



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PLAGAS EN EL CULTIVO
DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA, MEDIANTE EL USO
DE BIOL, CANTÓN OTAVALO”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

Maldonado Lima Nary Teresa

DIRECTOR:

Ing. Gómez Cabezas Miguel Alejandro, MSc.

Ibarra, octubre 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

Ibarra, 20 de octubre del 2022

Dr. C Marcelo Cevallos V., PhD.
DECANO FICAYA

Ab. Vladimir Basantes
SECRETARIO JURÍDICO

Para los fines consiguientes, el tribunal tutor quienes firman a continuación, **CERTIFICAMOS** haber recibido de manera digital el Trabajo de Titulación: **“EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA, MEDIANTE EL USO DE BIOL, CANTÓN OTAVALO”** de autoría de la señorita: Maldonado Lima Nary Teresa, estudiante de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

Ing. Miguel Gómez, MSc.
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

FIRMA

.....

Ing. Julia Prado, PhD
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN


.....

Ing. Marcelo Albuja, MSc
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TRITULACIÓN


.....

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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:	1004391494
APELLIDOS Y NOMBRES:	MALDONADO LIMA NARY TERESA
DIRECCIÓN:	Peguche
EMAIL:	ntmaldonadol@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	2 690 733

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i> L.) VARIEDAD SUPERCHOLA, MEDIANTE EL USO DE BIOL, EN EL CANTÓN OTAVALO”
AUTOR:	MALDONADO LIMA NARY TERESA
FECHA:	17/10/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniero Agropecuaria
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, 21 de octubre del 2022

EL AUTOR


.....
Maldonado Lima Nary Teresa
C.I.: 1004391494

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Nary Teresa Maldonado Lima, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 20 días del mes de octubre de 2022



MSc. Miguel Alejandro Gómez Cabezas
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 24 días del mes de octubre del 2022

Nary Teresa Maldonado Lima: “Evaluación de la incidencia y severidad de plagas en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L.) variedad Superchola, mediante el uso de biol, en el cantón Otavalo”. Ingeniero Agropecuario.

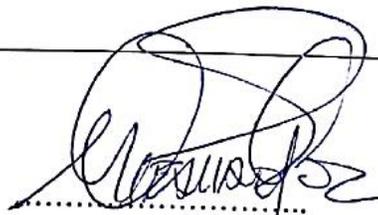
Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 24 días del mes de octubre del 2022 99 páginas.

DIRECTOR (A): Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la incidencia y severidad de plagas en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L.) variedad Superchola, mediante el uso de biol, en el cantón Otavalo.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar el efecto del bio en el daño causado por gusano blanco, minador y polilla guatemalteca.
- Cuantificar la población de nematodos en el suelo y raíces del cultivo.
- Evaluar el rendimiento del cultivo de papa bajo los distintos tratamientos



Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc

Directora de Trabajo de Grado



Nary Teresa Maldonado Lima

Autor

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE ANEXOS	13
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPITULO I	16
INTRODUCCIÓN	16
1.1 ANTECEDENTES	16
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4 OBJETIVOS	19
1.4.1. Objetivo general.....	19
1.4.2 Objetivos específicos	19
1.5 HIPÓTESIS	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. CULTIVO DE PAPA	20
2.1.1. Clasificación científica	21
2.1.2 Morfología	21
2.1.3 Variedad de papa Superchola.....	22
2.2. PLAGAS DE LA PAPA	23

2.2.1. Gusano blanco (<i>Premnotrypes vorax</i> H.).....	23
2.2.2 Polilla de la papa (<i>Tecia solanivora</i>).....	26
2.2.3 Mosca Minadora (<i>Liriomyza</i> spp.).....	28
2.2.4 Nematodos	30
2.3 SISTEMA INMUNE DE LAS PLANTAS.....	32
2.3.1 Fitohormonas	33
2.4 BIOL	34
2.4.1 Ventajas del biol	35
2.4.2 Efectos de la aplicación	35
2.5 LODOS LÁCTEOS	35
2.6 MARCO LEGAL.....	36
CAPÍTULO III.....	38
MARCO METODOLÓGICO.....	38
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	38
3.1.1 Ubicación geográfica	38
3.1.2 Características climáticas.....	39
3.2 MATERIALES	39
3.3 MÉTODOS	39
3.3.1 Factores en estudio.....	39
3.3.2 Tratamientos	40
3.3.3 Diseño experimental	40
3.3.4 Características del experimento	41
3.3.5 Análisis estadístico	41
3.3.6 Variables a evaluarse	42

3.4.3	Población de nematodos en el suelo y raíces del cultivo.....	45
3.4.4	Rendimiento kg/ha.....	45
3.4	MANEJO DEL EXPERIMENTO	45
3.4.1	Preparación del Biol.....	45
3.4.2	Establecimiento del experimento.....	46
3.4.3	Preparación del Suelo	46
3.4.4	Delimitación de parcelas.....	46
3.4.5	Toma de muestras de suelo.....	47
3.4.6	Obtención de la semilla.....	47
3.4.7	Siembra	47
3.4.8	Fertilización	48
3.4.9	Labores culturales	49
CAPÍTULO IV.....		51
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		51
4.5.	Rendimiento kg/hectárea	72
CAPÍTULO V.....		75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		75
5.1	CONCLUSIONES	75
5.2	RECOMENDACIONES.....	75
5.	ANEXOS	987

