



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOL EN EL NIVEL DE AFECTACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO INVERNADERO, PROVINCIA DE PICHINCHA”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Piaun Cangas Byron Ruben

DIRECTOR:

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas MSc.

Ibarra, 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOL EN EL NIVEL DE
AFECTACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL
CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO
INVERNADERO, PROVINCIA DE PICHINCHA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, Ph.D.


MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

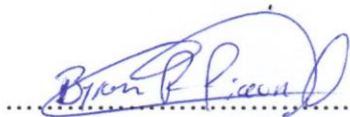
DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	0401770730
Apellidos y nombres:	Piaun Cangas Byron Ruben
Dirección:	Montufar-San Gabriel
Email:	byronpiaun@gmail.com
Teléfono fijo:	Celular: 0981380039
DATOS DE LA OBRA	
Título:	“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOL EN EL NIVEL DE AFECTACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) BAJO INVERNADERO, PROVINCIA DE PICHINCHA”
Autor:	Piaun Cangas Byron Ruben
Fecha:	09/08/2021
Solo para trabajos de grado	
Programa	Pregrado
Título por el que opta	Ingeniero Agropecuario
Director	Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de octubre de 2021

EL AUTOR

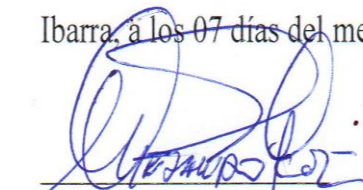


C.I.: 0401770730

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Piaun Cangas Byron Ruben, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 07 días del mes de octubre de 2021



Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 07 días del mes de octubre del 2021.

Piaun Cangas Byron Ruben: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOL EN EL NIVEL DE AFECTACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO INVERNADERO, PROVINCIA DE PICHINCHA" Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 17 días del mes de septiembre del 2021.

DIRECTOR: Ing. Miguel Gómez, MSc.

- El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluación del efecto del biol en el nivel de afectación de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero, Provincia de Pichincha.
- Entre los objetivos específicos se encuentran: Cuantificar la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de tomate. Determinar el efecto del biol en la dinámica poblacional de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate. Evaluar el efecto del biol en el rendimiento del tomate.



Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

DIRECTOR DE TESIS



Piaun Cangas Byron Ruben

Autor

Agradecimiento

Agradecer a Dios por guiarme siempre y permitirme alcanzar un logro más en mi vida, con mucho cariño a mis padres Píau Ramiro y Cangas Luisa por el gran apoyo incondicional durante esta travesía estudiantil, gracias por darme la oportunidad poder ser un profesional al servicio del pueblo. A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, a la carrera de Ingeniería Agropecuaria por permitirme culminar mis estudios superiores. A mis profesores quienes impartieron sus conocimientos durante mi formación profesional, en especial a mi director Ing. Miguel Gómez como también a mis asesores Julia Prado, PhD quienes aportaron con sus conocimientos técnicos para el desarrollo de este trabajo.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a Dios, como también a las personas que creyeron en mí, a mis padres: Píau Ramiro y Cangas Luisa, a mis hermanos, Silvana, Darwin, Maribel, Fernanda, a mi esposa Ana Lucía, a mi hija Mayurí, quienes siempre estuvieron en el trascurso de mi formación, dándome su apoyo incondicionalmente, para ustedes va dedicado este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE ANEXOS	ii
RESUMEN	iii
CAPÍTULO I	1
1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema de investigación.....	3
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5. Hipótesis	5
CAPÍTULO II.....	6
2. Marco teórico.....	6
2.1 Importancia del cultivo de tomate	6
2.2 Descripción taxonómica	6
2.3 Morfología.....	7
2.4 Fenología del cultivo	7
2.5 Requerimientos generales del cultivo.....	8
2.5.1 Condiciones climáticas	8
2.5.2 Temperatura.....	8
2.5.3 Humedad.....	8
2.5.4 Luminosidad	9
2.6 Plagas y enfermedades.....	9
2.6.1. Gusano enrollador (<i>Scobipalpula absoluta</i> M.)	9
2.6.2 Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> L.).....	10
2.6.3. Manejo integrado de plagas	11
2.6.4. Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i> L.).....	12
2.6.4. Manejo integrado de enfermedades	13
2.7. Alternativas de control	14
2.7.1 El biol	14

2.7.2 El uso del biol en la agricultura	15
2.7.3 Sistema inmune	15
2.7.5 Influencia en la fertilización en la NPK tolerancia a las enfermedades en las plantas.....	16
2.8. Marco legal	17
CAPÍTULO III	18
3. Marco metodológico.....	18
3.1. Descripción del área de estudio	18
3.1.1. Ubicación geográfica.....	18
3.1.2. Condiciones climáticas	19
3.2. Materiales, Equipos e Insumos.....	19
3.2.1. Materiales	19
3.2.2. Equipos	19
3.2.3. Insumos.....	20
3.3. Método.....	20
3.3.1. Factores de estudio	20
3.3.3. Diseño experimental	21
3.3.4. Características del experimento.....	21
3.3.5. Análisis estadístico	22
3.4. Variables.....	23
a) Índice poblacional de la mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> W.).....	23
b) Incidencia de tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i> L.).....	23
c) Severidad de tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	24
3.4.3. Comportamiento agronómico del cultivo de tomate	25
3.4. Manejo específico del experimento.....	26
3.4.1. Preparación del biol.....	26
3.4.2. Análisis del biol.....	27
3.4.3. Adecuación del sitio	28
3.4.4. Preparación de camas	28
3.4.5. Trasplante	28
3.4.7. Fertilización	29
3.4.8. Aplicación del biol	30
3.4.9. Tutorado	30
3.4.10. Controles fitosanitarios.....	30

3.4.11. Cosecha.....	31
CAPÍTULO IV	32
4. Resultados y discusión	32
4.1. Incidencia y severidad de Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i> L.)	32
4.2. Dinámica poblacional de mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> L.) en el cultivo de tomate	34
4.3. Comportamiento agronómico del cultivo de tomate riñón (<i>solanum lycopersicum</i> L.).....	37
4.3.1. Altura de planta	37
4.3.2. Producción.....	40
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1 CONCLUSIONES.....	43
5.2. RECOMENDACIONES	44
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
7. ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fenología de la planta de tomate riñón FAO (2013)	8
Figura 2. Ciclo de vida de la mosca blanca Jiménez y Chavarría (2011)	10
Figura 3. Ubicación geográfica del experimento	18
Figura 4. Diseño completamente al azar (D.B.C.A).....	21
Figura 5. Conteo de mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> W.) en tomate riñón bajo invernadero con una fertilización convencional más biol a distintos niveles.....	23
Figura 6. Monitoreo de Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i> L.) en tomate riñón bajo invernadero con una fertilización convencional más biol a distintos niveles.....	24
Figura 7. Planta de tomate dividida en tres tercios: TI. tercio inferior, TM. tercio medio, TS. tercio superior.	24
Figura 8. Medición de la altura de planta en tomate riñón bajo invernadero con una fertilización convencional más biol a distintos niveles.	25
Figura 9. Rendimiento del cultivo tomate riñón bajo el efecto de fertilización convencional con distintos niveles de biol en invernadero	26
Figura 10. Proceso utilizado para la preparación del biol.	27
Figura 11. Muestra para análisis del biol.	27
Figura 12. Adecuación del sitio para tomate riñón bajo el efecto de fertilización convencional con distintos niveles de biol en invernadero. a) Limpieza de lugar.	28
Figura 13. Trasplante de tomate riñón bajo el efecto de fertilización convencional con distintos niveles de biol en invernadero.	29
Figura 14. Aplicación foliar de biol en el cultivo de tomate riñón.	30
Figura 15. Aplicación vía drench de biol en el cultivo de tomate riñón.	30
Figura 16. Dinámica poblacional de mosca blanca durante todo el ciclo del cultivo de tomate de mesa bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.	35
Figura 17. Altura de la planta de tomate riñón tomado a los 45, 63 y 88 días bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.....	38
Figura 18. Producción de tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de tratamientos en estudio.	20
Tabla 2. Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño Completo al Azar.	22
Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) de la dinámica poblacional de mosca blanca.	22
Tabla 4. Análisis de varianza (ADEVA) de altura de la planta.	22
Tabla 5. Componentes para la elaboración del biol	26
Tabla 6. Fertilización química de la finca en hileras de 35 m ² de cada elemento (N, P y K).	29
Tabla 7. Clasificación de tomate de mesa acorde al calibre.....	31
Tabla 8. Esquema del ADEVA de la dinámica poblacional de mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> L.)	34
Tabla 9. Esquema del ADEVA de altura de planta a los 45, 63 y 88 días después de la siembra en el cultivo de tomate riñón.	38
Tabla 10. ADEVA para la variable rendimiento en tomate riñón (<i>solanum lycopersicum</i> L.) bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Calculo del biol	55
Anexo 2. Fertilización	56
Anexo 3. Croquis de campo	57
Anexo 4. Análisis del biol.	58
Anexo 5. Dinámica poblacional de la mosca blanca en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.	59
Anexo 6. Prueba de Fisher al 5% para la dinámica poblacional de la mosca blanca en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.....	59
Anexo 7. Altura de planta en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.	59
Anexo 8. Prueba de Fisher al 5% para altura de planta en de tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.....	60
Anexo 9. Producción en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.	60
Anexo 10. Tabla de nutrientes (g/ciclo) para cada uno de los tratamientos en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.....	60

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOL EN EL NIVEL DE
AFECTACIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE
TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) BAJO INVERNADERO, PROVINCIA DE
PICHINCHA”**

Autor: Byron Piaun

Director: Ing. Miguel Gómez

RESUMEN

El biol es un biofertilizante que crea mecanismos moleculares de resistencia, volviendo al cultivo más resistente contra el ataque de plagas e incrementando la actividad microbiana del suelo. La presente investigación se realizó con el fin de evaluar el efecto del biol en el nivel de afectación de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. La aplicación del biol junto con la fertilización convencional (T3) se hizo durante todo el ciclo del cultivo. Los niveles de biol: 1.5% biol (T1), 3% biol (T2) y T3 (Testigo). Las variables evaluadas fueron: Índice poblacional de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* L.), incidencia y severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans* L.) y comportamiento agronómico del cultivo. Al finalizar el estudio se observó que los tratamientos con biol obtuvieron menor incidencia de mosca blanca, si se compara con el testigo. En el comportamiento agronómico: Los tratamientos fueron similares en altura a los 45 y 63 días. A los 88 días el (T2) presentó una altura superior al T1 y T3. En lo que respecta a rendimiento el T1 obtuvo mejores resultados que el T2 10.5 t/ha y T3 7.436, t/ha para cada uno de los tratamientos. Con respecto la incidencia de tizón tardío, no se presentó en ninguna de las parcelas experimentales. La fertilización tradicional conjuntamente con el biol al 1.5% podría considerarse una alternativa para incrementar el rendimiento y disminuir la incidencia de plagas, además de dar paso al reciclaje de nutrientes.

Palabras claves: biol, cultivo de tomate, fertilización convencional, mosca blanca, comportamiento agronómico.

ABSTRACT

Biol is a biofertilizer that creates molecular mechanisms of resistance, making the crop more resistant against pest attack and increasing the microbial activity of the soil. The present research was carried out in order to evaluate the effect of biol on the level of affection of pests and diseases in the tomato crop (*Solanum lycopersicum* L.) under greenhouse. The experimental design used was random complete blocks. The application of biol together with conventional fertilization (T3) was done throughout the crop cycle. Biol levels: 1.5% biol (T1), 3% biol (T2) and T3 (Control). The variables evaluated were: Population index of the whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* W.), incidence and severity of late blight (*Phytophthora infestans* L.) and agronomic behavior of the crop. At the end of the study it was observed that biol treatments obtained a lower incidence of whitefly, compared to the control. In agronomic behavior: Treatments were similar in height at 45 and 63 days. At 88 days the (T2) presented a height higher than T1 and T3. In terms of performance, T1 obtained better results than T2 and T3 with 10.5, 9.82 and 7,436, t/ha for each of the treatments. With respect to the incidence of late blight, it did not occur in any of the experimental plots. Traditional fertilization together with 1.5% biol could be considered an alternative to increase yield and reduce the incidence of pests, in addition to giving way to nutrient recycling.

Keywords: biol, tomato cultivation, conventional fertilization, whitefly, agronomic behavior.

CAPÍTULO I

1. Introducción

1.1 Antecedentes

En la actualidad existe la necesidad de producir 600 millones de toneladas de productos alimenticios para satisfacer la demanda mundial de comida, fibras y energía para el consumo humano (Sommer, Wenger y Wymann, 2006). Uno de los alimentos más producidos a nivel mundial es el tomate riñón, con una producción aproximada de 170 millones de toneladas anuales. Asia lidera la producción mundial de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) con el 30.79% (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAOSTAT], 2016). En el Ecuador existen aproximadamente 2972 hectáreas sembradas de tomate riñón, con una producción de 71975000 toneladas al año, las principales zonas productoras del tomate riñón están situadas en la región sierra, con un porcentaje de 88.12% total de la producción nacional, siendo Chimborazo e Imbabura las provincias con mayor porcentaje de productividad de esta hortaliza (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2014).

El rendimiento de esta hortaliza se ve afectado por la presencia de insectos plaga, tales como la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* W.), misma que causa daños irreparables al cultivo de tomate riñón, ya sea por sus excesivas poblaciones o como vector de virus (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2013). El daño más importante de la mosca blanca es la transmisión de enfermedades virales, ya que posee un aparato bucal perforador-chupador. Adicionalmente, este insecto plaga es considerado como una de las especies más difundida y dañina con una gran capacidad de desarrollar resistencia a los insecticidas (órgano-fosforados y piretroides) (Morales, 2016). Adicionalmente, el tomate riñón también está sometido al ataque de tizón tardío (*Phytophthora infestans* L.). Esta enfermedad fúngica causa pérdidas completas de cultivos a pequeña y gran escala en todo el mundo (Panthee y Chen, 2010).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2015), menciona que en la actualidad es necesario la implementación de sistemas productivos, bajo el concepto de agricultura sostenible, es así, que no solo se debe cambiar hacia tecnologías amigables con el ambiente, sino también lograr un incremento en la producción de alimentos para satisfacer los requerimientos de la población.

