 25, N° 1. Costa Rica. Pág 3 - 15.
- Reyes, N. Y. (2002). *Nutrición y regulación del crecimiento de hortalizas y frutales*. Celaya. México. 22pp.
- Rodríguez, I. V., Cardona, C. (2001). Problemática de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabasi* (Homoptera: Aleyrodidae) como plagas de cultivos semestrales en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 21-26.
- Salas, R., Barboza, E., (2016). Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. *Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, Vol 2 – N°01. Chachapoyas, Amazonas, Perú. Pp 88 – 96.
- Sánchez, del C,F. y ESCALANTE, E.R (1989). *Hidroponía. Un sistema de Producción*. Tercera Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapimngo, México. 194pp.
- Sánchez, F., Moreno, E. C., Pineda, J., Osuna, J. M., Rodríguez, J. E, Osuna, T. (2014). Producción hidropónica de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) con y sin recirculación de la solución nutritiva. *Agrociencia* 48 (2): 185-197.
- Terés, V. (2001). *Relaciones aire-agua en sustratos de cultivo como base para el control del riego. Metodología de laboratorio y modelización*. Tesis para optar el grado de doctor Ingeniero agrónomo. Escuela Técnica superior de ingenieros agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 525pp.
- Urrestarazu, M. (2004). Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. P 3-47. En; M. Urrestarazu (ed). *Tratado de cultivo sin suelo*. Tercera edición. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- VIFINEX (2002). Producción de sustratos de sustratos para viveros. Costa Rica. 50pp. Disponible en: <http://www.cropprotection.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-viveros.pdf>.

- White, J., (2018). Whiteflies in the greenhouse. Cooperative Extension Service. College of Agriculture, University of Kentucky. Entfact-456. (2014). Available on: <http://www2.ca.uky.edu/entomology/entfacts/entfactpdf/ef456.pdf>.
- Zaidan, O. Y Avidan. A, 1997. CINDACO. Curso internacional de hortalizas. Shefayim, Israel. pp.29.
- Zapata, F. (1995). *Manejo de cultivo de tomate en invernadero*. (M. A. Barrera, y R. Rodríguez, Editores.) Caracas, Venezuela.
- Zárate, B. H. (2007). Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hidropónico con sustratos, bajo invernadero. Tesis para obtener el grado académico de maestro en ciencias (Protección y producción vegetal). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional- Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México. 176 pp.

IX. ANEXOS

ANEXOS 01: Fichas de evaluación

ALTURA DE PLANTA (1° evaluación 15 días después del trasplante, 2° evaluación inicio de floración, 3° evaluación inicio de fructificación y 4° evaluación inicio de cosecha)

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	Alt. de planta 1° Evaluac.	Alt. de planta 2° Evaluac.	Alt. de planta 3° Evaluac.	Alt. de planta 4° Evaluac.
Abigail	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	0.21	0.54	1.11	1.70
			2	0.22	0.57	1.15	1.73
		2	1	0.17	0.45	0.99	1.55
			2	0.13	0.44	0.99	1.50
		3	1	0.21	0.53	1.09	1.64
			2	0.22	0.54	1.11	1.68
		4	1	0.18	0.51	1.07	1.61
			2	0.20	0.53	1.10	1.64
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	0.25	0.61	1.18	1.74
			2	0.24	0.58	1.13	1.67
		2	1	0.29	0.64	1.19	1.75
			2	0.23	0.57	1.12	1.65
		3	1	0.24	0.59	1.15	1.72
			2	0.23	0.56	1.10	1.64
		4	1	0.28	0.62	1.18	1.74
			2	0.26	0.60	1.17	1.73
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	0.25	0.58	1.09	1.63
			2	0.21	0.50	1.05	1.60
		2	1	0.25	0.59	1.15	1.71
			2	0.23	0.52	1.08	1.63
		3	1	0.25	0.58	1.13	1.68
			2	0.25	0.59	1.14	1.69
		4	1	0.24	0.54	1.10	1.63
			2	0.26	0.59	1.16	1.70