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Planta de papa variedad Superchola</i>	21
Figura 2 <i>Ciclo de vida del gusano blanco</i>	23
Figura 3 <i>Croquis del experimento</i>	40
Figura 4 <i>Planta dividida en tercios para facilitar la toma de datos</i>	43
Figura 5 <i>Hoja con número de foliolos</i>	43
Figura 6 <i>Tubérculos seleccionados de cada parcela neta</i>	44
Figura 7 <i>Tubérculo cortado en cuadrantes</i>	44
Figura 8 <i>Mezcla de los ingredientes del biol</i>	46
Figura 9 <i>Delimitación e identificación de las parcelas</i>	47
Figura 10 <i>Siembra y desinfección de tubérculos</i>	48
Figura 11 <i>Aplicación de fertilizante después del aporque</i>	48
Figura 12 <i>Medio Aporque</i>	49
Figura 13 <i>Porcentaje de incidencia de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H.) por tratamiento y días de medición en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i> L.)</i>	52
Figura 14 <i>Porcentaje de severidad de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H.) por tratamiento y días de medición en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i> L.)</i>	54
Figura 15 <i>Porcentaje de incidencia de pulguilla (<i>Epitrix</i> spp.) por tratamiento y días de medición en el cultivo en papa (<i>S. tuberosum</i> L.)</i>	56
Figura 16 <i>Porcentaje de severidad de pulguilla (<i>Epitrix</i> spp.) por tratamiento y días de medición en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i> L.)</i>	59
Figura 17 <i>Porcentaje de incidencia de mosca minadora (<i>Liriomyza</i> spp.) por tratamiento y días de medición en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i> L.)</i>	60
Figura 18 <i>Porcentaje de severidad de mosca minadora (<i>Liriomyza</i> spp.) por tratamiento y días de medición en el cultivo papa (<i>S. tuberosum</i> L.)</i>	62
Figura 19 <i>Porcentaje de incidencia externa de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H.) a nivel de tubérculo.</i>	65
Figura 20 <i>Análisis de nematodos en raíz de papa (<i>S. tuberosum</i> L.) en 100 g de raíz.</i>	70

Figura 21 Número de nematodos en 100 g de suelo en papa (*S. tuberosum* L.) por tipos en la fase inicial y final del experimento: Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácticos y T3 (químico)..... 71

Figura 22 Rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de papa (*S. tuberosum* L.) variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácticos y T3 (químico). 73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Superficie, producción y rendimiento de papa 2021</i>	20
Tabla 2. <i>Características agronómicas de la variedad Superchola</i>	22
Tabla 3. <i>Características de la polilla de la papa</i>	28
Tabla 4. <i>Características del lugar de estudio</i>	38
Tabla 5. <i>Parámetros climáticos del lugar de la investigación</i>	39
Tabla 6. <i>Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados en la investigación</i>	39
Tabla 7. <i>Descripción de los tratamientos a evaluar</i>	40
Tabla 8. <i>Características de la unidad experimental</i>	41
Tabla 9. <i>Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar</i>	42
Tabla 10. <i>Niveles de severidad del tubérculo</i>	44
Tabla 11. <i>Materiales para la elaboración de los dos tipos de biol</i>	46
Tabla 12. <i>Control químico y orgánico de plagas en el cultivo de papa (S. tuberosum)</i>	50
Tabla 13. <i>ADEVA del porcentaje de incidencia de gusano blanco (P. vorax H.) en el cultivo de papa, variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico))</i>	52
Tabla 14. <i>ADEVA del porcentaje de severidad de gusano blanco (P. vorax H.) en el cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico))</i>	54
Tabla 15. <i>ADEVA del porcentaje de incidencia de pulguilla (Epitrix spp.) en el cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico))</i>	56
Tabla 16. <i>ADEVA del porcentaje de severidad de pulguilla (Epitrix spp) en el cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico))</i>	58

Tabla 17. ADEVA del porcentaje de incidencia de la mosca minadora (<i>Liriomyza</i> spp.) en el cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico)).	61
Tabla 18. ADEVA del porcentaje de severidad de la mosca minadora (<i>Lyrioniza</i> spp.) a partir de los 35 días después de la siembra del cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico)).	62
Tabla 19. ADEVA del porcentaje de incidencia externa de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H.) en el tubérculo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico)).	66
Tabla 20. ADEVA del porcentaje de severidad externa de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H) en el tubérculo de papa variedad Superchola.: Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico)).	67
Tabla 21. Prueba de LSD Fisher para la variable porcentaje de severidad externa de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H.) a nivel de tubérculo. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico)).	68
Tabla 22. ADEVA del porcentaje de incidencia interna de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H.) en el tubérculo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico)).	68
Tabla 23. Prueba de LSD Fisher para la variable porcentaje de incidencia interna de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H.) a nivel de tubérculo. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico)).	68
Tabla 24. ADEVA del porcentaje de severidad interna de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H.) en el tubérculo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico)).	69
Tabla 25. Prueba de LSD Fisher para la variable porcentaje de severidad interna de gusano blanco (<i>P. vorax</i> H.) a nivel de tubérculo. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico)).	69
Tabla 26. ADEVA de los análisis de nematodos de raíz en papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico)).	70

Tabla 27. ADEVA para la variable rendimiento por hectárea en el cultivo de papa bajo tres fuentes de fertilización: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).....	74
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Manejo agronómico del cultivo de papa variedad Superchola.....	95
Anexo 2: Cálculo de la cantidad de biol elaborado para la aplicación en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	96
Anexo 3. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable incidencia de gusano blanco.....	96
Anexo 4. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable severidad de gusano blanco.....	97
Anexo 5. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable incidencia de pulguilla.....	99
Anexo 6. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable severidad de pulguilla.....	100
Anexo 7. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable incidencia de mosca minadora.....	101
Anexo 8. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable severidad de mosca minadora.....	102
Anexo 9: Medias y error estándar por tratamientos del rendimiento por hectárea (kg).....	103
Anexo 10: Resultados del análisis de laboratorio de la identificación del género de nematodos presentes en las muestras de raíz de cada tratamiento.....	104
Anexo 11: Resultados del análisis de laboratorio de la identificación del género de nematodos presentes en las muestras de suelo de cada tratamiento.....	105

“EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solnum tuberosum* L.) VARIEDAD SUPERCHOLA, MEDIANTE EL USO DE BIOL, EN EL CANTÓN OTAVALO”

Nary Teresa Maldonado Lima

Universidad Técnica del Norte

ntmaldonadol@utn.edu.ec

RESUMEN

En el Ecuador la papa es uno de los principales alimentos de consumo diario y uno de los rubros más importantes en los sistemas de producción de la sierra ecuatoriana, por lo cual es necesario evaluar prácticas alternativas de producción agrícola que permitan disminuir el uso de plaguicidas, el objetivo de esta investigación fue evaluar el uso del biol con la inclusión de lodos lácteos y su efecto en la resistencia sistémica inducida contra plagas en el cultivo de papa (*S. tuberosum* L.), variedad Supechola. La investigación se realizó en Otavalo, donde se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres tratamientos y tres bloques los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera: T1= biol estándar, T2 = biol estándar + lodos lácteos al 25% y T3 = fertilizante químico. En los resultados se observó diferencias en el porcentaje de severidad de *Epitrix* spp. el T3 tuvo el menor porcentaje, con una diferencia de 5% en relación con el T2. Para la variable severidad de *P. vorax* H. el T3 también tuvo el menor porcentaje de incidencia y una diferencia de 4% al T2. El porcentaje más alto de severidad de la *Lyriomniza* spp. fue de 23% del T2 y el menor fue del T3 con 16%. Para la variable incidencia de *P.vorax* H. en el tubérculo el T1 fue el mejor con una diferencia del 8% al T3 que fue el más afectado. Esta investigación concluye que los tratamientos con biol independientemente incluyan o no lodos lácteos, superan el rendimiento con un 13% al tratamiento químico.

Palabras claves: rendimiento, resistencia sistémica, incidencia, severidad, biol

ABSTRACT

In Ecuador, the potato is one of the main foods for daily consumption and one of the most important items in the production systems of the Ecuadorian highlands, for which it is necessary to evaluate alternative agricultural production practices that can reduce the use of pesticides. The objective of this research was to evaluate the use of biol with the inclusion of dairy sludge and its effect on induced systemic resistance against pests in potato (*S. tuberosum* L.), Superchola variety. The research was carried out in Otavalo, where a completely randomized block design (DBCA) was implemented with three treatments and three blocks which were distributed as follows: T1= standard biol, T2 = standard biol + 25% dairy sludge. and T3 = chemical fertilizer. The results showed differences in the percentage of severity of *Epitrix* spp. T3 had the lowest percentage, with a difference of 5% in relation to T2. For the severity variable of *P. vorax* H., T3 also had the lowest percentage of incidence and a difference of 4% to T2. The highest percentage of severity of *Lyrionniza* spp. it was 23% of T2 and the lowest was of T3 with 16%. For the variable incidence of *P.vorax* H. in the tuber, T1 was the best with a difference of 8% to T3, which was the most affected. This research concludes that treatments with biol, regardless of whether or not they include dairy sludge, outperform the chemical treatment by 13%.

Keywords: yield, systemic resistance, incidence, severity, biol

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La papa es uno de los alimentos más importantes a nivel mundial, con una producción de 370 436.581 toneladas y un rendimiento de 21 t/ha (FAOSTAT, 2021). A su vez, este cultivo aporta gran cantidad de carbohidratos a la dieta diaria de más de 1500 millones de personas y es considerado como un alimento clave en la seguridad alimentaria frente al crecimiento de la población y la pobreza debido a que este tubérculo se produce en poco tiempo y se adapta a diferentes climas y suelos [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2008].

En el Ecuador el cultivo de papa es uno de los rubros más importantes en los sistemas de producción de la sierra ecuatoriana. El área sembrada es de aproximadamente 25 924.85 hectáreas, con una producción promedio de 408 313.30 toneladas métricas y un rendimiento de 16.41 t/ha (SIPA, 2020). Las provincias con más contribución en la producción son: Carchi (29.2%), Chimborazo (13.9%), Tungurahua (13.6%) y otras provincias (43.3%) (INEC, 2021). A su vez, el cultivo de papa tiene importancia económica ya que provee una fuente importante de empleo e ingresos en las zonas rurales (Andrade et al., 2003).

Las plantas al verse atacadas por insectos fitófagos producen compuestos tóxicos o proteínas que inhiben o reducen el ataque. Esta respuesta inmunológica reconoce el daño causado por el insecto lo que desencadena procesos bioquímicos en la planta confiriéndole ciertas resistencias a su ataque. Además, existen estrategias de defensa de las plantas mismas que se dividen en defensas directas que incluyen desde los tricomas y espinas hasta compuestos químicos repelentes y toxinas, mientras las defensas indirectas que inducen la producción de compuestos volátiles que, si bien no afectan directamente a los atacantes o atraen insectos que los parasitan o los depreden (Zavala, 2010).

Por otro lado, las hormonas vegetales como el ácido jasmónico (JA o su forma metilada MeJA), están asociadas con la respuesta inducida contra los fitófagos masticadores (Bezemer y Van, 2005). La resistencia sistémica inducida (ISR) es la resistencia generalizada (sistémica), que está naturalmente presente en la planta (BASF, 2016) y es activada por aliados no patógenos que se

encuentran bajo el suelo en forma de bacterias promotoras del crecimiento de plantas (rizo bacterias), las cuales son capaces de colonizar sus raíces (Nadarajah, 2016). La inducción de ISR por las bacterias del suelo no patógenas es SA independiente y requiere el ácido jasmónico funcional (JA) y vías del etileno (ET) (Bezemer y Van, 2005).