El uso de los biofertilizantes es una alternativa en la producción de hortalizas. Remedi (1995) el uso de biol engloba un aumento al cultivo de macro y micronutrientes, como también, de compuestos orgánicos e inorgánicos con efectos sobre los cultivos y sobre la comunidad microbiana. Mejorando las características de las plantas como: el enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), sobre el follaje (amplía la base foliar), dando como resultado plantas más fuertes (Aparcana y Jansen, 2008).

Las mismas que pueden conducir a la formación de barreras físicas y químicas, con diferentes mecanismos de defensa generados por las plantas. Los mismos que son activados por la biosíntesis de ácido jasmónico después de la interacción de microorganismos benéficos, generando una resistencia contra patógenos y herbívoros (Carvalhais et al., 2013).

Un estudio realizado con la aplicación de biol en concentraciones de 15% redujo completamente el crecimiento de hongos como: *Alternaria solani* (tizón temprano), *Septoria lycopersici* (viruela del tomate), *Scerotinia sclerotiorum* (tumbado de la lechuga) Bettiol, Tratch y Galvão (1998). En tanto que Kama (2017) realizó un estudio en donde obtuvo resultados estadísticamente significativos en la altura de haba (*Vicia faba* L.) con la aplicación de biol. Con una concentración de T3 (40 %) y T2 (20 %) que alcanzaron una altura mayor de 152.93 cm y 142.42 cm respectivamente y de 128.82 cm en el testigo.

1.2 Problema de investigación

La mosca blanca se considera una de las principales plagas, influye considerablemente en el rendimiento del cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*). Ya sea como plaga directa por su desmesurada población, siendo el principal vector del Geminivirus causante de la virosis del tomate, provocando pérdidas en el cultivo y aumentando los costos de producción. Sumado a esto, se le atribuye la severidad del problema a la capacidad de desarrollar resistencia a los insecticidas (órgano-fosforados y piretroides) (Amador, Moderos, y Meza, 2011; Jiménez y Chavarría 2011). Como también la producción se ve comprometida cuando la enfermedad tizón tardío (*Phytophthora infestans L.*), se presenta en el cultivo, en la actualidad, para su control se realizan más de siete aplicaciones de fungicidas consecutivas para su control.

Sumándose a este problema se encuentra la dependencia a los fertilizantes químicos provenientes de recursos no renovables, que afectaría la obtención de los mismos. Según Angus (2012), para la producción fertilizantes nitrogenados se requiere hasta el 1% de la producción mundial de petróleo. Por otra parte, las fuentes de extracción de fósforo estarían disponibles hasta el 2030 debido a la producción de los fertilizantes.

1.3 Justificación

En la actualidad nos encontramos con la necesidad de fomentar tecnologías que permitan emplear de manera confiable los desechos de los animales, mediante una fermentación anaeróbica, dando como resultado un residuo orgánico de excelentes propiedades (nutricional y hormonal), el mismo que contiene hormonas vegetales como auxinas y giberelinas (Peralta, Juscamaita y Meza, 2016) y (Valdez. Lucho, Beltrán, Gómez, Vázquez, Herrera, Jiménez, 2015). Es probable que el biol tenga microorganismos benéficos generadores de hormonas vegetales inductoras de resistencia contra el ataque de plagas.

La activación de estas hormonas vegetales inductoras de resistencia empieza con el reconocimiento por parte de la planta, desde el tipo de secreciones bucales y daños celulares que los insectos fabrican y se transfieren dentro de la planta, en una serie de procesos que le proporciona cierta resistencia, las respuestas al daño celular están reguladas por una hormona vegetal llamada ácido jasmónico, esta hormona está asociada a señales químicas (jasmonatos) que inducen las defensas en las plantas. La síntesis de jasmonatos se produce en las plantas a partir de un compuesto llamado ácido linolénico, el mismo que se desprende de la pared celular dañada por el ataque de insectos. De esta forma, el ácido linolénico inicia la producción de ácido jasmónico a través de la denominada ruta de los octadecanoides (Zavala, 2010).

El ácido jasmónico se deriva del ácido linolénico mismo que es sintetizado por bacterias correspondientes al género *Lactobacillus*. Dichas bacterias podrían encontrarse en los bioles, por contener leche, residuos digestivos de rumen de vaca (estiércol), y estimular la formación de ácido jasmónico (hormona relacionada con la inducción de resistencia sistémica), adicionalmente, el mismo autor argumenta que realizó estudios en plantas tratadas con ácido linolénico y obtuvo una mayor síntesis de ácido jasmónico a diferencia del testigo (Creelman y Mullet, 1997). Estudios realizados por Carvalhais, Dennis, Badri, Tyson, Vivanco y Schenk (2013), recalcan la importancia del ácido jasmónico (JA) en la inducción de algunos genes que estimulan las defensas de las plantas contra los patógenos necrotróficos e insectos herbívoros.

Pacheco y González (2012) corroboran que el sistema inmune se ha estudiado de manera importante en los últimos 20 años. Ramírez y Rodríguez (2012) concuerdan que las plantas activan sus respuestas de resistencia (gen-gen), mediadas por hormonas como: ácido salicílico (SA) ácido jasmónico (JA). Guato (2016), quien evaluó la incidencia del ataque foliar de pulguilla (*Epitrix* spp.) en papa (*Solanum tuberosum* L.) a los 45 días, demostró que al aplicar el biol de bovino al 10% redujo significativamente la incidencia de pulguilla hasta un 49.28% siendo más efectivo con respecto a los demás tratamientos en donde la incidencia de pulguilla fue superior al 49% de incidencia. Rosero (2018), recalca que la utilización del biol reduce la

población de plagas. Por la interacción que existe entre planta y plaga en donde se activa la síntesis de ácido jasmonico el mismo que es un inhibidor de proteasas formando una rápida respuesta contra el ataque de insectos plaga. Teniendo menor incidencia y severidad de plagas en los tratamientos con biol a diferencia de los testigos.

El presente estudio tuvo la finalidad de implementar el biol como una alternativa de fertilización orgánica, el mismo que contiene un alto contenido de microorganismos benéficos capaces de activar mecanismos de defensa de las plantas contra el ataque de plagas y enfermedades en la producción de tomate riñón.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del biol en el nivel de afectación de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero, provincia de Pichincha.

1.4.2 Objetivos específicos

- Cuantificar la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de tomate.
- Determinar el efecto del biol en la dinámica poblacional de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate.
- Evaluar el efecto del biol en el rendimiento del tomate.

1.5. Hipótesis

H₀: El biol no influye en el nivel de afectación de plagas en el cultivo de tomate.

H_a: El biol influye en el nivel de afectación de plagas en el cultivo de tomate.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1 Importancia del cultivo de tomate

El tomate riñón es una de las hortalizas más consumidas a nivel mundial alrededor de 2972 ha, con una producción de 71975 t al año, las principales zonas productoras del tomate riñón están situadas en la región sierra, con un porcentaje de 88.12% el total de la producción nacional, siendo Chimborazo e Imbabura las provincias con mayor producción, esto se hace con el fin de abastecer el mercado local (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC] (2014). De acuerdo a Burgos (2014), dentro de la familia de la solanácea, después del cultivo de la papa está el tomate como el más producido en la zona Norte. Utilizando semillas de mejor calidad, para elevar el rendimiento y la producción (Llerrena, 2017).

2.2 Descripción taxonómica

A continuación, se describe taxonómicamente al tomate riñón de acuerdo a López (2016), es la siguiente:

Reino	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Especie:	Lycopersicum
Nombre científico:	<i>Solanum lycopersicum</i> L.

2.3 Morfología

De acuerdo a López (2016), la planta de tomate riñón es herbácea y perenne, que se cultiva de forma anual y presenta las siguientes características botánicas:

- a) **Raíz:** Constituido por raíces principales, secundarias y adventicias.
- b) **Tallo:** Es pubescente, anguloso, está conformado de un tallo principal de donde se forman los tallos secundarios, nuevas hojas y los racimos florales.
- c) **Hojas:** Pinnada y compuesta. Presenta nueve folíolos peciolados lobulados con bordes dentados.
- d) **Flor:** Perfecta y regular. Sus sépalos, pétalos y estambres se insertan en la base del ovario. El cáliz y la corola constan de cinco o más sépalos y de cinco pétalos de color amarillo.
- e) **Fruto:** Es una baya sub-esférica globosa, compuesta de pericarpio, tejido placentario y las semillas, de color verde en estado inmaduro y de color rojo en estado de madurez fisiológica.

2.4 Fenología del cultivo

La fenología del cultivo comprende tres etapas durante su ciclo de vida, y con ello sus demandas nutricionales, hídricas, susceptibilidad o resistencia a insectos y enfermedades (Pérez, Hurtado, Aparicio, Argueta y Larín 2008). De acuerdo a la FAO (2013) durante el desarrollo del cultivo se identifican dos etapas muy diferenciadas: la etapa vegetativa y reproductiva. La fase vegetativa inicia desde el semillero, la germinación, emergencia y el trasplante a campo, cuando la planta tenga un promedio de 3 a 4 hojas verdaderas. La etapa reproductiva se da después de 30 a 35 días después del trasplante, o con la formación del botón floral, seguido de llenado de fruto que tarda aproximadamente 60 días para la aparición del primer racimo, con esto se inicia a la etapa productiva a los 90 días, con una duración de 180 días aproximadamente (Figura 1).

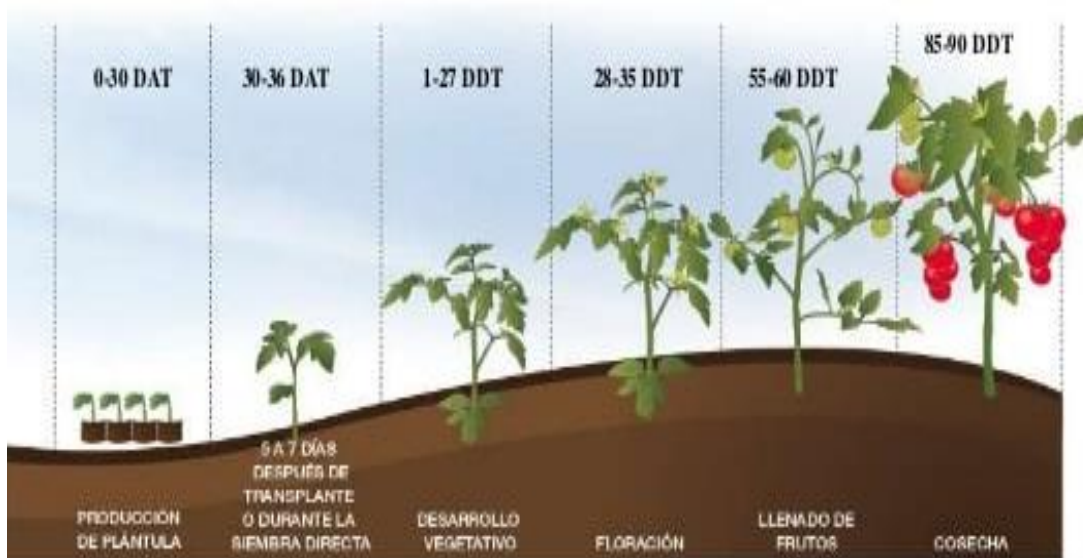


Figura 1. Fenología de la planta de tomate riñón FAO (2013)

2.5 Requerimientos generales del cultivo.

2.5.1 Condiciones climáticas

El tomate es un cultivo capaz de crecer y desarrollarse en condiciones climáticas muy variadas como la temperatura, humedad y la luminosidad (Pérez et al. 2008).

2.5.2 Temperatura

Para el desarrollo óptimo del cultivo las temperaturas oscilan entre los 28 - 30 °C durante el día y 15 - 18 °C durante la noche, en estos rangos favorecen la floración y como también al cuajado de frutos, así mismo, si los rangos durante el día superan los 35 °C puede llegar afectar directamente el fructificación, temperaturas por debajo de 18°C afectan la formación de flores (INTITUTO NACIONAL DE IONVESTIGACIÓN AGRARIA [INIA], 2017). Como lo confirma Florido y Álvarez (2015) en temperaturas superior a los 35 °C, las estructuras reproductivas se ven afectadas.

2.5.3 Humedad

La humedad juega un papel indispensable en la producción del tomate riñón. Caguana (2003), menciona que la humedad relativa inferior del 50% es un inconveniente, ya

que la planta expulsa el agua en forma de vapor hacia la atmósfera, lo que puede marchitar y favorecer el desarrollo de enfermedades como el Oídium (*Uncinula necator* spp). Además, con valores muy altos pueden reducir la absorción del agua y los nutrientes. Ocasionando déficit de elementos como, el calcio, induciendo desórdenes fisiológicos. Por lo que la humedad óptima para el tomate riñón oscila entre 60-70 % dentro de este rango el cultivo tiene excelente desarrollo para garantizar su producción y rendimiento.

2.5.4 Luminosidad

Según INIA (2017), en la producción de tomate riñón la luminosidad cumple un rol muy importante, ya que el tomate requiere por lo menos 6 horas de luz directa para completar la formación de las flores. De la misma forma Burgos (2014) manifiesta que el tomate es uno del cultivo el cual no se ve afectado por el fotoperiodo largo.