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	Alt. de planta 1° Evaluac.	Alt. de planta 2° Evaluac.	Alt. de planta 3° Evaluac.	Alt. de planta 4° Evaluac.
Rio Grande	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	0.13	0.29	0.59	0.73
			2	0.15	0.35	0.68	0.82
		2	1	0.14	0.31	0.64	0.79
			2	0.15	0.37	0.71	0.84
		3	1	0.16	0.39	0.73	0.86
			2	0.12	0.30	0.60	0.72
		4	1	0.15	0.34	0.65	0.80
			2	0.11	0.31	0.63	0.79
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	0.11	0.27	0.58	0.69
			2	0.12	0.30	0.63	0.78
		2	1	0.12	0.28	0.60	0.74
			2	0.14	0.34	0.67	0.82
		3	1	0.13	0.30	0.63	0.77
			2	0.11	0.26	0.55	0.64
		4	1	0.12	0.29	0.59	0.73
			2	0.11	0.27	0.57	0.67
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	0.11	0.25	0.54	0.66
			2	0.15	0.30	0.59	0.72
		2	1	0.10	0.24	0.49	0.62
			2	0.11	0.25	0.56	0.69
		3	1	0.12	0.26	0.56	0.68
			2	0.09	0.24	0.53	0.66
		4	1	0.14	0.29	0.58	0.72
			2	0.15	0.29	0.59	0.73

PRODUCCIÓN TOTAL EN GRAMOS

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	1° cosecha (gr)	2° cosecha (gr)	3° cosecha (gr)	4° cosecha (gr)
Abigail	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	585	322.4	425.1	429.9
			2	545	450.2	326	1151.1
		2	1	195	280.4	234	822.2
			2	0	304.4	182.7	323.1
		3	1	240	270.5	501.8	550.5
			2	555	307.1	311.7	406.1
		4	1	420	387.4	250.8	756.4
			2	108	205.7	160.5	758
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	51	384.1	628.4	1262.9
			2	55	113.8	203.7	1788.8
		2	1	40	210.3	470.8	1750.2
			2	43	214.6	390.9	1512.7
		3	1	57	88.5	633.1	1503.2
			2	0	127.9	700.4	982.1
		4	1	96	105.2	450.6	1523.6
			2	80	97	420	1627.3
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	230	291.3	197.3	528.1
			2	0	107.9	273.2	937.5
		2	1	260	102.4	296	1544.5
			2	0	174	537.2	688.1
		3	1	30	520.4	414.6	245.1
			2	177	98.3	311.6	1404.7
		4	1	205	112.3	400.9	1051.9
			2	103	380.3	299.8	1106.3

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	1° cosecha (gr)	2° cosecha (gr)	3° cosecha (gr)	4° cosecha (gr)
Rio Grande	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	435	579.9	706.1	749.1
			2	315	709.1	900.5	185.3
		2	1	505	204.2	753.3	581.9
			2	325	120.3	532.4	1210.5
		3	1	310	275.1	286.9	628.8
			2	400	101.2	830.1	1316.3
		4	1	300	541.1	670.1	950.4
			2	416	158.2	566.5	778.6
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	555	470.1	168.9	217
			2	450	102.3	540.2	669.6
		2	1	495	93.3	592	387.9
			2	260	669.2	136.5	415.1
		3	1	55	524.2	403.9	420.2
			2	40	230.4	150.7	670.4
		4	1	336	87.3	412.8	325.5
			2	298	175.2	311.2	540.6
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	495	244.1	329.7	520.2
			2	535	70.4	670.4	209.7
		2	1	260	123.9	576.2	532.5
			2	240	272.1	340.7	450.1
		3	1	30	556.4	332.3	225.2
			2	0	341.1	550.1	250.3
		4	1	340	60.3	332.6	402.1
			2	190	508.3	503.5	357

NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	1° Cosecha	2° Cosecha	3° Cosecha	4° Cosecha
Abigail	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	5	3	4	7
			2	4	4	3	17
		2	1	4	5	4	10
			2	0	1	2	13
		3	1	2	3	6	15
			2	4	5	4	10
		4	1	2	4	5	9
			2	1	5	4	5
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	1	4	5	11
			2	2	2	3	12
		2	1	1	3	3	11
			2	2	4	6	8
		3	1	1	1	7	9
			2	0	3	5	7
		4	1	2	3	6	9
			2	1	2	4	11
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	2	3	4	8
			2	0	4	7	10
		2	1	3	3	4	16
			2	0	3	6	9
		3	1	1	6	6	6
			2	3	2	6	13
		4	1	3	4	7	13
			2	2	5	5	18