En este contexto, el uso de biol se presenta como una alternativa al control de plagas, ya que es un método ecológico que permite la adición de vitaminas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas vegetales, antibióticos y una gran riqueza microbiana por medio de un proceso de biofermentación (Rengifo, 2014).

Se han realizado varias investigaciones sobre los efectos del biol en diferentes cultivos en el país, donde se han obtenido resultados en la disminución de poblaciones de insectos plagas, aunque no se han determinado las razones por la que se da este fenómeno. Según Cordero (2010), por ejemplo, en una investigación realizada en el cultivo de rábano aplicando biol se observó que los tratamientos más afectados por las plagas fueron aquellos que no se les aplicó biol. Además, se ha demostrado que las aplicaciones de biofertilizantes orgánicos inciden en la presencia de plagas en los cultivos (Hidalgo, 2015).

Mientras que los efectos positivos contra las plagas pueden deberse a la presencia de microorganismos y fitohormonas en los biol, debido a que estos podrían estar relacionados con el aumento de la producción de ácido jasmónico. De acuerdo con Zavala (2010), este ácido se encuentra involucrado en el incremento de los mecanismos de defensa como la resistencia al ataque de pulgones, el desarrollo de tricomas en las hojas y el aumento de la producción de defensas químicas.

Los microorganismos y hormonas que posee el biol, ayudan a mejorar la activación de la ISR, ya que esta resistencia es activada por microorganismos no patógenos y hormonas. Estudios realizados con la aplicación de biol enriquecido en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) indican que la aplicación de este induce una respuesta sistémica de defensa del 42% más, en comparación a los que no se aplica el biol (Cerezo, 2022).

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La papa ha sido un cultivo básico en los Andes durante miles de años, sin embargo, el aumento poblacional ha conducido a una intensificación agrícola basada en el uso de insumos externos,

especialmente de agroquímicos para el control de plagas. El empleo de plaguicidas ha permitido un aumento en cuanto a la producción de papa; sin embargo, se ha expuesto a los agricultores a sustancias tóxicas y se ha generado impactos negativos en la salud humana y el ecosistema (Crissman, Yanggen y Sherwood, 2002). El uso indiscriminado de estos insecticidas ha generado inmunidad en los insectos lo que conlleva a mayores frecuencias de aplicación, dosis y toxicidad de productos químicos.

A pesar de que productos de alta toxicidad como el Carbofurán que se ha prohibido su uso y los productos que contengan residuos de este sean retirados del mercado desde octubre del 2013, todavía existen productores que tienen acceso a este producto de manera reservada y a un costo elevado (Yáñez, 2019).

Además, el cultivo de papa presenta muchos problemas en su proceso productivo, debido principalmente al ataque de plagas, entre las que se destacan el gusano blanco (*P. vorax* H.) causante de pérdidas en la producción de tubérculos del 20% al 50%, aunque se ha reportado que puede causar pérdidas del 100% (INIAP, 2012); mosca minadora (*Liriomyza* spp.) responsable de pérdidas en rendimiento del 30% al 40% (Chulde, Gallegos y Asaquibay, 2002); la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) que ocasiona pérdidas de hasta el 100% a nivel de almacenamiento en tubérculos que son destinados para semilla (Gallegos G, 2003). En cuanto a los nematodos la especie de mayor importancia en Ecuador es *Globodera pallida*, misma que ha reportado pérdidas del 30% en rendimiento, debido a la siembra continua y períodos cortos de rotación (González y Franco, s.f).

1.3. JUSTIFICACIÓN

Uno de los problemas de mayor relevancia en la agricultura ha sido el uso indiscriminado de insecticidas por los agricultores en el cultivo de papa, por lo que es necesario encontrar alternativas que disminuyan el consumo de estos debido a que son causantes de varios problemas relacionados con la contaminación ambiental (suelo, agua y aire) y daños en la salud de los agricultores. Siendo una de las alternativas viables es el uso del biol en el combate contra las plagas, por lo que se reduciría impactos generados por el uso de químicos en el control de insectos (Yanggen, Crissman y Espinosa, 2003).

En relación con lo anterior, existe literatura donde se menciona que la aplicación de biol reduce el ataque de plagas y enfermedades, por ejemplo, FONAG (2010), define al biol como un abono que estimula la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades, aunque, no se ha realizado estudios específicos donde se determine los efectos de los bioles en la protección de diferentes cultivos. Es así como el presente estudio está enfocado en evaluar los efectos de la aplicación de biol en cultivo de papa y los mecanismos de defensa de las plantas ante el ataque de insectos plagas. A su vez, por medio de este proyecto se busca brindar a los agricultores una alternativa sostenible al uso de plaguicidas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la incidencia y severidad de plagas en el cultivo de papa (*S. tuberosum* L.) variedad Superchola, mediante el uso de biol, en el cantón Otavalo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto del biol en el daño causado por gusano blanco, minador y polilla guatemalteca.
- Cuantificar la población de nematodos en el suelo y raíces del cultivo.
- Evaluar el rendimiento del cultivo de papa bajo los distintos tratamientos

1.5 HIPÓTESIS

- **H₀**: El uso de biol en el cultivo de papa no influye sobre el control de plagas y nematodos.
- **H_a**: El uso del biol en el cultivo de papa influye sobre el control de plagas y nematodos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. CULTIVO DE PAPA

La papa es una planta de la familia solanácea, originaria de los Andes sudamericanos y cultivada en todo el mundo debido a sus tubérculos comestibles. Con el pasar del tiempo este tubérculo ha ido evolucionando y se ha cruzado con otras especies silvestres del mismo género dando lugar a una gran variedad de especies (Quilamapu, 2017).