2.6 Plagas y enfermedades

2.6.1. Gusano enrollador (*Scobipalpula absoluta* M.)

Este lepidóptero de la familia Gelechiidae, es una de las plagas más importantes del cultivo de tomate, históricamente esta especie ha sido difícil de combatir, ya que a lo largo de los años ha desarrollado resistencia a una amplia gama de insecticidas (INIA, 2017).

- **Ciclo de vida**

El gusano comprende tres etapas muy diferenciadas: huevo es depositado en el envés de la hoja y eclosionan entre 2 a 3 días. En estado de larva, consta normalmente de seis estadios, que se desarrollan entre 14 a 21 días. En pupa puede llegar medir hasta 7 mm de longitud y es de color castaño rosado. En la fase de adulto o mariposa puede poner entre 110 a 180 huevos y viven en promedio de 10 a 21 días (Carrillo, 2013).

2.6.2 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* L.)

La mosca blanca es la principal plaga que afecta al tomate riñón. La misma que puede transmitir hasta 60 virus diferentes entre ellos están el virus de la cuchara (TYLCV) y el virus de la clorosis del tomate (ToCV) el que interviene en la maduración irregular de la fruta, provocando hasta un 42% de pérdida en la producción total. Además, las plantas que se infecten de cualquier tipo de virus no existe ningún tipo de control. Por ende, aumenta considerablemente los costos de producción de esta hortaliza (Jiménez y Chavarría, 2011).

• Ciclo de vida

Según Jiménez y Chavarría (2011), menciona que el ciclo de vida de (*Trialeurodes vaporariorum* L.) (Figura 2) depende la temperatura, humedad y hospedantes que se encuentren cerca de las nuevas plantas de tomate riñón. Generalmente la mosca blanca cumple su ciclo de vida entre dos a tres semanas comprendiendo las siguientes etapas:

- Huevo:** Tiene una forma oval-alargada de color blanco amarillento.
- Larvario o Ninfa I:** Este se caracteriza porque su contorno es oval, con antenas y tres pares de patas, normalmente desarrolladas y funcionales.
- Ninfa II y III:** Las larvas están inmóviles en este estado presenta aparato bucal chupador picador y pueden llegar a medir hasta 0.3 y 0.7 mm.
- Adulto:** Mide entre 1.2 a 2 mm de largo, tiene dos pares de alas anchas, redondeadas, con nerviación reducida y color blanco, debido al polvillo céreo que producen.

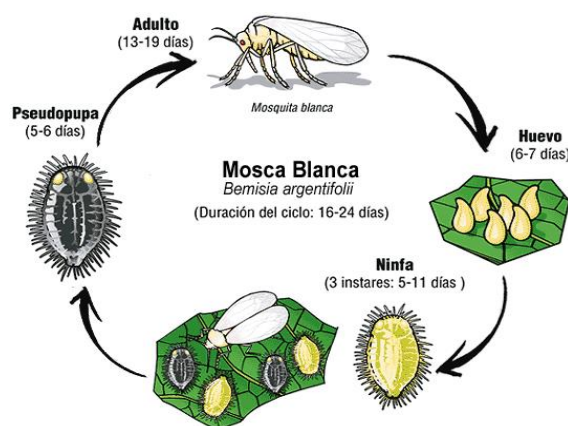


Figura 2. Ciclo de vida de la mosca blanca Jiménez y Chavarría (2011)

2.6.3. Manejo integrado de plagas

De acuerdo a Bustamante (2015), menciona que los tipos de control se puede utilizar métodos de control integrado pueden basarse en: control químico, cultural-físico y biológico. Para contrarrestar el ataque de plagas y enfermedades y obtener mayor cantidad y calidad sin aumentar los costos de producción, además evitando el daño del medio ambiente y la salud humana.

- **Control cultural-físico**

En el control cultural es la utilización de prácticas agrícolas ordinarias, o de algunos cambios en ellas, con el fin de prevenir el ataque de patógenos, con ambientes menos favorable para su desarrollo, además con destruir inóculos, destruir huéspedes (Jiménez y Chavarría, 2011). Para mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* L.): Se realiza con la utilización de trampas amarillas para detectar a los adultos, monitoreo de las plántulas antes del trasplante, después de realizar el deshoje se procede al retiro de hojas con larvas y/o dañadas (INIA, 2017).

- **Control biológico**

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* L.): Para este control se utilizan a los enemigos naturales parasitoides, para esta plaga pertenecen básicamente a los géneros Encarsia y Eretmocerus. En particular Encarsia, es una especie muy comercializada para el control de (*Trialeurodes vaporariorum* L.) en cultivos hortícolas bajo invernadero (López, Riquelme y Botto, 2010).

- **Manejo químico**

La aplicación de cualquier de un programa de manejo de plagas, con el uso de productos químicos de diferente modo de acción. Implementando programas de rotación, con tres o cuatro grupos químicos con mecanismos de acción, por lo que se pretende mantener a los organismos a un nivel poblacional insuficiente para no causar daños económicos en la producción. Para la mosca

blanca (*Trialeurodes vaporariorum* L), el empleo de insecticidas como: cloronicotinilos, organofosforados, piretroides y carbamatos. Además, el producto que se aplican con más frecuencia es (ketoenoles Tetron -ácido), para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* L.) (Nájera, Ruiz, Guzmán y Pérez, 2011).

2.6.4. Tizón Tardío (*Phytophthora infestans* L.)

La enfermedad es causada por el hongo (*Phytophthora infestans* L.) la misma que se desarrolla más rápidamente en temperaturas bajas (15 - 21°C) y alto grado de humedad (90%). La presencia de una pelusilla blanquecina en el envés de las hojas es un signo de que se encuentra la enfermedad en la planta y puede afectar las partes vegetativas y reproductivas de la planta. (Pérez y Forbes, 2011). Además, las pérdidas causadas por (*Phytophthora infestans* L.) en tomate puede oscilar entre el 41 y el 100% en campo abierto sin la aplicación de fungicidas, y el 12 al 65% en condiciones controladas con la aplicación de fungidas sistémicos (Metalaxyl y Dimethomorph) (Marcin, Majid y Marzena, 2012).

- **Sintomatología**

Los síntomas que se desarrollan en la planta, según Henfling (1980) se detallan a continuación:

Tallos: Las lesiones vienen desde abajo hacia riba, por lo que lo tallos se debilitan y colapsan, estas lesiones pueden ser directas o indirectas atreves de las hojas, peciolos y últimamente en los tallos.

Hojas: Las primeras lesiones se presentan frecuentemente en las hojas inferiores comenzando desde la punta y bordes de las hojas y empiezan con manchas de verde claro y verde oscuro y luego pasan a color verde oscuro.

Fruto: Las manchas sobre el fruto son de un color oliva al inicio, después toma tonalidades marrones hasta que todo el fruto es invadido por la enfermedad.

2.6.4. Manejo integrado de enfermedades

De acuerdo a Bustamante (2015), menciona que los tipos de control se puede utilizar métodos de control integrado pueden basarse en: control químico, cultural-físico y biológico. Para contrarrestar el ataque de plagas y enfermedades y obtener mayor cantidad y calidad sin aumentar los costos de producción, además evitando el daño del medio ambiente y la salud humana.

- **Control químico**

La aplicación de cualquier de un programa de manejo de plagas, con el uso de productos químicos de diferente modo de acción. Implementando programas de rotación, con tres o cuatro grupos químicos con mecanismos de acción, por lo que se pretende mantener a los organismos a un nivel poblacional insuficiente para no causar daños económicos en la producción. Para el tizón tardío (*Phytophthora infestans* L.). En el control químico se utiliza una rotación de productos de diferente modo de acción para su efectivo control, capases de prevenir la infección o realizar algún tipo de control posterior a la infección, entre ellos tenemos fungicidas de contacto (Mancoceb, Clorotalonil, Metalaxyl), fungicidas sistémicos (Azoxystrobin, Pyraclostrobin, Dimetomorph, Propamocarb) (Marcin, Majid y Marzena, 2012).

- **Control cultural-físico**

En el control cultural es la utilización de prácticas agrícolas ordinarias, o de algunos cambios en ellas, con el fin de prevenir el ataque de patógenos, con ambientes menos favorable para su desarrollo, además con destruir inóculos, destruir huéspedes (Jiménez y Chavarría, 2011). Para el tizón tardío (*Phytophthora infestans* L.). Se propone la rotación de cultivos, con especies de familias poco susceptibles, además, la eliminación de restos de plantas

contaminadas mediante aradura profunda y utilizar plantas provenientes de semilla certificada, libre de la enfermedad (Marcin, Majid y Marzena, 2012).

2.7. Alternativas de control

Una de las alternativas de control está la utilización de abonos orgánicos fuentes de vida bacteriana tanto para el suelo y la planta, el mismo que se obtiene de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (residuos de cocina, cenizas, restos de cosechas, excremento vacuno, etc.) los mismos que se emplean en los suelos agrícolas para incrementar la fertilidad además estimula la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades y permite sustituir a una gran parte de fertilizantes químicos (Puente, 2010).

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (Ramírez y Rodríguez, 2012).

Como alternativas de control se embarcan los abonos orgánicos de textura líquida, estos se mezclan con agua y se aplican directamente a las plantas, como abonos orgánicos tenemos:

2.7.1 El biol

Jaén (2011), menciona que los biofertilizantes líquidos contienen fito reguladores de origen orgánico utilizando residuos de animales (estiércol fresco de vacuno, porcino, ovino, gallinas, cuy, etc.) y de plantas leguminosas (alfalfa, arveja, haba, etc.) producto de la descomposición anaeróbica (sin aire), en recipientes plásticos (bidones). El mismo que actúa como bioestimulante orgánico en las plantas. Para

mejorar su crecimiento y desarrollo como también estimulando una mayor resistencia a plagas y enfermedades.

2.7.2 El uso del biol en la agricultura

La riqueza de biomasa de todo tipo permite alternativas de nuevas fuentes de producción de energía a las convencionales como la electricidad y los derivados del petróleo. Así se ha investigado la planta de biogás, dentro de la cual actúan las bacterias que transforman a la materia orgánica en gas y dejan un lodo rico en nutrientes, este residuo constituye un bio-fertilizante (Aparcana y Jansen, 2008). Estos residuos restantes de la biodegradación por las bacterias se pueden utilizar como abono para la fertilización, los mismos que son pobres en nutrientes y carentes de materia orgánica (Acosta y Obaya, 2005).

2.7.3 Sistema inmune

Durante el ciclo de vida, las plantas se ven expuestas contra el ataque de diferentes patógenos e insectos, provocando la activación de diferentes señales de defensa como lo mencionan Carvalhais, Dennis, Badri, Tyson, Vivanco y Schenk (2013), los diferentes mecanismos de defensa generados por las plantas son activados por la biosíntesis de ácido jasmónico (JA), ácido salicílico (SA), etileno (ET), son compuestos de señalización de plantas que desencadenan la resistencia inducida contra ciertos patógenos y a una amplia gama de herbívoros artrópodos, también se activa después de la interacción de microorganismos benéficos que pueden conducir a la formación de barreras físicas y químicas.

El sistema inmune de las plantas se ha ido estudiado de manera importante en los últimos 20 años, durante el crecimiento y desarrollo de las plantas (Pacheco y González, 2012). Las mismas activan sus respuestas de resistencia (gen-gen), mediadas por hormonas como ácido salicílico (SA), ácido jasmónico (JA), los

mecanismos de defensa que las plantas presentan como la producción de metabolitos, proteínas, la acumulación de celulosa y lignina (Ramírez y Rodríguez, 2012).

2.7.5 Influencia en la fertilización en la NPK tolerancia a las enfermedades en las plantas

Los elementos minerales influyen en el crecimiento, desarrollo de las plantas. Además, genera resistencia de las plantas contra el ataque de patógenos. Consecuentemente, las enfermedades alteran la asimilación, translocación y concentración de los nutrientes. Sin embargo, las plantas enfermas cultivadas con una nutrición adecuada pueden resistir el ataque de patógenos, lo cual se traduce en un mejor desarrollo y rendimiento Velasco (1999).

Actualmente existe un gran interés de comprender los aspectos fisiológicos en la fertilización de las plantas. Por lo que González, Radal y Jaimez (2015) mencionan que el nitrógeno (N) es uno de los macro nutrientes más esenciales en la producción agrícola el mismo que interviene en la formación de las paredes celulares y la clorofila en las plantas. Velasco (1999) manifiesta que el fósforo (P) en general incrementan la resistencia contra las enfermedades. Aplicaciones de P reducen las enfermedades en semillas, enfermedades fungosas en la raíz, al estimular un desarrollo vigoroso que permite a las plantas evadir las enfermedades. Tjallin (2006) indica que el potasio (K) está relacionado directamente con la calidad del fruto. El potasio cumple muchas funciones importantes dentro de la planta, entre las cuales se destaca como activador de enzimas, regulador de la presión osmótica, activador de Adenosín Trifosfato o Trifosfato de Adenosina (ATP). Además, el K probablemente ejerza un gran efecto sobre la enfermedad, a través de una función metabólica específica que altera la compatibilidad de la relación ambiental parásito-huésped (Velasco, 1999).

2.8. Marco legal

Plan nacional de desarrollo 2017-2021

- Objetivo 3 Respecto a la deforestación y cambio de uso del suelo, pérdida de biodiversidad, reducción y contaminación de fuentes de agua, y a la erosión y desertificación de los suelos– agudizará inevitablemente los múltiples efectos negativos del cambio climático en la sociedad.
- Reducir la dependencia de productos derivados de energías fósiles, y, así, modificar el patrón de producción y acumulación sin descuidar los límites biofísicos y ciclos naturales.
- Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global.