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	1° Cosecha	2° Cosecha	3 Cosecha	4° Cosecha
Rio Grande	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	3	4	5	8
			2	10	5	3	2
		2	1	3	5	7	4
			2	7	2	9	6
		3	1	2	3	4	4
			2	3	2	8	11
		4	1	2	3	5	9
			2	4	2	6	5
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	4	4	3	2
			2	6	1	7	10
		2	1	2	2	6	4
			2	3	5	3	8
		3	1	2	4	6	6
			2	2	3	3	10
		4	1	3	2	3	4
			2	2	1	2	6
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	3	3	5	8
			2	4	1	3	5
		2	1	3	1	3	7
			2	2	3	3	4
		3	1	1	4	3	2
			2	0	3	4	2
		4	1	4	1	2	4
			2	2	4	3	4

EVALUACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

1° Evaluación de Oidiosis (inicio de floración)

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	1° EVALUACIÓN			
				T. Inferior	T. Medio	T. Superior	
Abigail	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	22%	0%	0%	
			2	10%	0%	0%	
		2	1	22%	11%	10%	
			2	20%	10%	0%	
		3	1	10%	0%	0%	
			2	14%	9%	0%	
		4	1	18%	10%	10%	
			2	14%	0%	0%	
		T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	14%	10%	0%
				2	11%	0%	0%
			2	1	27%	14%	11%
				2	20%	10%	0%
	3		1	13%	0%	0%	
			2	29%	0%	0%	
	4		1	11%	10%	10%	
			2	14%	0%	0%	
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	22%	20%	9%	
			2	27%	13%	11%	
		2	1	36%	14%	0%	
			2	29%	0%	0%	
		3	1	10%	9%	0%	
			2	11%	0%	0%	
		4	1	22%	0%	0%	
			2	20%	11%	11%	

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	1° EVALUACIÓN			
				T. Inferior	T. Medio	T. Superior	
Rio Grande	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	29%	10%	0%	
			2	14%	0%	0%	
		2	1	17%	0%	0%	
			2	29%	10%	0%	
		3	1	33%	14%	10%	
			2	20%	0%	0%	
		4	1	11%	0%	0%	
			2	30%	14%	0%	
		T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	33%	10%	10%
				2	11%	0%	0%
			2	1	20%	0%	0%
				2	14%	0%	0%
	3		1	27%	11%	0%	
			2	22%	0%	0%	
	4		1	30%	14%	11%	
			2	44%	18%	14%	
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	43%	17%	10%	
			2	40%	17%	0%	
		2	1	11%	0%	0%	
			2	33%	0%	0%	
		3	1	38%	11%	10%	
			2	10%	0%	0%	
		4	1	27%	0%	0%	
			2	22%	10%	0%	

2º Evaluación de Oidiosis (inicio de fructificación)

Variedad	Tratamiento	Repetición	Nº de planta	2º EVALUACIÓN		
				T. Inferior	T. Medio	T. Superior
Abigail	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	43%	17%	11%
			2	33%	13%	0%
		2	1	40%	22%	9%
			2	42%	18%	14%
		3	1	36%	18%	13%
			2	42%	25%	0%
		4	1	38%	33%	0%
			2	20%	36%	17%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	27%	17%	11%
			2	33%	25%	0%
		2	1	40%	33%	10%
			2	36%	18%	14%
		3	1	50%	50%	13%
			2	42%	38%	0%
		4	1	38%	33%	0%
			2	20%	44%	17%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	56%	38%	11%
			2	38%	25%	0%
		2	1	67%	44%	10%
			2	30%	20%	0%
		3	1	63%	40%	13%
			2	56%	18%	10%
		4	1	40%	38%	17%
			2	30%	27%	0%

Variedad	Tratamiento	Repetición	Nº de planta	2º EVALUACIÓN		
				T. Inferior	T. Medio	T. Superior
Rio Grande	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	60%	33%	13%
			2	57%	20%	0%
		2	1	44%	29%	14%
			2	56%	27%	0%
		3	1	40%	22%	10%
			2	30%	27%	0%
		4	1	43%	36%	14%
			2	40%	44%	22%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	67%	33%	14%
			2	50%	30%	0%
		2	1	43%	29%	14%
			2	45%	36%	10%
		3	1	67%	50%	17%
			2	55%	13%	0%
		4	1	64%	33%	22%
			2	50%	11%	0%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	55%	17%	11%
			2	57%	22%	0%
		2	1	44%	38%	13%
			2	64%	10%	10%
		3	1	44%	40%	11%
			2	40%	38%	14%
		4	1	56%	50%	0%
			2	40%	30%	14%