Según Kroschel et al. (2015), un sinnúmero de agricultores y sus familias dependen de la papa para su alimentación y generación de ingresos, sin embargo, su rendimiento y producción se ven afectados por los insectos plaga convirtiéndose en un obstáculo para una producción más rentable y estable. Además, para el control de la mayoría de las plagas se lo realiza con el uso indiscriminado de insecticidas, los cuales son sumamente tóxicos.

En el Ecuador la mayoría de las zonas de producción de papa se ubica en los valles interandinos a altitudes sobre los 3000 msnm (Crissman, Espinosa, y Barrera, 2002). Asimismo, es uno de los principales cultivos tradicionales ya que ocupa el séptimo lugar de producción a nivel nacional y se cultiva en 12 provincias del país (Monteros, 2016).

En el año 2018 el rendimiento nacional de papa variedad Superchola fue de 16.2 toneladas por hectárea; una de las provincias que supero a esta media fue Pichincha con 21.2 t/ha en una superficie de 1826.6 hectáreas y la de menor producción fue Cotopaxi con 8.49 t/ha. Con respecto a la mayor área sembrada en el año 2018 fue la provincia de Carchi con 6535.9 hectáreas y un rendimiento de 18.8 t/ha (MAG, 2018).

Tabla 1

Superficie, producción y rendimiento de papa 2021

Provincia	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (Tm)	Rendimiento (Tm/ha)
Carchi	4075.88	3706.41	91 918.97	24.8
Chimborazo	3400.97	3098.70	33 775.83	10.9
Bolivar	2934.17	2673.38	38 764.01	14.5
Cotopaxi	2850.34	2597	31 683.4	12.2
Otros	5093.60	4640.89	23 853.98	-
Total Nacional	20950	19088	244749	14.58

Fuente: (MAG, 2021)

2.1.1. Clasificación científica

USDA (2014) menciona la siguiente clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanaceas
Genero:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>Solanum tuberosum</i> L.

Figura 1

Planta de papa variedad Superchola



2.1.2 Morfología

La planta de la papa consta de las siguientes partes:

Raíz

En plantas provenientes de semilla sexual, la raíz principal es filiforme, a partir de la cual brotan ramificaciones laterales que forman un sistema fibroso. La raíz formada a partir de semilla tubérculo es fibrosa, no existe una raíz principal y posee muchas raíces adventicias (Cortez y Hurtado, 2002)

Tallo

Son aéreos, gruesos, fuertes y angulosos, siendo al principio erguidos y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo. Los tallos se originan en la yema del tubérculo, siendo su altura variable entre 0.5 y 1 metro (Biblioteca Técnica Servicios y Almásigos S.A, s.f).

Hojas

Sus hojas son compuestas, presentan un folíolo terminal, folíolos primarios, folíolos secundarios y folíolos terciarios (Cortez y Hurtado, 2002).

Flor

Es pentámera tetracíclica, posee cinco estambres y un solo pistilo. La inflorescencia de la papa es una cima terminal que puede ser simple o compuesta. El color de las flores es muy variado (Cortez y Hurtado, 2002).

Frutos

En estado maduro es una baya de forma redonda u oval, de color que va desde el verde amarillo hasta castaño rojizo, su tamaño alrededor de 5 cm de diámetro (Pumisacho y Velásquez, 2009).

Semilla

Se denomina al tubérculo utilizado para la producción de la papa. La fruta o tizbalo contiene la semilla sexual; se la usa para mejoramiento genético (Pumisacho y Velásquez, 2009).

Estolón

Son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos (Inostroza, 2009).

Tubérculos

Son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos (Pumisacho y Velásquez, 2009).

Brote

Es un tallo que crece en el ojo del tubérculo, tiene como fin dar origen a otra planta (Pumisacho y Velásquez, 2009).

2.1.3 Variedad de papa Superchola

La variedad de papa Superchola fue creada del cruzamiento de las variedades (Curipamba negra x *S. demissum.*) x (clon resistente con comida amarilla x Chola seleccionada). Esta variedad tiene un tiempo de reposo de 80 días (INIAP, 1998).

Tabla 2.

Características agronómicas de la variedad Superchola

Características agronómicas	
Maduración	Semi tardía (180 días)
Rendimiento	30 t/ha
Contenido de materia seca	24%
Zona recomendada	Zona norte y centro (2800 a 3600 msnm)

Fuente: INIAP (1998)

2.2. PLAGAS DE LA PAPA

El cultivo de papa se ve afectado por algunos insectos plaga y nematodos, los cuales son causantes de pérdidas en los rendimientos y en la calidad de los productos antes y después de la cosecha (Pérez y Forbes, 2011). Entre las principales plagas tenemos:

2.2.1. Gusano blanco (*Premnotrypes vorax* H.)

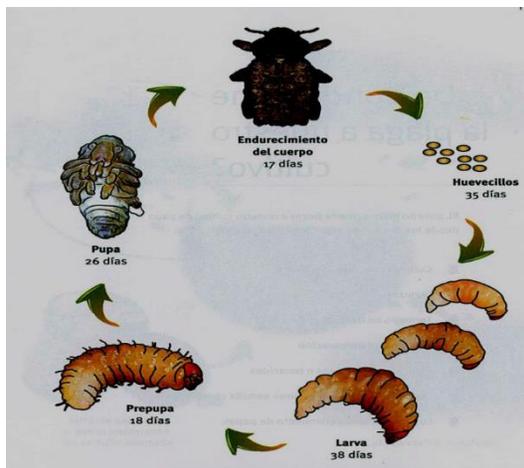
El gusano blanco o gorgojo de los Andes es una plaga importante en las zonas altas del Ecuador. Las provincias de Carchi, Cotopaxi, y Cañar, son afectados por la pérdida del valor comercial de los tubérculos que van de 20% hasta el 50% e incluso puede haber pérdidas totales (INIAP, 2012).