Normativas agro calidad 2018

- Artículo 3. Hacer un uso responsable de la energía y de los recursos naturales como el agua, el suelo, las materias orgánicas y el aire.
- Artículo 14. La producción vegetal orgánica estará basada en los siguientes principios: La reducción al mínimo del uso de recursos no renovables y de medios de producción ajenos a la explotación. El reciclaje de los desechos y los subproductos de origen vegetal y animal como recursos para la producción agrícola y ganadera.

CAPÍTULO III

3. Marco metodológico

3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación fue realizada en la finca Horticult Farmer (Figura 3) Según el (Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología [INAMHI], 2017), su ubicación geográfica es la siguiente

3.1.1. Ubicación geográfica

Ubicación:	Finca Horticult Farmer
Provincia:	Pichincha.
Cantón:	Tabacundo.
Parroquia	La Esperanza.
Altitud:	2.952 m.s.n.m
Latitud:	00° 15' N
Longitud:	78° 15' O



Figura 3. Ubicación geográfica del experimento

3.1.2. Condiciones climáticas

De acuerdo al INAMHI (2017), las características climáticas del cantón Tabacundo, Parroquia la Esperanza, son las siguientes:

Temperatura baja:	4 °C
Temperatura media:	16 °C
Temperatura máxima:	30 °C
Precipitación media anual:	1600 mm/año
Humedad relativa:	62%.

3.2. Materiales, Equipos e Insumos

3.2.1. Materiales

- Invernadero
- Cinta métrica
- Cabuya plástica
- Tijera de podar
- Bidones de 200 litros
- Botas
- Guantes
- Azadón
- Bomba de fumigar de 20 litros
- Letreros de identificación de parcelas

3.2.2. Equipos

- Libreta de campo
- Calculadora
- Lápiz
- Computadora
- Cámara fotográfica

3.2.3. Insumos

- Biol (estiércol, melaza, ceniza, leche y levadura).
- Insecticida (Lufenuron)
- Fungicida (Kasugamicina y Thiofanato methyl)
- Fertilizantes edáficos y foliares
- Plántulas de tomate riñón variedad Pietro.

3.3. Método

3.3.1. Factores de estudio

Los factores en estudio son las dosis que se presentan a continuación (Anexo 1).

Dosis T1= FINCA (Horticult Farmer) 100% N+ 1.5% N biol (drench, foliar).
 T2= FINCA (Horticult Farmer) 100% N + 3% N biol (drench, foliar).
 T3= FINCA (Horticult Farmer) 100% N.

Tabla 1

Descripción de tratamientos en estudio.

Tratamientos	Código	Descripción
T1	T1	FINCA 100% N+1.5% N biol (foliar y drench).
T2	T2	FINCA 100% N + 3% N biol (foliar y drench).
T3(Testigo)	T3	FINCA 100% N

3.3.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (D.B.C.A) (Figura 4).

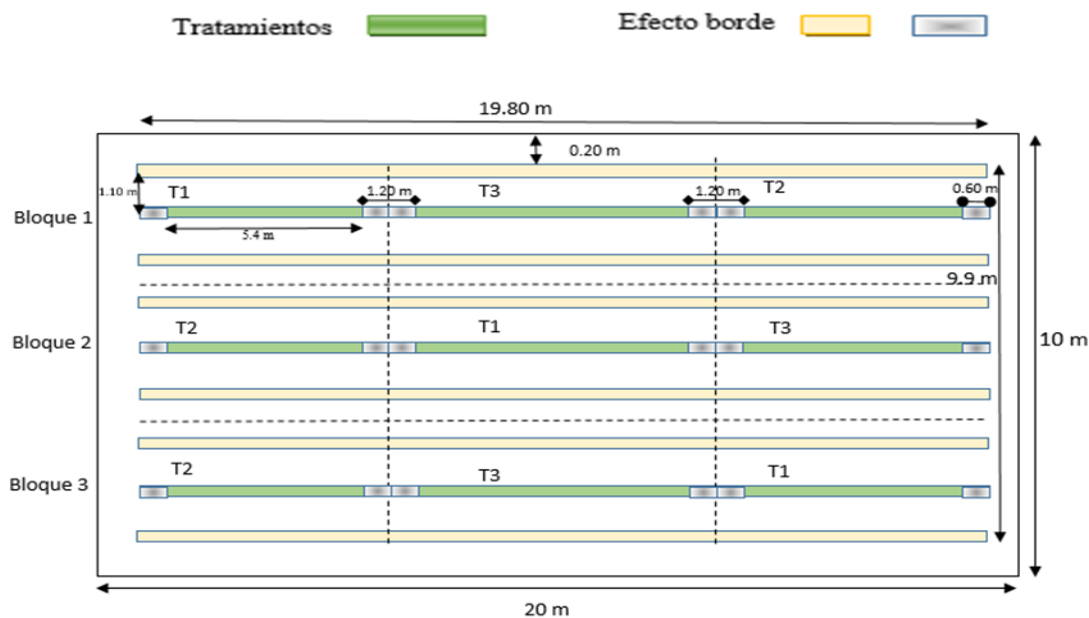


Figura 4. Diseño de bloques completamente al azar (D.B.C.A)

3.3.4. Características del experimento

- **Experimento**

- El área del experimento estuvo conformada por 198 plantas sembradas en tres hileras, cada cama tiene las siguientes medidas de 19.80 m (largo) x 0.40 m (ancho) teniendo 23.76 m² área del ensayo, y un área total de 198 m².

- **Unidad experimental**

Cada unidad experimental con 22 plantas distribuidas en 6.6m² en las cuales se evaluaron a 18 plantas por tratamiento. Cada unidad experimental mide 5.4 m² (largo) x 0.40 m (ancho) y 0.30 m² (Anexo 3).

3.3.5. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza, para un Diseño Completos al Azar (Tabla 2). Además, se utilizó la prueba de Fisher al 5% cuando se encontraron diferencias significativas.

Tabla 2

Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño Completo al Azar.

Fuentes de Variación		G.L.
Total	$(TxR)-1$	8
Tratamiento	$(t-1)$	2
Bloques	$(R-1)$	2
Error Experimento	$(t - 1)(R - 1)$	4

Tabla 3

Análisis de varianza (ADEVA) de la dinámica poblacional de mosca blanca.

Fuentes de Variación	G.L.
Bloques	2
Niveles	2
Tiempo	11
Error	92
Total	107

Tabla 4

Análisis de varianza (ADEVA) de altura de la planta.

Fuentes de Variación	G.L.
Bloques	2
Niveles	2
Tiempo	2
Error	20
Total	26

3.4. Variables

Se midieron las siguientes variables:

a) Índice poblacional de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* L.)

La medición de la variable se realizó después del trasplante una vez por semana hasta la cosecha de tomate (12 mediciones). El monitoreo se realizó a todas las trampas (3 por cada unidad experimental) garantizando la revisión del 100% de dichas trampas. Se cuantificó el número de moscas blancas atrapadas y se registró el total por cada tratamiento. Para este proceso se utilizó una lupa para facilitar el conteo e identificación de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* L.) (Figura 5).



Figura 5. Conteo de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* W.) en tomate riñón bajo invernadero con una fertilización convencional más biol a distintos niveles.

b) Incidencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans* L.)

Para evaluar esta variable se realizaron lecturas semanales del porcentaje de estimación del área afectada del follaje y tallos. El primer monitoreo se realizó a los 30 días después de la siembra para verificar si existían los síntomas de la enfermedad. El monitoreo se realizó cada semana en 18 plantas en cada unidad experimental garantizando la revisión del 100% de cada unidad experimental (Figura 6).



Figura 6. Monitoreo de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans* L.) en tomate riñón bajo invernadero con una fertilización convencional más biol a distintos niveles.

c) Severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans* L.)

La medición de la variable se inició después de los 30 días del trasplante. La severidad se determinó visualmente en las mismas 18 plantas seleccionadas al azar de la anterior variable. En cada planta se evaluaron el tercio inferior, tercio medio y tercio superior (Figura 7) se evaluaron semanalmente por un periodo de 20 semanas. Se registró el número de follaje y tallos sanos y enfermos en cada planta.



Figura 7. Planta de tomate dividida en tres tercios: TI. tercio inferior, TM. tercio medio, TS. tercio superior.

3.4.3. Comportamiento agronómico del cultivo de tomate

Esta variable se midió durante todo el desarrollo vegetativo de la planta. Se consideró dentro la altura de planta y el rendimiento.

- **Altura de planta**

Se tomó la altura una vez en cada etapa fisiológica (trasplante, floración y cosecha) en cuatro plantas al azar de cada unidad experimental, para expresar esta medida se tomó como referencia el cuello del tallo hasta el ápice vegetal en el último piso de la planta (cuarto piso) y se expresó en cm (Figura 8).



Figura 8. Medición de la altura de planta a distintos niveles de biol.

- **Rendimiento**

Para esta variable se consideró la producción de las cosechas semanales como rendimiento total y se expresó en kg/planta (Figura 9). Para la selección del tomate se aplicó la escala del color citada por López (2016), la cual valora el recubrimiento exterior para la madurez comercial los tomates seleccionados fueron:

- a) Pintón inicial desarrollo de color amarillo, rosado o rojo superior al 10% pero inferior al 30%. Pintón medio desarrollo de color amarillo, rosado o rojo superior al 30% pero inferior al 60%.
- b) Pintón desarrollo de color rosado o rojo superior al 60% pero inferior al 90%.

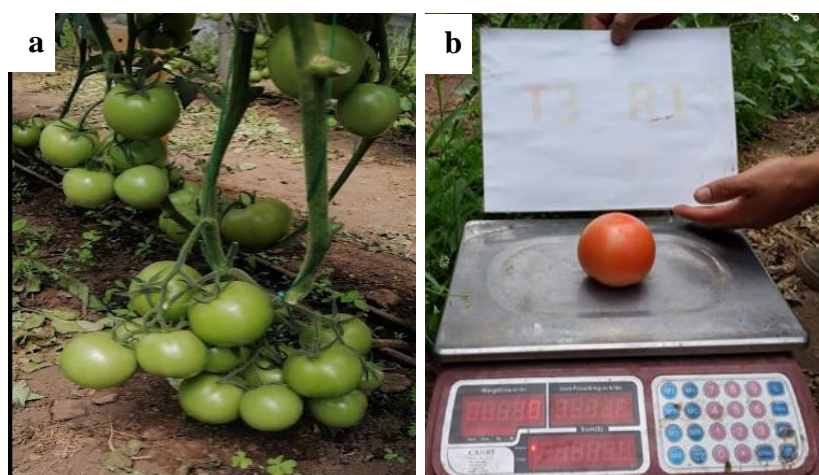


Figura 9. Rendimiento del cultivo tomate riñón bajo el efecto de fertilización convencional con distintos niveles de biol en invernadero

a). Racimos en planta.

b) Pesaje de frutos, en cada tratamiento.

3.4. Manejo específico del experimento

Para la implementación del ensayo se realizaron los siguientes procesos.

3.4.1. Preparación del biol

Para la elaboración del biol a base de estiércol de bovino se utilizó la metodología de Martínez, Mendoza, Ocampo, López, y Peñaloza (2015) en donde se emplearon los siguientes ingredientes, detallados en la (Tabla 5).

Tabla 5

Componentes para la elaboración del biol

Componentes	Biofertilizante anaeróbico
Estiércol fresco de bovino	40 kg/200 l
Levadura fresca	320 g/200 l
Ceniza	3.2 kg/200 l
Melaza	1.6 kg/200 l
Leche	1.6 l/200 l
Agua	115 l/200 l

Fuente Martínez et al, (2015)

Previo a la implementación del ensayo se elaboró el biol, siguiendo las recomendaciones de Martínez, Mendoza, Ocampo, López y Peñaloza (2015), después de haber pesado y mezclado todos los componentes se procedió al sellado de los bidones previamente preparados para la producción de biol. La cosecha se realizó a los dos meses INIA (2008), luego se pasó por un colador para obtener un material líquido (Figura 10).



Figura 10. Proceso utilizado para la preparación del biol.
a) Preparación de los materiales que fueron incorporados.
b) Tamizaje.
c) Biol listo después del período de fermentación.

3.4.2. Análisis del biol

Se realizó análisis de contenidos de nutrientes y microorganismos (Figura 10), cuando el material estuvo listo para su dosificación y posterior aplicación en el cultivo (Anexo 10, Anexo 11).



Figura 11. Muestra para análisis del biol.

3.4.3. Adecuación del sitio

Se realizó una limpieza del invernadero externa e internamente, de forma manual sin la utilización de herbicidas, para evitar la residualidad del producto para la implementación del ensayo (Figura 12).



Figura 12. Adecuación del sitio para tomate riñón bajo el efecto de fertilización convencional con distintos niveles de biol en invernadero. a) Limpieza de lugar. b) Remoción de tierra y guachado.

3.4.4. Preparación de camas

Se realizó la remoción de suelo para el levantamiento de las camas en donde se trasplanto el tomate, con ello se obtuvo un mejor desarrollo radicular, además una mejor aireación en el suelo (las raíces reciben mayor cantidad de oxígeno).

3.4.5. Trasplante

El trasplante se lo realizó 45 días después de la germinación. Previo al trasplante, las raíces de las plántulas se desinfectaron con una solución de Carboxín + Captan (1 ml/litro de agua) más un enraizante (Aminoácidos libres 5%; nitrógeno 2.9%; fósforo 9.8%; potasio 3.5%; zinc 0.2%) solución de 10 ml /litro, y se sembró manualmente en las hileras previamente construidas con el distanciamiento de 0.30 m entre planta y de 1.10 m entre hileras (Figura 13).