3° Evaluación de Oidiosis (etapa de cosecha)

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	3° EVALUACIÓN		
				T. Inferior	T. Medio	T. Superior
Abigail	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	100%	83%	18%
			2	90%	67%	11%
		2	1	100%	71%	14%
			2	89%	92%	22%
		3	1	100%	60%	0%
			2	100%	56%	11%
		4	1	90%	30%	22%
			2	91%	43%	29%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	89%	71%	11%
			2	100%	60%	11%
		2	1	90%	67%	0%
			2	83%	50%	10%
		3	1	100%	71%	14%
			2	100%	83%	18%
		4	1	100%	73%	0%
			2	75%	60%	14%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	100%	89%	10%
			2	78%	100%	22%
		2	1	67%	56%	18%
			2	100%	44%	25%
		3	1	100%	50%	36%
			2	100%	56%	11%
		4	1	90%	67%	17%
			2	100%	70%	18%

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° de planta	3° EVALUACIÓN		
				T. Inferior	T. Medio	T. Superior
Rio Grande	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	91%	100%	11%
			2	90%	100%	14%
		2	1	100%	90%	30%
			2	91%	83%	22%
		3	1	100%	100%	40%
			2	100%	70%	0%
		4	1	100%	50%	10%
			2	90%	55%	22%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	100%	88%	13%
			2	78%	50%	38%
		2	1	91%	63%	11%
			2	100%	67%	22%
		3	1	100%	40%	30%
			2	90%	100%	38%
		4	1	100%	89%	33%
			2	91%	75%	40%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	78%	100%	10%
			2	90%	70%	10%
		2	1	100%	89%	14%
			2	100%	78%	13%
		3	1	90%	89%	30%
			2	100%	70%	18%
		4	1	90%	88%	22%
			2	100%	70%	25%

1º Evaluación de mosca blanca (inicio de floración)

Variedad	Tratamiento	Repetición	Nº de planta	1º EVALUACIÓN		
				Tercio Inferior	Tercio Medio	Tercio Superior
Abigail	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	100%	33%	0%
			2	67%	25%	0%
		2	1	80%	0%	25%
			2	40%	25%	0%
		3	1	50%	0%	33%
			2	0%	50%	0%
		4	1	75%	0%	20%
			2	33%	40%	0%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	0%	33%	40%
			2	25%	50%	0%
		2	1	60%	0%	0%
			2	67%	40%	50%
		3	1	60%	20%	0%
			2	67%	0%	0%
		4	1	25%	0%	17%
			2	0%	25%	0%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	40%	33%	25%
			2	20%	20%	0%
		2	1	67%	0%	0%
			2	25%	40%	17%
		3	1	60%	20%	33%
			2	67%	0%	25%
		4	1	33%	0%	0%
			2	100%	33%	0%

Variedad	Tratamiento	Repetición	Nº de planta	1º EVALUACIÓN		
				Tercio Inferior	Tercio Medio	Tercio Superior
Rio Grande	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	43%	17%	33%
			2	20%	50%	20%
		2	1	0%	0%	0%
			2	67%	0%	0%
		3	1	17%	0%	0%
			2	33%	25%	33%
		4	1	29%	33%	33%
			2	0%	17%	0%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	50%	20%	33%
			2	0%	25%	0%
		2	1	17%	0%	20%
			2	100%	25%	17%
		3	1	20%	0%	0%
			2	50%	60%	33%
		4	1	50%	14%	20%
			2	0%	17%	50%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	100%	25%	0%
			2	33%	0%	0%
		2	1	67%	25%	43%
			2	0%	25%	20%
		3	1	33%	40%	50%
			2	40%	17%	0%
		4	1	0%	43%	17%
			2	50%	0%	50%

2º Evaluación de mosca blanca (inicio de fructificación)

Variedad	Tratamiento	Repetición	Nº de planta	2º EVALUACIÓN		
				Tercio Inferior	Tercio Medio	Tercio Superior
Abigail	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	86%	71%	38%
			2	100%	0%	17%
		2	1	100%	67%	17%
			2	100%	67%	50%
		3	1	83%	43%	29%
			2	100%	80%	67%
		4	1	100%	50%	0%
			2	86%	80%	33%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	83%	100%	14%
			2	100%	100%	38%
		2	1	43%	33%	0%
			2	83%	71%	25%
		3	1	86%	63%	43%
			2	75%	20%	0%
		4	1	100%	50%	29%
			2	100%	67%	0%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	88%	57%	43%
			2	86%	43%	0%
		2	1	100%	88%	0%
			2	100%	100%	43%
		3	1	71%	43%	33%
			2	63%	75%	14%
		4	1	100%	78%	43%
			2	86%	29%	25%