Ciclo de vida

El ciclo biológico del gusano blanco representa una metamorfosis completa y en sus diferentes etapas viven en distintos hábitats. Las fases del ciclo biológico son:

Figura 2

Ciclo de vida del gusano blanco



Huevo

Según Torres, Gallegos, Castillo y Asaquibay (2011), luego de que el adulto ha realizado la cópula, la hembra fecundada perfora y oviposita sus huevos en el interior de los tallos, pero en casos extremos lo depositan debajo de los terrones. Los huevos son cilíndricos, ligeramente ovalados y mide entre 1.7 mm de largo y 0.50 mm de diámetro. Son de color blanco brillante y a medida que se van desarrollando cambian a un color ámbar opaco (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Gusano o larva

Su cuerpo es de color blanco, carece de patas y su cabeza es de color café claro (INIAP, 2012). En el quinto y último estadio miden de 11 a 14 mm (Pumisacho y Sherwood, 2002). En el momento que el gusano sale del huevo se introducen en el suelo para alimentarse de las pequeñas raíces y luego de los tubérculos. Una vez dentro del tubérculo continúa su desarrollo (INIAP, 2012).

Pupa

Luego de que el gusano madura, este, sale del tubérculo y se dirige al suelo para transformarse en pupa. Una vez en el suelo se cubre de una ligera capa de tierra y toma la apariencia de un terrón (INIAP, 2012). Esta transformación lo realiza a una profundidad de 10 a 25 cm (Torres *et al.*, 2011).

Adulto

En estado adulto es un gorgojo, su cuerpo es de color gris, pero puede tomar el color del suelo lo que hace difícil su reconocimiento (Pumisacho *et al.*, s.f). La hembra es levemente más grande que el macho y de aspecto redondeado, posee una línea de color amarillo a lo largo de la parte superior del abdomen mientras que el macho es alargado y no posee la línea amarilla en su abdomen (Pumisacho y Sherwood, 2002).

El tiempo promedio que dura cada fase metamórfica es: huevecillo, 35 días; larva, 38 días; prepupa, 18 días; pupa, 26 días; fase de endurecimiento del cuerpo, 17 días. Un gusano adulto vive aproximadamente 270 días. Durante este periodo, la hembra logra poner unos 260 huevecillos (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Comportamiento y daños

El insecto adulto prolifera en dos épocas del cultivo de papa que es a partir de la preparación del suelo hasta los 45 días después de la emergencia y en el periodo entre los 30 a 90 días después de la cosecha. En suelos sin remoción, la presencia de adultos no es evidente, ya que emergen a la superficie en diferentes épocas. En caso de remoción del suelo el adulto sale sincronizadamente (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Durante la noche, el adulto recorre la parcela en busca de sitios de colonización y alimento. Durante el día se esconde bajo terrones y en la base de las plantas. No puede volar, pero camina hábilmente. El adulto se alimenta de las hojas bajas de la papa, dejando en el follaje un corte en

forma de medialuna (Pumisacho y Sherwood, 2002) mientras que, los gusanos se alimentan de los tubérculos de la papa formando galerías.

Las **condiciones favorables** para el desarrollo de la plaga son altitudes mayores a los 2800 m sobre el nivel del mar y el monocultivo (Montesdeoca *et al.*, 2013).

Manejo integrado

El momento ideal para eliminar los adultos empieza 30 días antes y termina 30 días después de la siembra. En este tiempo se recomienda que el terreno este sin residuos de planta. Se puede bajar la población de gusanos blancos capturando los adultos antes de que pongan huevos y controlando en forma directa las larvas en el suelo para esto utilizaremos los siguientes métodos

Uso de trampas: Se recomienda colocar trampas, como sitios de refugio diurno. Estas trampas consisten en colocar ramas frescas de papa las cuales deben estar anticipadamente envenenadas con insecticida y deberán ser cubiertas por un cartón de 30 x 40 cm, costal o paja de páramo. Los adultos son atraídos por el olor de las ramas de papa luego se alimentan de las hojas tratadas con insecticida y muere.

Plantas cebo: Consiste en trasplantar plantas de papa alrededor de la parcela, que son tratadas con insecticidas. De igual forma como las trampas, las plantas cebo atraen y matan a los adultos antes de que ovipositen. Las plantas cebos emiten más olor y atraen hasta diez veces la cantidad de adultos que las trampas.

El número de trampas y plantas cebo es de 100 por hectárea. Se debe colocar una trampa cada diez metros. Al emerger el cultivo de la papa, las trampas y plantas cebo pierden su utilidad. Después de la cosecha se puede repetir el uso de trampas o plantas cebo para proteger futuros cultivos de papa.

Control químico: Si no se ha logrado eliminar los adultos antes de la emergencia se recomienda un control químico, con un máximo de tres aplicaciones de insecticidas para lo cual se utiliza profenofos o, acefato a los 40, 60 y 80 días desde la siembra, si el ciclo del cultivo es de 6 meses; pero, si son variedades precoces, se aplicará dos veces, una a los 40 días y la otra a los 60.