Figura 13. Trasplante de tomate riñón

3.4.7. Fertilización

El cultivo recibió la fertilización (Tabla 6) ocupados por la finca (Horticult Farmer) (Anexo 2 y 3) en 49 hileras de 35 m² misma que se detalla a continuación:

Siembra 0.8 kg de 12-24-12

Floración 1 kg de 8-20-20

Llenado de fruto 1kg de 8-20-20 y 0.5 kg de 15-15-15, nitrato de calcio 150 g.

Tabla 6

Fertilización química de la finca en hileras de 35 m² de cada elemento (N, P y K).

Tratamiento	N por hilera	P2O5 por hilera	K2O por hilera
	g	g	g
T3	209	43.52	54.32

Para establecer la concentración de nitrógeno (N) utilizado en la fertilización convencional en la producción de tomate riñón en la finca (Horticult Farmer) se realizó el cálculo que consta en el (Anexo 2).

3.4.8. Aplicación del biol

La aplicación se realizó de acuerdo a la distribución de los tratamientos de forma semanal. Las aplicaciones se iniciaron a los 30 días después del trasplante. para T1 se aplicó 0.53 l/planta en una concentración de 50% de biol y 50% de agua, para el T2 se aplicó 1.07 l/planta. El biol se suministró en dos formas: vía foliar (Figura 14) y drench (Figura 15). Con la finalidad de obtener mejores resultados con las dosis establecidas en el (Anexo 1).



Figura 14. Aplicación foliar de biol en el cultivo de tomate riñón.

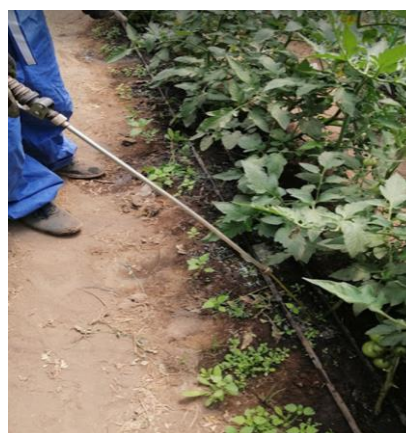


Figura 15. Aplicación vía drench de biol en el cultivo de tomate riñón.

3.4.9. Tutorado

Se colocó alambre galvanizado número 14 a lo largo del invernadero, tomando en consideración las hileras de los tratamientos a evaluarse. Para el tutorado se utilizó cinta plástica de tutoraje de tomate riñón.

3.4.10. Controles fitosanitarios

Los controles de plagas (gusano enrollador, minador de la hoja) y enfermedades (Marchitez bacteriana y Oídio) se realizó de acuerdo con el cronograma establecido por la finca en base a los monitoreos realizados semanalmente al cultivo.

3.4.11. Cosecha

La recolección de los frutos se efectuó en forma manual dos veces a la semana en las 18 plantas de la parcela.

Se clasificaron los frutos con una balanza graduada en gramos las categorías de primera, segunda, y tercera según los estándares de calidad de (CODEX STAN 293-2007) (Tabla 7) y al mismo tiempo se separó los frutos con defectos fisiológicos.

Tabla 7

Clasificación de tomate de mesa acorde al calibre

Código de calibre	Diámetro(mm)
0	≤ 20
1	$> 20 \leq 25$
2	$> 25 \leq 30$
3	$> 30 \leq 35$
4	$> 35 \leq 40$
5	$> 40 \leq 47$
6	$> 47 \leq 57$
7	$> 57 \leq 67$
8	$> 67 \leq 82$
9	$> 82 \leq 102$
10	> 102

Fuente: (CODEX STAN 293-2007)

CAPÍTULO IV

4. Resultados y discusión

A continuación, se muestra los resultados obtenidos una vez finalizada la fase de campo en la evaluación de diferentes niveles de biol en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.). El presente estudio se realizó bajo ambientes controlados, los tratamientos contenían diferentes dosis de biol más un testigo solo con fertilización química utilizada por la finca. Las variables fueron evaluadas a través del paquete estadístico Info Stat, versión 2017.

4.1. Incidencia y severidad de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans* L.)

En la variable incidencia y severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans* L.) en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) durante todo el ciclo del cultivo, en donde no se registraron plantas con indicios de la enfermedad. Se estima que se debe a la utilización de plantas híbridas variedad Pietro ((CLX 37286) F1(líneas puras)). Las misma que tiene una resistencia a enfermedades: ToMV Mosaico del tomate, Vd:1(Eur:0) Verticiliosis (*Verticillium dahliae*), Va:1(Eur:0) Verticiliosis, Fol: 1,2 (EU:0,1) Fusarium del tomate (Alaska, 2020). Como menciona la FAO (2016) que los usos de semillas de calidad utilizadas como una alternativa para contrarrestar el ataque de patógenos.

Además, INIA (2016) menciona que los factores climáticos óptimos para el desarrollo de la enfermedad como la temperatura y humedad que oscilan entre 24 °C y 90% humedad relativa (HR) respectivamente. Por otro lado, Escalante y Farrera (2004) realizaron un estudio en epidemiología del tizón tardío en donde determinaron que los parámetros climáticos óptimos para que se desarrolle la enfermedad son de 25.5 °C y 90% HR lo que difiere en la temperatura y humedad registrados por el (INAMHI, 2020) en los meses de enero, febrero y marzo con 27.4 °C, 28.5 °C y 26.8 °C y 57% HR 85% HR y 70% HR respectivamente. Por lo que los valores registrados no son favorables para el desarrollo del tizón tardío. Además, el cultivo se desarrolló bajo

cubierta el mismo que permiten controlar el ambiente natural y así poder reducir el ataque de plagas y enfermedades (López, 2016).

Con respecto a los niveles de biol utilizados en la presente investigación no mostraron ningún nivel de incidencia y severidad de (*Phytophthora infestans* L.) en ninguna de las etapas fenológicas del cultivo. Cabe indicar que se realizó la aplicación adicional de nitrógeno en forma de biol al 1.5% N y 3% N el mismo que se suministró semanalmente tanto vía foliar y drench durante todo el ciclo del cultivo. Adicionalmente, las plantas requieren una nutrición balanceada ofreciendo todos los nutrientes esenciales relacionándolos directamente con la sanidad de la planta. Como coincide Marschner (1995) que la falta o la abundancia de nitrógeno está asociadas a reducir la incidencia y severidad de enfermedades como (*Phytophthora infestans* L.) aumentando la concentración de lignina, sustancia que es utilizada por las plantas como defensa física contra el ataque de enfermedades.

Además, es probable que el biol contenga microorganismos benéficos generadores de hormonas vegetales inductoras de resistencia contra el ataque de enfermedades. Como el ácido linolenico que es el predecesor del ácido jasmónico el mismo que se desprende de la pared celular dañada por el ataque de patógenos necrotróficos (Creelman y Mullet, 1997). Así mismo protegiendo a las plantas contra (*Phytophthora infestans* L.) (Laredo, Martínez y Guillen, 2017). Independientemente la presente investigación no se presentó indicios de la enfermedad por lo que no se podría corroborar con los autores mencionados.

Un estudio realizado por Anna, Wong, Queenie, Russell, Tweddell, Hani, Tyler, y Avis (2014) en tomate riñón utilizando té de compost mencionan que los efectos atifúngicos de los microorganismos sobre los patógenos obtuvieron resultados positivos en la reducción hasta un 57% reduciendo el crecimiento micelial del hongo de (*Phytophthora infestans* L.).

4.2. Dinámica poblacional de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* L.) en el cultivo de tomate

Los resultados muestran que para la variable números de moscas blancas, existe interacción entre días después de la siembra (dds) y tratamientos (F=3.02; gl=22.70; P=0.0002). También no se encuentra un efecto de dds (F=71.85; gl=11.70; P=<0.0001) y tratamientos (F=33.97; gl=2.70; P=<0.0001) independientemente de cada factor (Tabla 8).

Tabla 8

Esquema del ADEVA de la dinámica poblacional de mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum L.)

Fuentes de variación	Grados de libertad de libertad F. V	Grados de libertad de Error	Valor F	Valor P
Días después de la siembra	11	70	71.85	<0.0001
Tratamientos	2	70	33.97	<0.0001
dds: tratamientos	22	70	3.02	0.0002

En la figura 16, se indica cómo influye el biol durante sus aplicaciones semanales. Como se observa en los 10, 17 y 23 días después de la siembra (dds) se reportan valores similares de la dinámica poblacional de mosca blanca tanto para el testigo como para los niveles de biol T1 (1.5%N) T2 (3%N). A los 30 días dds se reportó un incremento de número de mosca blanca de 2.67 para el testigo; 2 para el T1 y T2. El mayor incremento de número de mosca blanca se registró en el día 65 dds de 8 moscas blancas para el testigo; 5 para el T1 y 3.67 para el T2. Lo que no ocurrió en el día 79 dds se reportó valores similares entre T1; 5 y 5.33 para T2 a diferencia de testigo con un valor de 9 moscas blancas. En el día 88 dds muestra una diferencia de la una

dinámica poblacional respecto al testigo de 12.33 moscas blancas; 7 para el T1 y 5.33 para el T2 (Anexo 5).

Se observa que el tratamiento con mayor dinámica poblacional de mosca blanca fue el testigo, a diferencia de los niveles de biol, lo que nos indica que el biol puede tener un efecto en la dinámica poblacional de la mosca blanca. Además, a partir del día 30 dds se observa una diferencia constante entre tratamientos, Para los 86 días el número de mosca blanca siguió reduciendo en el T2 siendo inferior al T1 por 1.67(Figura 16).

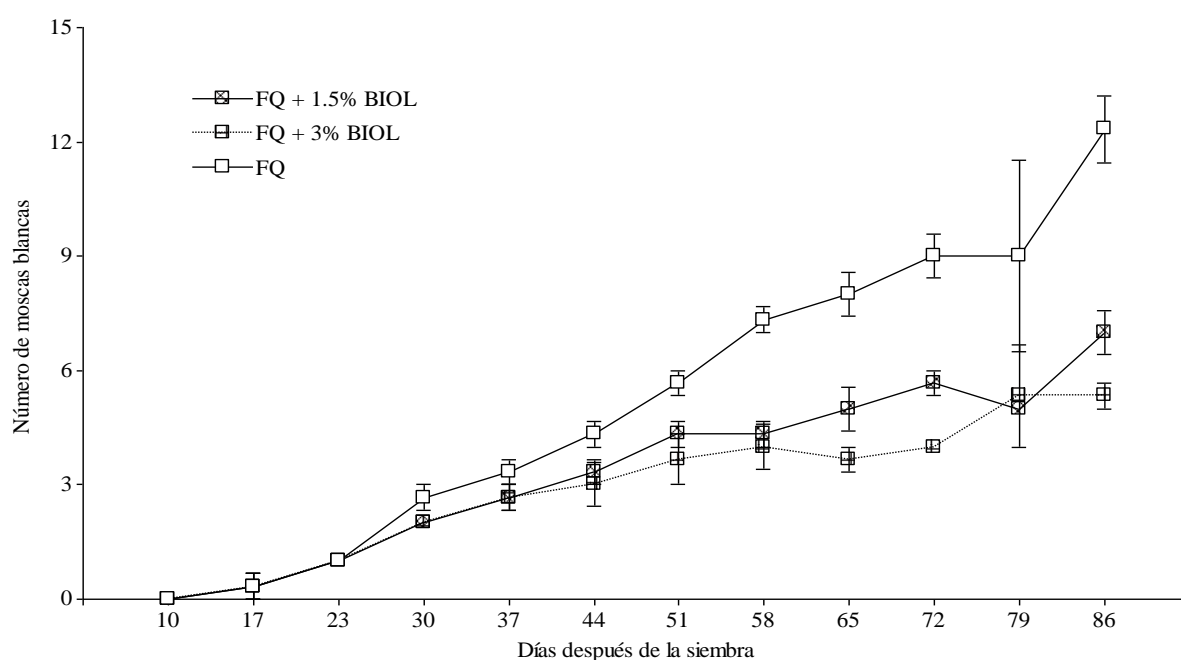


Figura 16. Dinámica poblacional de mosca blanca durante todo el ciclo del cultivo de tomate de mesa bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.

Los niveles con biol obtuvieron una menor dinámica poblacional de mosca blanca, esto se debería a que este induce a la síntesis de ácido jasmónico. Zhang, Huang, Zhang, Wei y Lu (2015) deducen que las defensas inducidas por las plantas contra los herbívoros están moduladas por vías de señalización de ácido jasmónico. En la presente investigación es probable que al aplicarse biol estimularía la síntesis de ácido jasmónico como promotor de defensa.

Ziegler, Keinanen y Baldwin (2001) aluden que los jasmonatos presentan una función reguladora clave en los mecanismos de respuesta de defensa de las plantas. Mediante esta investigación se pudo observar que con la aplicación del biol mostro el número menor de mosca blanca en comparación al testigo, el cual presento un número superior de siete moscas más a comparación de los tratamientos con biol. Los valores concuerdan con Rosero (2018) en estudio realizado en rosas (*Rosa spp.*) en donde obtuvo una media de 1.08 para el testigo y para los tratamientos con la aplicación de biol mostro un menor porcentaje de severidad de trips (*Frankliniella occidentalis*) con una media de 0.77, es decir 0.31 mayor que los tratamientos con biol T1 (1.5% N biol) y T2 (3%N biol).

También Thaler, Stout, Karban y Duffey (2001) realizaron estudios con la aplicación de ácido jasmónico como un inductor natural de proteínas defensivas contra patógenos herbívoros (trips (*Frankliniella occidentalis*) y pulgones (*Hormaphis hamamelidis*), en donde rociaron ácido jasmónico a tres dosis en plantas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*) después de 30 dds, obteniendo como resultados la reducción significativa de trips y pulgones. Lo que coincide con esta investigación, ya que la dinámica poblacional de la mosca blanca se redujo un numero de 12 a los 88 dds con la aplicación de biol a comparación del testigo. Además, Zavala (2010) indica que, la activación de estas hormonas vegetales inductoras de resistencia empieza con el reconocimiento por parte de la planta, desde el tipo de secreciones bucales y daños celulares que los insectos fabrican y se transfieren dentro de la planta.