Variedad	Tratamiento	Repetición	Nº de planta	2º EVALUACIÓN		
				Tercio Inferior	Tercio Medio	Tercio Superior
Rio Grande	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	100%	29%	0%
			2	86%	0%	50%
		2	1	100%	17%	0%
			2	83%	43%	29%
		3	1	100%	33%	0%
			2	50%	14%	0%
		4	1	100%	63%	38%
			2	78%	14%	13%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	100%	50%	14%
			2	86%	63%	38%
		2	1	80%	20%	0%
			2	100%	50%	33%
		3	1	50%	60%	13%
			2	83%	33%	0%
		4	1	100%	20%	17%
			2	60%	60%	29%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	100%	33%	0%
			2	80%	50%	20%
		2	1	60%	20%	33%
			2	100%	80%	0%
		3	1	100%	33%	0%
			2	80%	29%	33%
		4	1	100%	80%	50%
			2	71%	75%	20%

3º Evaluación de mosca blanca (etapa de cosecha)

Variedad	Tratamiento	Repetición	Nº de planta	3º EVALUACIÓN		
				Tercio Inferior	Tercio Medio	Tercio Superior
Abigail	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	100%	100%	38%
			2	100%	71%	57%
		2	1	100%	75%	43%
			2	100%	88%	63%
		3	1	88%	75%	67%
			2	100%	100%	29%
		4	1	100%	88%	56%
			2	83%	71%	57%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	100%	100%	14%
			2	88%	75%	33%
		2	1	100%	88%	38%
			2	80%	75%	22%
		3	1	86%	71%	50%
			2	100%	57%	43%
		4	1	100%	100%	38%
			2	86%	67%	29%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	100%	100%	43%
			2	100%	86%	0%
		2	1	100%	89%	50%
			2	100%	100%	29%
		3	1	86%	100%	38%
			2	100%	88%	25%
		4	1	100%	100%	17%
			2	75%	67%	57%

Variedad	Tratamiento	Repetición	Nº de planta	3º EVALUACIÓN		
				Tercio Inferior	Tercio Medio	Tercio Superior
Rio Grande	T1 (100% cascarilla de arroz)	1	1	78%	75%	38%
			2	83%	71%	14%
		2	1	100%	38%	0%
			2	86%	43%	38%
		3	1	70%	63%	25%
			2	100%	75%	0%
		4	1	75%	86%	29%
			2	100%	83%	25%
	T2 (75% cascarilla de arroz con 25% de arena de río)	1	1	100%	100%	38%
			2	86%	86%	33%
		2	1	100%	57%	20%
			2	100%	100%	57%
		3	1	100%	60%	20%
			2	80%	100%	33%
		4	1	67%	25%	0%
			2	80%	50%	0%
	T3 (50% cascarilla de arroz con 50% de arena de río)	1	1	100%	100%	43%
			2	83%	100%	0%
		2	1	100%	83%	38%
			2	100%	86%	33%
		3	1	100%	100%	0%
			2	86%	60%	17%
		4	1	100%	86%	43%
			2	83%	100%	20%

ANEXOS 02: Galería fotográfica



Fotografía 5: Preparación y embolsado de sustrato



Fotografía 6: Distribución de mangas con sustratos en el invernadero



Fotografía 7: Evaluación de plagas, enfermedades y toma de datos según tratamientos