Manejo agronómico

Una rotación de por lo menos tres años es necesaria para reducir la población del gusano blanco. La cosecha debe ser completa. No se debe dejar tubérculos en el campo, y se debe eliminar las plantas espontáneas de papa.

2.2.2 Polilla de la papa (*Tecia solanivora*)

T. solanivora es un lepidóptero de la familia Gelechiidae, cuyas larvas se alimentan de los tubérculos de papa. En el Ecuador existen tres especies de polilla que afecta el cultivo de papa: *Symmetrischema tangolias*, *T. solanivora*, *Phthorimaea operculella*. En 1996 se confirma la presencia de la polilla (*T. solanivora*) en Ecuador en la provincia de Carchi y actualmente se encuentra distribuida en todo el país el cual constituye una amenaza para la producción de papa (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Ciclo de vida

La polilla, durante su desarrollo, pasa por cuatro fases:

- **Huevo**

Los huevos de *T. solannivora* son de forma ovalada y miden 0.5 mm de diámetro. Son de color blanco al principio y según se van desarrollando va tornándose a color amarillo (CIA, 2011). La incubación del huevo puede durar de 12 a 15 días (Pumisacho y Sherwood, 2002). En almacenamiento, la polilla deposita sus huevos en los tubérculos, mientras que, en campo la deposición es realizada cerca de la zona de tuberización, sobre hojas bajas de la planta, cuello de la raíz o en la base del tallo (SIPSA, 2014).

- **Larva**

Es de forma alargada, posee tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par de pseudopatas anales. La larva de las polillas pasa por cuatro fases evolutivas que dura entre 30 y 35 días. En la cuarta y última fase las larvas miden entre 12 y 15 mm de largo y 2.5 mm de ancho. Su cuerpo toma un color púrpura en el dorso y verde en la región ventral. Una vez que haya completado su desarrollo, la larva deja de alimentarse, abandona el tubérculo, pierde movilidad y empieza a tejer un capullo de seda, al cual se adhieren partículas de tierra (Pumisacho y Sherwood, 2002).

- **Pupa**

La pupa es fusiforme; al principio es de color café claro y posteriormente café oscuro. El estado de pupa dura entre 28 y 32 días. La polilla empupa en el suelo, en las paredes de los almacenes, costales, o encima de los tubérculos o dentro de las mismas. (Pumisacho y Sherwood, 2002).

- **Adulto**

La hembra es más grande que el macho y mide entre 10 a 13 mm de longitud por 3.4 mm de ancho, es de color marrón claro pajizo, su primer par de alas presenta tres manchas y líneas longitudinales de color marrón brillante. El macho mide 9.7 mm de longitud por 2.9 mm de ancho, es de color marrón oscuro, posee dos manchas en el primer par de alas y líneas longitudinales que son poco visibles y se lo diferencia de la hembra por tener el abdomen menos globoso que estas (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Los adultos de polilla viven en promedio de 18 a 22 días. Después de la fecundación la hembra deposita de 6 a 15 huevecillos en la base de la planta de papa y sobre los tubérculos en los costales. Durante su vida deposita alrededor de 260 huevecillos. El tiempo que transcurre desde que el huevo es depositado hasta que nace el adulto varía entre 70 y 80 días (Pumisacho y Sherwood, 2002)

Comportamiento

La polilla vive en el cultivo y en los sitios de almacenamiento de la semilla. La presencia de los insectos adultos coincide con el periodo de tuberización, por lo tanto, al inicio del cultivo de papa. Durante el día, el adulto se esconde en lugares sombreados, principalmente en la base de la planta de papa o malezas. Al atardecer inicia su desplazamiento mediante vuelos a baja altura. El adulto se alimenta de exudados de la planta de papa; aunque, puede vivir sin alimentarse (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Medidas de prevención en el campo

- Sembrar semilla sana
- Realizar aporques altos
- Cosechar oportunamente
- No dejar residuos de cosecha, papas infestadas en el campo o en caminos
- Rotación de cultivo

Medidas de prevención en bodega

- Desinfestar bien su bodega antes de almacenar la semilla y colocar una
- trampa para detectar adultos
- Utilizar sacos o envases nuevos
- Revisar periódicamente la semilla

Tabla 3.

Características de la polilla de la papa

<i>Symmetrischema tangolia</i>	<i>Tecia solanivora</i>	<i>Phthorimaea operculella</i>
--------------------------------	-------------------------	--------------------------------

Adultos: Son mariposas de color café que miden aproximadamente 10 mm de largo

Poseen manchas triangulares en las alas	Tiene una línea negra a lo largo de cada ala.	Tiene manchas pequeñas en las alas
---	---	------------------------------------

Gusanos: Miden de 12 a 15 mm y son de varios colores (rojizo, verde y blanco).

Posee de 3 a 5 líneas rojas a lo largo del cuerpo	Posee pequeñas manchas oscuras.	Es de color crema pálida.
Afecta a los tallos realizando huecos en ella	Hacen huecos en las papas y después estas se pudren.	Elaboran minas en las hojas.

Condiciones favorables para la polilla: Climas cálidos y secos con temperaturas mayores a los 20°C

Época en la que aparece la polilla: Desde la siembra hasta la cosecha y en el almacenamiento.

Fuente: (Montesdeoca *et al.*, 2013)

2.2.3 Mosca Minadora (*Liriomyza spp.*)

En 1997 la mosca minadora fue considerada como plaga afectando los cultivos de papa en la provincia de Carchi (Pumisacho y Sherwood, 2002). Es una plaga secundaria que se ha convertido en primaria debido al uso indiscriminado de insecticidas. Durante su ciclo de vida la mosca minadora pasa por cuatro fases:

- **Huevo**

Los huevos de la mosca minadora son de forma elíptica, de color blanco lechoso al principio y luego se vuelven translucidos (Palacios, s.f).