Según Restrepo (2007) el biol sirven para nutrir y fortalecer la fertilidad de las plantas. Así mismo, activando el mecanismo de defensa a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas fomentando protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. En la presente investigación el número de insectos no sobrepasan el umbral de daño como lo describe Polack (2005) en tomate riñón es de 10 adultos por hoja o de 8 ninfas por foliolo.

Además, el efecto de la plaga en estudio podría estar relacionado por el efecto del potasio (K), ya que el biol contiene una alta concentración (anexo 2). En algunos estudios realizados probaron que el potasio participa en el control de plagas.

El potasio (K) está involucrado en varias funciones principales de las plantas, como en la síntesis de proteínas las mismas que constituyen una de las principales fuentes de defensa algunas de ellas son altamente reguladas respondiendo su síntesis al ataque de los depredadores (insectos). Como también la deficiencia de potasio contribuye a la acumulación de aminoácidos y de azúcares solubles (que son nutrientes de los patógenos). Con niveles adecuados de potasio la planta responde de mejor manera contra el ataque de plagas (Labra y Aguirre 2002).

De acuerdo a Lazcano (2006) el potasio juega un papel importante en la sanidad de las plantas, ya que estudios realizados con bajo contenido de K ha demostrado un incremento de insectos plaga. El mismo autor argumenta que en un estudio realizado en mango con niveles óptimos de potasio se redujo significativamente el ataque de patógenos. Lo que coincide con esta investigación debido a que la dinámica poblacional de la mosca blanca se redujo un 12 número de mosca blanca con la aplicación de biol a comparación del testigo.

4.3. Comportamiento agronómico del cultivo de tomate riñón (*solanum lycopersicum* L.)

4.3.1. Altura de planta

El análisis de varianza indica que existe interacción entre días después de la siembra (dds) y tratamientos ($F=3.39$; $gl=4.97$; $P=0.0121$) para la altura de la planta. Además, los dds ($F=1456.49$; $gl=2.6$; $P=<0.0001$) presenta un efecto sobre las variables independientemente de los tratamientos. Sin embargo, para los tratamientos no existe diferencia significativa ($F=0.53$; $gl=2$; $P=0.05904$) sobre la altura de las plantas, independientemente de los días después de la siembra (Tabla 9).

Tabla 9

Esquema del ADEVA de altura de planta a los 45 ,63 y 88 días después de la siembra en el cultivo de tomate riñón.

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Días después de la siembra	2	97	1456.49	<0.0001
Tratamientos	2	97	0.53	0.5904
dds: tratamientos	4	97	3.39	0.0121

La altura tomada a los 45 y 63 días no presentó variaciones estadísticas entre los niveles de biol y el testigo. Por lo que, a los 45 días muestran medidas aproximadas de 13.39 cm para T1; 13.63 cm para T2 y 13.48 para el testigo sin tener variaciones estadísticas. A los 63 días no mostró una diferencia entre T2 con 50.33 cm seguido de T1 con 49.08 cm y 46.17 cm para el testigo. A los 88 días el T2 obtuvo una altura de 105.83 cm por encima de los tratamientos T1 con (16.66 cm) y T3 (10 cm) (Figura 17).

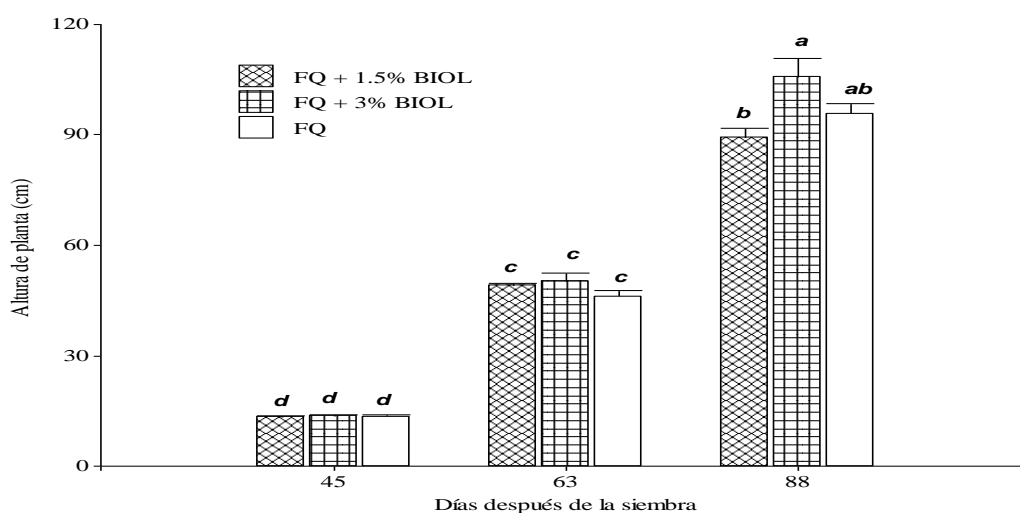


Figura 17. Altura de la planta de tomate riñón tomado a los 45, 63 y 88 días bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.

El mayor crecimiento se obtuvo a los 88 días después de la siembra con 105.83 cm en el tratamiento T2. Sin embargo, lo reportado por León (2010) en un estudio realizado en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) con un testigo químico y la aplicación de biol + EM (microorganismos metanogénicos) con una dosificación de (10 l/ha, 16 l/ha y 25 l/ha) en donde obtuvieron alturas estadísticamente similares a los 90 días después del trasplante con una altura media de 185 cm. en donde los resultados se asemejan a 105.83 cm obtenidos en T2(3% N en forma de biol).

En tanto que Kama (2017) realizó un estudio en donde obtuvo resultados estadísticamente significativos en la altura de haba (*Vicia faba* L.) con la aplicación de biol. Con una concentración de T3 (40%) y T2 (20%) que alcanzaron una altura mayor de 152.93 cm y 142.42 cm respectivamente y de 128.82 cm en el testigo. Independientemente de la dosis de biol empleadas por Kama (2017) concuerdan con la presente investigación, ya que el T2 (3%) obtuvo la altura más alta con respecto a los T1y T3. Además, Cedeño y Sabando (2016) manifiestan que la frecuencia de aplicación de biol de bovino, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) no influyó para la variable altura de planta. Lo que no concuerda con este estudio, ya que al aplicar biol a diferentes niveles si existió diferencias significativas entre tratamientos con respecto a la altura.

Además, Torres (2008) no encontró resultados estadísticamente significativos con la aplicación de biol durante la fase de vivero en (*Swietenia macrophylla* L.). El mismo autor menciona que las plantas fertilizadas con biol presentaron un buen desarrollo vegetativo debido a la carga de microorganismos que se incorporan al suelo. Lo que concuerda con la presente investigación, ya que los tratamientos con diferentes dosis de biol tuvieron alturas superiores de 10 cm por encima del testigo. Además, Basaure (2006) menciona que el biol contiene indicios hormonales vegetales (auxinas y giberelinas) que incitan el crecimiento, estos abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos.

4.3.2. Producción

Los resultados de análisis de varianza (Tabla 10) con relación a la variable rendimiento demostró que existe diferencias significativas entre tratamientos ($F=94.77$; $gl=2.4$; $p=0,0004$).

Tabla 10.

ADEVA para la variable rendimiento en tomate riñón (solanum lycopersicum L.) bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de libertad	Valor F	Valor P
	FV	Error		
Tratamientos	2	4	94.77	0.0004

Los resultados muestran que el análisis de pruebas de medida de Fisher LSD mostró que existe un efecto entre tratamientos con respecto a la producción el tratamiento (Figura 18) en donde T1 (1.5% biol) obtuvo un rendimiento promedio de 105.19 t/ha comparado con el T2 (3% biol) obtuvo un 97.96 t/ha y 74.96 kg/ha para el testigo. Siendo el T1 superior con 105.19 t/ha, diferenciándose de los tratamientos T2 y T3 por 7.23% y 30.93% respectivamente (Anexo 9).

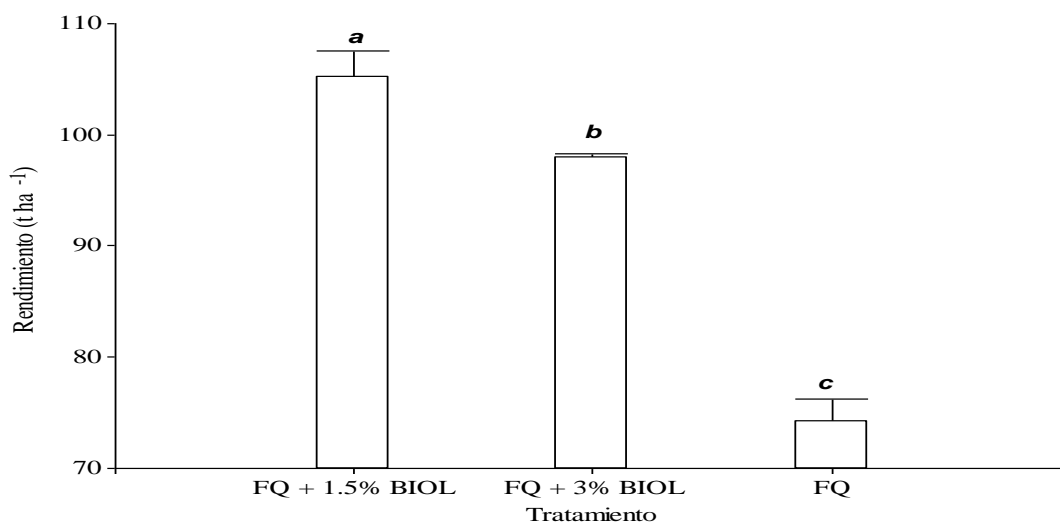


Figura 18. Producción de tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero

En los resultados antes mencionados, se puede estimar que los tratamientos a los que se aplicó diferentes niveles de biol influyó en el rendimiento mostrando mayor producción en relación con el testigo. Santin (2017) demostró en su estudio con la aplicación de biol en frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) obtuvo un mejor rendimiento de 3.391 kg/ha a comparación del testigo 2.745 kg/ha, lo que coincide en la presente investigación. Loor (2011) de igual manera comprobó que los tratamientos con biol en maíz (*Zea Maiz* L.) obtuvo un mejor rendimiento de 1.17 kg/ha y el testigo fue de menor rendimiento con 0.63 kg/ha.

Moreno et al. (2018) mencionan que la nutrición es esencial para la producción de las especies vegetales. Remedi (1995) argumenta que, el uso de biol engloba un aumento al cultivo de macro y micronutrientes dando como resultado un mayor rendimiento en los cultivos.

Dela misma manera Arroyo (2009) un su estudio en tomate riñón obtuvo un mayor rendimiento con biol (25 l/ha) con un promedio de 52.24 t/ha, a comparación del testigo quien obtuvo un rendimiento de 28.99 t/ha. Lo que coincide en la presente investigación, ya que el rendimiento es más alto con los tratamientos con biol a comparación del testigo.

De igual forma en otro estudio realizado por Cedeño y Sabando (2016) reportan que con la aplicación de biol de bovino cada 21 días después del trasplante, mejora la respuesta del cultivo de pimiento con un valor de 19840 kg/ha, muy superior al testigo que obtuvo un promedio de 16500 kg/ha. Lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio, ya que los tratamientos la aplicación de biol obtuvieron mejores resultados por encima del testigo.

Además, un estudio realizado por Kama (2017) obtuvo una interacción entre tratamientos con respecto al rendimiento, en donde los tratamientos con biol frente al testigo son diferentes, donde la T3 (40% de Biol) alcanzó un valor mayor con 31.98 t/ha, seguido de la T2 (20% de Biol) con un valor de 26.65 t/ha, finalmente está el T1

(testigo) sin biol con 22.84 t/ha. Con base a la presente investigación se asemeja, ya que los tratamientos con biol la producción es superior con respecto al testigo. Como lo corrobora Zacarías (2018) en donde obtuvo diferencias significativas en el cultivo de rosas con los tratamientos T2 (3%biol) de 1296.67 a diferencia de los tratamientos T1(1.5% biol) con (1038.67 tallos) y (1074.33 tallos) para el testigo químico.

Warnars y Oppenoorth (2014) indican que el biol es bastante reconocido por su disponibilidad inmediata de nutrientes para las plantas y como tal puede incrementar de forma significativa el rendimiento de los cultivos. Además, Armenta, García, Camacho, Apodaca, Montoya, y Nava, (2010) los biofertilizantes son preparados con microorganismos los mismos que tienen la capacidad de producir o generar reguladores de crecimiento (auxinas) mismos que son responsables del incremento del sistema radicular y por ende la absorción de más nutrientes y así incrementando significativamente la producción en los cultivos agrícolas.

Sin embargo, Novoa, Miranda y Melgarejo (2018) mencionan que la aplicación en exceso de fertilizante podría incurrir a un desbalance nutricional limitando la productividad. Lo que se concuerda es esta investigación, ya que en el T2 presentó menor producción a comparación del T1 con 7.23 t/ha y 30.93 t/ha para el testigo.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación se concluye lo siguiente:

- No se presentó la enfermedad en el ciclo del cultivo
- El biol si tuvo un efecto reductor en la incidencia de mosca blanca dentro del cultivo lo que significa que la aplicación constante de biol podría tener 1.67% de repelencia contra el insecto.
- La aplicación del biol si influyo en la altura de la planta de tomate riñón, por lo que, la aplicación con diferentes dosis de biol obtuvieron una altura superior con respecto al testigo.
- La aplicación de biol tuvo influencia en el rendimiento (t/ha) de los tratamientos bajo aplicaciones con biol, los que fueron superiores al tratamiento con fertilización química.