Fotografía 8: Tratamientos evaluados de dos variedades de tomate



Fotografía 9: Registro de la altura de planta al inicio de floración



Fotografía 10: Rotulado de plantas evaluadas por tratamiento y repetición



Fotografía 11: Tercera evaluación de altura de plantas de tomate



Fotografía 12: Presencia de oidiosis en planta de tomate



Fotografía 13: Primera cosecha de tomate de las dos variedades



Fotografía 14: Conteo de frutos de tomate por planta y por tratamiento



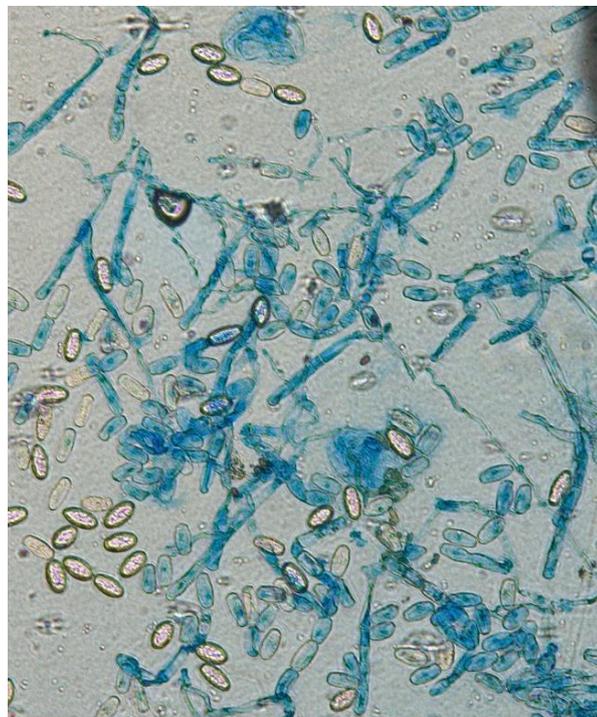
Fotografía 15: Cosecha final de las dos variedades de tomate en evaluación



Fotografía 16: Pesado de frutos de las variedades de tomate para registro de rendimiento



Fotografía 17: Recolección de muestras de oidiosis.



Fotografía 18: Vista de estructura de Oidiosis en el microscopio invertido IX83

ANEXO 03: Procesamiento estadístico

MEDIAS

Medias por variedades

Variedad		Altura planta	Rendimiento en gramos	N° frutos por planta	Incidencia de Oidium (%)	Incidencia de mosca (%)
Abigail	Media	1.6650	1808.6167	20.8750	30.9583	52.5000
	N	24	24	24	24	24
	Desv. típ.	.06221	453.34377	4.15266	3.72394	6.60040
	Varianza	.004	205520.569	17.245	13.868	43.565
Río Grande	Media	.7363	1632.9333	16.0833	35.2917	45.2500
	N	24	24	24	24	24
	Desv. típ.	.06599	453.86440	4.56753	4.19606	9.37272
	Varianza	.004	205992.894	20.862	17.607	87.848
Total	Media	1.2006	1720.7750	18.4792	33.1250	48.8750
	N	48	48	48	48	48
	Desv. típ.	.47356	457.44864	4.95078	4.49409	8.81639
	Varianza	.224	209259.261	24.510	20.197	77.729

Medias por tratamientos

Tratamiento		Altura planta	Rendimiento en gramos	N° frutos por planta	Incidencia de Oidium (%)	Incidencia de mosca (%)
T1: 100% pajilla	Media	1.2125	1868.9813	20.3750	31.9375	48.0000
	N	16	16	16	16	16
	Desv. típ.	.43694	504.22268	4.08044	4.69707	10.05982
	Varianza	.191	254240.510	16.650	22.063	101.200
T2: 75% pajilla + 25% arena	Media	1.2175	1800.9750	17.3750	33.0625	47.2500
	N	16	16	16	16	16
	Desv. típ.	.50609	457.73527	3.50000	5.20857	9.47629
	Varianza	.256	209521.574	12.250	27.129	89.800
T3: 50% Pajilla + 50% arena	Media	1.1719	1492.3688	17.6875	34.3750	51.3750
	N	16	16	16	16	16
	Desv. típ.	.50428	325.54459	6.48813	3.30404	6.50000
	Varianza	.254	105979.282	42.096	10.917	42.250
Total	Media	1.2006	1720.7750	18.4792	33.1250	48.8750
	N	48	48	48	48	48
	Desv. típ.	.47356	457.44864	4.95078	4.49409	8.81639
	Varianza	.224	209259.261	24.510	20.197	77.729

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Variedad	Tratamiento	Altura planta	Rendimiento en gramos	Nº frutos por planta	Incidencia de Oidium (%)	Incidencia de mosca (%)
N		48	48	48	48	48	48	48
Parámetros normales ^{a,b}	Media	1.5000	2.0000	1.2006	1720.7750	18.4792	33.1250	48.8750
	Desviación típica	.50529	.82514	.47356	457.44864	4.95078	4.49409	8.81639
Diferencias más extremas	Absoluta	.339	.221	.264	.134	.109	.112	.179
	Positiva	.339	.221	.264	.134	.109	.112	.106
	Negativa	-.339	-.221	-.259	-.103	-.107	-.077	-.179
Z de Kolmogorov-Smirnov		2.347	1.528	1.829	.930	.752	.778	1.237
Sig. asintót. (bilateral)		.000	.019	.002	.353	.624	.580	.094
a. La distribución de contraste es la Normal.								
b. Se han calculado a partir de los datos.								