5.2. RECOMENDACIONES

- Efectuar un análisis hormonal del biol antes de la aplicación y a las plantas después de la aplicación para ver qué tipo de hormonas se encuentran, como también la existencia de ácido jasmonico o precursores del mismo, que ayudan a las plantas a mitigar el ataque de los patógenos.
- Realizar estudios con las mismas dosis de biol en otros tipos de cultivos para corroborar los resultados obtenidos en la presente investigación. Y así dar una alternativa de fertilización orgánica y obtener altas producciones agrícolas.
- Realizar estudios adicionales sobre el fosforo (P) y potasio (K) presentes en el biol como una alternativa del control de plagas y enfermedades.
- Capacitar a los agricultores la importancia de la reutilización de material orgánico como una alternativa en la producción agrícola.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L., y Obaya, C. (2005). *La digestión anaerobica. ICIDCA*, 2. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223120659006.pdf>
- Anna, O., Wong, F., Queenie, K., Russell, J., Tweddell, B., Hani, A., Tyler, J., y Avis, B. (2014). *Antifungal effects of compost tea microorganisms on tomato pathogens*. ELSEVIER, 63-69.
- Amador, R., Moderos, D., y Meza, M. (2011). *Mosquita blanca en el tomate control actual y perspectiva*. 200Agro Revista Industrial de Campo, 6-40.
- Andrés, M. (2002). *Estrategias en el control y manejo de nematodos fitoparasitos. Ciencia y Medio Ambiente - CCMA-CSIC*, 221-227. obtenido de [https://digital.csic.es/bitstream/10261/128310/1/Estrategias%20en%20el%20control392\(M%C2%AAF%20Andr%C3%A9s\).pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/128310/1/Estrategias%20en%20el%20control392(M%C2%AAF%20Andr%C3%A9s).pdf)
- Angus, J. F. (2012). *Fertilizer Science and Technology*. In Robert A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology* (pp. 789-807). New York, United States of America: Springer New York. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-0851-3_193
- Alaska (2020). *Clause vegetable seeds*. Obtenido de https://www.imporalaska.com/uploads/products/2019/02/ficha_1550260809_1550260812.pdf
- Aparcana, R., y Jansen, A. (2008). *Estudio sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso de "Fermentación Anaeróbica" para la Producción de Biogás*. Professional Energy and Environmental Consultancy, 2-10.
- Armenta, A., García, C., Camacho, R., Apodaca, Á., Montoya, L., y Nava, E. (2010). *Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México*.6(1), 51-56. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46112896007.pdf>

- Arroyo, L. (2009). *Evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (solanum lycopersicum) bajo invernadero en Quichinche–Otavalo* (Tesis de pregrado) Universidad Tecnica del Norte, Otavalo, Imbabura. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/148/2/03%20AGP%2091%20TESIS.pdf>
- Basaure, P. (2006). *Abono líquido*. Obtenido de www.cepac.org.bo/moduloscafe/.../Conf%20Biofermentadores.pdf
- Bernal, R. (2010). *Enfermedades del tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) en invernadero en las zonas de salto y bella unión*. INIA (181), 16-17. Obtenido de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429230710110412.pdf>
- Blanco, A., y Aguirre, C., (2002). *Proteínas Involucradas en los Mecanismos de Defensa de Plantas*. Acta Universitaria, 12 (3), 3-28. ISSN: 0188-6266. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=416/41612201>
- Burgos, D. (2014). *Identificación, caracterización y control del agente causal de la enfermedad “mancha negra del tallo”, que ataca al tomate de mesa (Solanum lycopersicum), Bajo condiciones de invernadero*. Tumbaco, Pichincha. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2455>
- Caguana, M. (2003). *El cultivo de tomate riñón en invernadero:(lycopersicon esculentum)*. INIAP Archivo Historico. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bH4zAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=related:oV1hHw7TWIJ:scholar.google.com/&ots=XoW1luyK75&sig=btzqVFOxruiEBI3IW_CISkhKasA#v=onepage&q&f=false
- Camberos, U., y Ríos, P. (1999). *Umbral económico para la mosquita blanca de la hoja plateada en melon en la comarca lagunera, México. Campo Experimental LaLaguna*, 8. Obtenido de <https://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2000/mar-abr/art-12.pdf>
- Carvalhais, L., Dennis, P., Badri, D., Tyson, G., Vivanco, J., y Schenk, P. (2013). *Activation of the Jasmonic Acid Plant Defence Pathway Alters the Composition of Rhizosphere Bacterial Communities*. PLOS ONE, 2, 15. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056457>

- Carrillo, P. (2013). *Plagas del Cultivo de Soya*. Departamento Academico de Sanidad Vegetal y Produccion Pecuaria. Peru. Obtenido de [HYPERLINK "https://www.researchgate.net/profile/Castillo_Carrillo/publication/267395005_Manual_de_plagas_del_cultivo_de_soya/links/544f09a40cf26dda089021cb/Manual-de-plagas-del-cultivo-de-soya.pdf"](https://www.researchgate.net/profile/Castillo_Carrillo/publication/267395005_Manual_de_plagas_del_cultivo_de_soya/links/544f09a40cf26dda089021cb/Manual-de-plagas-del-cultivo-de-soya.pdf)
- Cedeño, R. y Sabando, L. (2016). *Evaluación de tres frecuencias de aplicación de biol de bovino en el cultivo de pimiento (Capsicum annum L.)*. (Tesis de pregrado) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí, Manabí. Obtenido de <http://190.15.136.145/bitstream/42000/460/1/TA58.pdf>
- Cristóbal, C. (2015). *Distribución espacial de trips, mosca blanca y pulgón en el cultivo del gladiolo en la región norte del estado de México* (Tesis de pregrado) Universidad Autónoma Del Estado De México, Mexico. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/65650>
- Durán, J. y Guzmán, D. (2017). *Comportamiento de nematodos fitoparásitos en dos sistemas de cultivo de tomate convencional en Costa Rica*. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(3), 59-70. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S037939822017000300059&script=sci_arttext
- Escalante, M., y Farrera, R. (2004). *Epidemiología del tizón temprano (Phytophthora infestans mont de Bary) de la papa en zonas productoras del estado Táchira Venezuela*. *Bioagro*, 16(1), 47-54. Recuperado en 10 de junio de 2020, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131633612004000100007&lng=es&tlng=es.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2007). *Norma Del Codex Para El Tomate. CODEX STAN 293* . Obtenido de http://www.fao.org/input/download/standards/11013/CXS_293s.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). *Agricultura sostenible*. FAO, 6-35.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2015). *Centro de Noticias ONU*. Obtenido de <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?newsID=31672#.WlaiH6jibIW>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016) *Evaluación de la Seguridad de Semillas*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5548s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*.
- Fonseca, S., Chico, J., y Solano, R. (2009). *The jasmonate pathway: the ligand, the receptor and the core signalling module*. *Current Opinion in Plant Biology* 2009, 12: 539–547
- Florido, M., y Álvarez, M. (2015). *Aspectos relacionados con el estrés de calor en tomate (Solanum lycopersicum L.)*. *Cultivos Tropicales*, 36, 77-95. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362015000500008&lng=es&tlng=es
- Gómez, D., y Reis, E. (2011). *Inductores abióticos de resistencia contra fitopatógenos*. *Química Viva*, 10(1), 6-17.
- González, M., Radal, R., y Jaimez, R. (2015). *Effect of nitrogen on photosynthetic parameters and yield of gerbera crop (Gerbera jamesonii Bolus ex Hook. f.)* Universidad de Los Andes. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v65n3.49555>
- Guato, S. (2016). *Influencia de tres abonos orgánicos tipo biol en la población de Pulguilla en papa (Solanum tuberosum) variedad puca shungo*. (Tesis de Pregrado) Universidad Técnica De Ambato. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25100/1/Tesis->
- Hernández, D., Rodríguez, M., y Holgado, R. (2018). *Nematodos parásitos que afectan Phaseolus vulgaris*. *Revista de Protección Vegetal*, 33, 17. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n3/2224-4697-rpv-33-03-e05.pdf>
- Henfling, J. (1980). *El tizón tardío de la papa* (Vol. 4). International Potato Center. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KA7n0dNifCYC&oi=fnd&dq=sintomatolog%C3%ADA+Tiz%C3%B3n+Tard%C3%ADo+o+Phytophthora+infestans&ots=o2hYgF_0Un&sig=xxstBQO12fGVLLmJbwb9rV3FmhA

- Huang, C., Hoefs-Van De Putte, M., Haanstra-van Der Meer, G., Meijer-Dekens, F., y Lindhout, P. (2000). *Characterization and mapping of resistance to Oidium lycopersicum in two Lycopersicon hirsutum accessions: evidence for close linkage of two Ol-genes on chromosome 6 of tomato. Heredity*, 85(6), 511-520. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/6887700>
- Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología (INAMHI). (2017). *Boletín climatológico Anual*. 1-31. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/clima/#>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2017). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2017*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2014). Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/>
- Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). (2008). *Producción y uso del bio*. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA. Obtenido de http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/biol.pdf
- Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). (2017). *Manual de cultivo del tomate bajo invernadero*. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA. Obtenido de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/12%20Manual%20de%20Tomate%20Invernadero.pdf>
- Instituto Nacional Autónomo De Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2013). *Guía Para Reconocer Daño En Raíces Y Métodos De Muestreo Y Extracción De Nemátodos En Raíces Y Suelo*. 433, 19. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3849/1/433.PDF>
- Jiménez, M., y Chavarría, A. (2011). *Manejo de mosca blanca (Bemisia Tabaci Gennadius.) Y Geminivirus en semillero de tomate (Lycopersicum Esculentum Mill.) bajo protección física y química y su efecto en la producción*. *Protección De Plantas*, 11(17), 1-9.

- Kama, A. (2017). *Aplicacion de biol bovino en cultivo de haba (Vicia faba L.) bajo riego por goteo en la Estacion Experimental Choquenaira* (Doctoral dissertation).(Tesis de Pregrado) Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/13212>
- Laredo, E., Martínez, J., y Guillen, L. (2017). *Aplicación de ácido jasmónico como inductor de resistencia vegetal frente a patógenos*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8 (3), 673-683.
- Labra, A., y Aguirre, C. (2002). *Proteínas Involucradas en los Mecanismos de Defensa de Plantas*. Acta Universitaria, 12 (3), 3-28 Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41612201>
- Lazcano, I. (2006). *El potasio y el concepto de la fertilización balanceada*. In Extracto de la ponencia presentada en la conferencia regional para México y el Caribe de la Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Inpofos-PPI. México (Vol. 5).
- Leon, A. (2010). *Evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (solanum lycopersicum) bajo invernadero en Quichinche–Otavalo*. (Tesis de pregrado) Universidad Tecnica del Norte, Otavalo, Imbabura.
- López, S., Riquelme, M., y Botto, E. (2010). *Integration of biological and chemical control of the whitefly Trialeurodes vaporariorum (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Revista Colombiana de Entomología 36 (2): 190-194.
- López, L. (2016). *Manual técnico del cultivo de tomate (solanum lycopersicum)*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- Loor, R. (2011). *Aplicación de dosis de biol en el cultivo de maiz (Zea Malz) bajo riego en el sitio el palmar del cantón Paján* (Bachelor's thesis, JIPIJAPA: UNESUM). (Tesis de pregrado) Universidad Estatal del sur de Manabí, Manabí, Ecuador.
- Llerena, E. (2007). *Comportamiento de dos genotipos, de tomate riñón Lycopersicum esculentum Mill En Diferentes Sustratos Hidroponicos En Yuyucocha*. Obtenido de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/232/2/03%20AGP%2052%20TESIS%20completa.pdf>

- Martínez, J., Mendoza, J., Ocampo, I., López, A., y Peñaloza, P. (2015). *Caracterización fisicoquímica de biofermentados elaborados artesanalmente*. Ciencias Biológicas y de la Salud, 1-6.
- Marcin, N., Majid, R., y Marzena, N. (2012). *Potato and Tomato late blight caused by Phytophthora infestans*. Plant Disease, 96(1), 132-5.
- Moreno, A., Mendoza, C., Reyes, J., Vásquez, A., y Ríos, P. (2018). *Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable*. Revista Colombiana de Biotecnología, 20(1), 68-83. <https://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>
- Morales, F. (2016). *Proyecto tropical de mosca blanca*. Centro internacional de agricultura tropical. Obtenido de https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08cc1ed915d3cfd0015bc/R8041_FTR_Coordination_Anx05.pdf
- Mónaco, C., Nico, A., Rollán, M., y Urrutia, M. (2001). *Efecto «in vitro» de dos fungicidas sobre la micoflora antagonista al tizón temprano del tomate*. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg, 16(3), 325-332. Obtenido de http://www.inia.es/gcontrec/pub/monac_1161156389437.pdf
- Nájera, R., Ruiz, A., Guzmán, S. y Pérez, E. (2011). *Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en cintalapa, chiapas, mexico* Int. Contam. Ambie. 27:129-137.
- Nava, E., García, C., Camacho, R., y Vázquez. (2012). *Bioplaguicidas: Una opción para el control biológico de plagas*. Ra Ximhai, 8(3). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/273062519_bioplaguicidas_una_opcion_para_el_control_biologico_de_plagas
- Novoa. M., Miranda., y Melgarejo. L. (2018). *Efecto de las deficiencias y excesos de fósforo, potasio y boro en la fisiología y el crecimiento de plantas de aguacate (Persea americana, cv. Hass)*. Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas - Vol. 12 - No. 2 - pp. 293-307 Doi: <http://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.8092>

- Pacheco, T., y Gonzalez, G., (2012). *Relationship between plant immunology and food production. ciencia@uaq*, 1-7.
- Pérez, W., y Forbes, G. (2011). *Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona*. Centro Internacional de la Papa (CIP), 44. Obtenido de <http://www.fao.org/3/as407s/as407s.pdf>
- Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., y Larín, M. (2008). *Cultivo de Tomate*. CENTA, 2-15. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>
- Polack, L. (2005). *Manejo integrado de moscas blancas*. Boletín hortícola, 10(31), 23-30.
- Potsch, M., Pfundtner, E., Resch, R., y Much, P. (2004). *Stoffliche Zusammensetzung und ausbringungseigenschaften von Gärrückständen aus Biogasanlagen. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein*.
- Puente, N. (2010). *Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*. FONAG. Obtenido de http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Ramírez, M., y Rodríguez, A. (2012). *Plant defense mechanisms and responses in the arbuscular*. *Biotecnol*, 14(1), 14. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v14n1/v14n1a25.pdf>
- Restrepo, J (2007). *Manual Práctico, Biofertilizantes preparados y fermentados a base del estiércol de vaca*. Obtenido de <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>
- Rosero, Y. (2018). *"Evaluación de la incidencia y la severidad de Nematodos y Artrópodos plaga en el cultivo de rosas (Variedades Libertas Variedades, En La Finca Flor De Azama, Cantón Cotacachi, Provincia Imbabura."* (Tesis de pregrado) Universidad Técnica del Norte, Cotacachi, Imbabura.
- Sanchez, D., Scotta, R., y Arrigui, C. (2005). *Poblacion de mosca blanca en tomate cultivado a campo con pantallas de sombreamiento*. *scielo*, 40(2), 183-185.