ANOVA A NIVEL DE FACTORES

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura planta	Inter-grupos	.020	2	.010	.043	.958
	Intra-grupos	10.520	45	.234		
	Total	10.540	47			
Rendimiento en gramos	Inter-grupos	1289064.761	2	644532.381	3.394	.042
	Intra-grupos	8546120.489	45	189913.789		
	Total	9835185.250	47			
Nº frutos por planta	Inter-grupos	87.042	2	43.521	1.839	.171
	Intra-grupos	1064.938	45	23.665		
	Total	1151.979	47			
Incidencia de Oidiosis (%)	Inter-grupos	47.625	2	23.813	1.188	.314
	Intra-grupos	901.625	45	20.036		
	Total	949.250	47			
Incidencia de mosca (%)	Inter-grupos	154.500	2	77.250	.994	.378
	Intra-grupos	3498.750	45	77.750		
	Total	3653.250	47			

PRUEBA TUKEY

Altura de planta (m)		
Tratamiento	Media	Significación
T3: 50% Pajilla + 50% arena	1.1719	a
T1: 100% pajilla	1.2125	a
T2: 75% pajilla + 25% arena	1.2175	a

Rendimiento (g)		
Tratamientos	Media	Significación
T3: 50% Pajilla + 50% arena	1492.3688	b
T2: 75% pajilla + 25% arena	1800.9750	a, b
T1: 100% pajilla	1868.9813	a

N° frutos por planta		
Tratamientos	Media	Significación
T2: 75% pajilla + 25% arena	17.3750	a
T3: 50% Pajilla + 50% arena	17.6875	a
T1: 100% pajilla	20.3750	a

Incidencia de Oidio (%)		
Tratamientos	Media	Significación
T1: 100% pajilla	31.9375	a
T2: 75% pajilla + 25% arena	33.0625	a
T3: 50% Pajilla + 50% arena	34.3750	a

Incidencia de mosca blanca (%)		
Tratamientos	Media	Significación
T2: 75% pajilla + 25% arena	47.2500	a
T1: 100% pajilla	48.0000	a
T3: 50% Pajilla + 50% arena	51.3750	a

CORRELACIÓN DE PEARSON

		Variedad	Tratamiento	Altura planta	Rendimiento en gramos	N° frutos por planta	Incidencia de Oidium (%)	Incidencia de mosca (%)
Variedad	Correlación de Pearson	1	0.000	-.991**	-.194	-.489**	.487**	-.416**
	Sig. (bilateral)		1.000	.000	.186	.000	.000	.003
	N	48	48	48	48	48	48	48
Tratamiento	Correlación de Pearson	0.000	1	-.035	-.340*	-.224	.224	.158
	Sig. (bilateral)	1.000		.811	.018	.126	.126	.284
	N	48	48	48	48	48	48	48
Altura planta	Correlación de Pearson	-.991**	-.035	1	.274	.525**	-.501**	.381**
	Sig. (bilateral)	.000	.811		.060	.000	.000	.008
	N	48	48	48	48	48	48	48
Rendimiento en gramos	Correlación de Pearson	-.194	-.340*	.274	1	.550**	-.454**	-.122
	Sig. (bilateral)	.186	.018	.060		.000	.001	.411
	N	48	48	48	48	48	48	48
N° frutos por planta	Correlación de Pearson	-.489**	-.224	.525**	.550**	1	-.502**	.196
	Sig. (bilateral)	.000	.126	.000	.000		.000	.182
	N	48	48	48	48	48	48	48
Incidencia de Oidiosis (%)	Correlación de Pearson	.487**	.224	-.501**	-.454**	-.502**	1	-.221
	Sig. (bilateral)	.000	.126	.000	.001	.000		.130
	N	48	48	48	48	48	48	48
Incidencia de mosca (%)	Correlación de Pearson	-.416**	.158	.381**	-.122	.196	-.221	1
	Sig. (bilateral)	.003	.284	.008	.411	.182	.130	
	N	48	48	48	48	48	48	48
** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).								
* . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).								