- Santin, E. (2017). *Efecto de la aplicación de Biol en el cultivo de Frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedades Amadeus 77 y Dehoro, Zamorano Honduras.*
- Sepúlveda, F., Sepúlveda, P., y Morales, A. (2012). *Nematodos y Hongos del suelo que afectan el cultivo del tomate riñón.* Obtenido de Informativo INIA-URURI: <https://es.scribd.com/document/310973274/NEMATODO-EN-TOMATE-pdf>
- Sommer, R., Wenger, R., y Wymann, R. (2006). *Biotechnología y seguridad alimentaria. InfoResources Focus, 2-16.*
- Thaler, J., Stout, M., Karban, R., y Duffey, S. (2001). *Jasmonate-mediated induced plants resistance affects a community of herbivores.* Ecol. Entomol. 26:312-324.
- Tjallin, H., (2006). *Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad en tomate. Cropkit* Obtenido de http://www.sqm-vitas.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf
- Trivino, C. (2004). *Tecnología biológica para el manejo del nematodo agallador de raíces Meloidogyne spp. en tomate. Boletín técnico.* Obtenido de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EC2005000031>
- Torres, R. (2008). *Efecto de la fertilización con bioles durante la fase de vivero de Swietenia macrophylla (CAOBA).* Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/460/1/TA58.pdf>
- Velasco, V. (1999). *Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas.* Terra Latinoamericana, 17(3), 193-200.
- Vivanco, J., Cosio, E., Vargas, V., y Flores, E., (2005). *Mecanismos químicos de defensa en las plantas.* Investigación y ciencia, 341(2), 68-75.
- Zacarías, C. (2018). *Evaluación de la productividad y calidad del cultivo de rosas (rosa spp.) variedad freedom bajo aplicaciones de biol, cantón Cotacachi.*(Tesis de Pregrado) Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8675>

- Zavala, J. (2010). *Respuestas inmunológicas de las plantas frente al ataque de insectos*. Ciencia hoy, 20(117), 52-59.
- Zhang, P., Huang, F., Zhang, J., Wei, J. y Lu, Y. (2015). *The mealybug Phenacoccus solenopsis suppresses plant defense responses by manipulating JA-SA crosstalk*. Sci. Reports. 5:1-7.
- Ziegler, J., Keinänen, M., y Baldwin, T. (2001). *Herbivore-induced allene oxide synthase transcripts and jasmonic acid in Nicotiana attenuata*. Phytochemistry, 58(5), 729- 38.

7. ANEXOS

Anexo 1. Calculo del biol

Cálculo de dosificación de biol/cama

Cosecha (BIOL)= 711.3 lt.

Cáculo de biol por tratamiento:

$$\frac{237.1}{6.67} = 35.55 \text{ litros biol (T1)} \triangleright$$

$$35.55 * 2 = 71.1 \text{ litros biol (T2)} \triangleright$$

Cálculo de biol/cama:

$$\frac{355(\text{biol})}{3 \text{ camas}} = 11.85 \text{ litros biol/cama}$$

$$\frac{71.1(\text{biol})}{3 \text{ camas}} = 23.7 \text{ litros biol /cama}$$

Aporte de nitrógeno (N) biol

1 lt (biol) ----- 13.2 mg (N total)

11.85 lt/cam ----- x

X= 156.552 mg/cama/semana (N)

X= 0.156 g/cama/semana (N)

Aporte de nitrógeno (N) finca

N total por ciclo= 209 g

209 g/20 semanas/cama = 10.45 g de N

Aporte (N) biol a fertilización (N) finca

Tratamiento 1

10.45 g/cama/semana (finca) -----100%

0.156 g/cama/semana (biol)----- x

X= 1.5%

Tratamiento 2

10.45 g/cama/semana (finca) -----100%

0.312 g/cama/semana (biol)----- x

X= 3%

Anexo 2. Fertilización

Nutrientes por tratamiento para la fertilización por ciclo de tomate de mesa concentración de biol por hilera de 35 m.

Tratamiento	N por hilera (g)	P por hilera (g)	K por hilera (g)
T1	212.13	44.17	55.13
T2	215.27	45.20	55.94
T3	209	43.52	54.32

Valor de nitrógeno en:

12-24-12 (N, P, K) 0.8Kg.

12.....100gr 12x800gr/100gr= 96gr de nitrógeno
x.....800gr

15-15-15 0.5 Kg.

15.....100gr 15x700gr/100gr= 105gr de nitrógeno
x.....700gr

8-20-20 2kg.

8.....100gr 8x2000gr/100gr= 160gr de nitrógeno
x.....2000gr

Ca (NO₃)₂ se utilizó 150gr con una concentración de 14.5%.

Se utilizó 150gr en 49 hilera de 35metros, 150gr/49= 3.06gr, por lo que:

3.06 gr...100%

x.....14.5% 3.06gr x 14.5%/100%= 0.44gr/cama x 12 aplicaciones en el ciclo=
5.28gr de nitrógeno por hilera de 35m.

Total, de nitrógeno aplicado en el ciclo del tomate riñón:

12-24-1296gr de N

15-15-15.....105gr de N

8-20-20.....160gr de N

Ca (NO₃)₂.....5.28gr de N

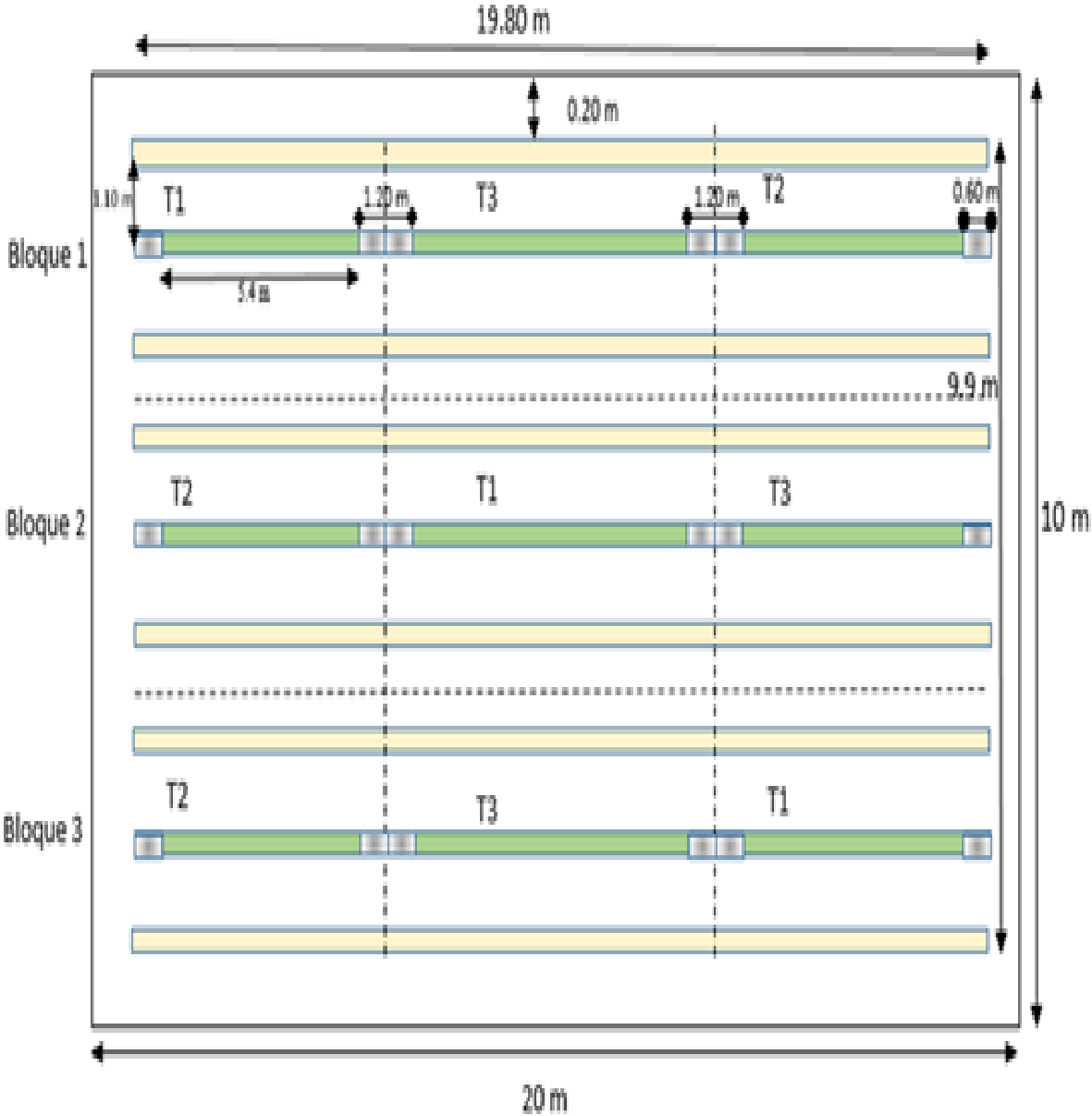
Total366.28gr de N es el total utilizado en hilera de 35 metros, la hilera a utilizar es de 20 metros.

366.28gr de N35m 366.28 x 20/100= 209 gr de N en hilera de 20 m.

x.....20m

Anexo 3. Croquis de campo

Tratamientos  Efecto borde  



Anexo 4. Análisis del biol.



RESULTADOS

Código Agrarprojekt: BPI-041219

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Líquido
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el C	Abono Orgánico Líquido (Biol)

Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en el Biol – Nutrientes en solución, disponibles para la planta

Análisis	Unidades	Resultado
pH	-	6.4
Conductividad (CE)	mS/cm	9.55
Nitrato (NO ₃) NO ₃ - N	mg/l	12.2 2.8
Amonio (NH ₄) NH ₄ - N	mg/l	13.4 10.4
(NO ₃ +NH ₄) – N	mg/l	13.2
Fosfato (PO ₄) PO ₄ -P	mg/l	261 85.1
Potasio (K)	mg/l	2900
Magnesio (Mg)	mg/l	554
Calcio (Ca)	mg/l	822
Sulfato (SO ₄) SO ₄ -S	mg/l	44.0 14.7
Sodio (Na)	mg/l	160
Cloruro (Cl ⁻)	mg/l	1090
Hierro (Fe)	mg/l	3.8
Manganeso (Mn)	mg/l	3.5
Cobre (Cu)	mg/l	0.17
Zinc (Zn)	mg/l	0.22
Boro (B)	mg/l	2.3

Anexo 5. Dinámica poblacional de la mosca blanca en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.

Dds	Medias	Error.Expo.	Rangos			
86	8.22	0.35	A			
79	6.44	0.35	B			
72	6.22	0.35	B			
65	5.56	0.35	B	C		
58	5.22	0.35		C	D	
51	4.56	0.35			D	
44	3.56	0.35				E
37	2.89	0.35				E F
30	2.22	0.35				F
23	1.00	0.35				G
17	0.33	0.35				G H
<u>10</u>	<u>0.00</u>	<u>0.35</u>				<u>H</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6. Prueba de Fisher al 5% para la dinámica poblacional de la mosca blanca en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.

Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos		
3	5.25	0.24	A		
1	3.39	0.10		B	
2	2.92	0.15			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Altura de planta en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.

Dds	Medias	E.E.	Rangos		
88	96.94	2.09	A		
63	48.53	0.92		B	
<u>45</u>	<u>13.50</u>	<u>0.19</u>			<u>C</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8. Prueba de Fisher al 5% para altura de planta en de tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.

Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos
2	56.60	1.32	A
3	51.83	1.32	B
<u>1</u>	<u>50.55</u>	<u>1.32</u>	<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 9. Producción en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.

Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos
1.00	105.19	2.54	A
2.00	97.96	0.28	B
3.00	74.26	1.78	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 10. Tabla de nutrientes (g/ciclo) para cada uno de los tratamientos en tomate riñón bajo el efecto de distintos niveles de biol en invernadero.

Tratamiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CA
T1	212.13	538.68	241	194.8
T2	215.27	740.37	247.8	389.6
T3	209	43.52	54.32	63