- **Larva**

La larva se introduce a lo largo de la lámina foliar y forma minas, mientras se alimenta del parénquima. Cuando cumple su ciclo, la larva abandona la hoja y se dirige al suelo para empupar (Pumisacho y Sherwood, 2002).

- **Pupa**

Las pupas son cilíndricas pueden ser de color amarillo o café (Montesdeoca *et al.*, 2013), al madurar, las larvas salen del interior de la hoja y empupan ya sea en el suelo o sobre las hojas (Toledo, s.f).

- **Adulto**

En estado adulto es una mosca díptera que mide 3 mm de color amarillo en la mitad de la cabeza y el tórax (Montesdeoca *et al.*, 2013).

Daños

El daño más grave es causado por las larvas realizando túneles en el interior de la hoja. Cuando el número de insectos es elevado se produce la desnutrición total de los folíolos y la muerte de ella al secarse (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Condiciones propicias para la mosca minadora

Son climas cálidos con temperaturas de 21 a 32°C y épocas secas, los adultos atacan desde la prefloración hasta la floración y las larvas desde la floración hasta la cosecha (Montesdeoca *et al.*, 2013).

Manejo

No se recomienda el uso de insecticidas, debido a que las larvas normalmente no logran establecerse y causar daños durante épocas de desarrollo de la planta. Más bien, el uso de insecticidas interfiere con los diversos enemigos naturales de esta plaga en el país. Si se presenta preocupaciones por la mosca minadora, se recomienda la eliminación de los adultos, recorriendo

frecuentemente el campo con trampas móviles, las cuales consisten en láminas amarillas de plástico impregnadas con aceite de motor quemado (Pumisacho y Sherwood, 2002).

2.2.4 Nematodos

La especie más importante de nematodo en el Ecuador es el quiste de la papa *Globodera pallida*. Este nematodo se encuentra en casi toda la región andina. Las pérdidas dependen de la población inicial del nematodo, variedades susceptibles, calidad de semilla, monocultivos y época de siembra. El nematodo del quiste presenta mayor infestación en la zona central (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo) (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Hospedero

Los hospederos de esta plaga se encuentran principalmente en cultivos y malezas que pertenecen a la familia solanácea como por ejemplo la papa, tomate, pepino, naranjilla y tabaco. El cultivo de zanahoria se puede utilizar como cultivo trampa ya que sus raíces exudan sustancias con efecto nematicida (Coto, 2005).

Ciclo de vida

El ciclo de vida tiene una duración aproximada de 45 días, en este lapso los machos mudan y llegarán a convertirse en vermiformes, viven en la raíz del hospedante y fertilizará tantas hembras como pueda antes de morir. La parte posterior de la hembra queda fuera de la corteza de la raíz para el apareamiento. Las hembras secretan feromonas las cuales atraen a los machos para la fecundación. Los adultos y juveniles de nematodos se pueden diseminar a través de bulbos, cormos, rizomas, raíces tallos. Los quistes y huevos son las etapas más persistentes del ciclo de vida, cada nuevo quiste contiene aproximadamente 500 huevos (SENASICA, 2013).

Síntomas

Los síntomas que presentan son plantas amarillentas, débiles con poca producción, cultivo con poco follaje y al momento de extraer plantas que estén con este síntoma se observan los quistes como pequeñas bolitas de color blanco o café oscuro (Coto, 2005).

Según Parviz (1986), la prevención y control son los siguientes:

Prevención y cuarentena

Para el control de nematodos se debe cumplir la cuarentena para de esta manera impedir la introducción y diseminación de un determinado nematodo fitoparásito en, áreas que se sabe que son libres de esa especie.

Rotación de cultivos

Mediante la rotación del cultivo la densidad de población de nematodos puede ser reducida considerablemente. El cultivo de rotación debe ser adaptable y comercializable.

Barbecho y aradura

Se debe dejar el suelo en barbecho o en aradura. Esto hace que la desecación, el calor y la carencia de hospedantes reduzcan las poblaciones de nematodos.

Saneamiento

Este método permite prevenir la introducción de material vegetal infestado con nematodos en, áreas donde este nematodo no esté presente. Para alcanzar este objetivo es necesario prohibir la producción de tubérculos en lotes que estén infestados.

Control físico

Este control consiste en someter el suelo al calor, la inmersión de las plantas en agua caliente, la electricidad, la radiación, y las ondas ultrasónicas, estos son métodos que se han utilizado para el control físico de los nematodos, aunque estos métodos son efectivos solo en áreas pequeñas.

Resistencia

Utilizar variedades de papas resistentes o tolerantes nos permite controlar la población de nematodos. Los programas de mejoramiento son encargados de desarrollar líneas resistentes a ciertas razas de nematodos y las variedades de papa obtenidas pueden ser susceptibles a otras razas del mismo nematodo. El uso de este método puede ser efectivo si se complementa con rotación de cultivos.

Control químico

Los nematicidas productos agroquímicos para controlar nematodos raramente son bien efectivos y su acción dura poco tiempo. Además de costosos, son tóxicos para el ser humano y el ambiente. Son de uso común dos tipos de nematicidas: fumigantes y no fumigantes

2.3 SISTEMA INMUNE DE LAS PLANTAS

Las plantas para defenderse de los ataques de los insectos herbívoros han adaptado dos estrategias diferentes, como la defensa inducida dirigida contra el atacante, llamada defensa directa, la cual incluye la producción de sustancias químicas secundarias, enzimas que actúan como toxinas o disuasiones alimentarias; y, la otra defensa inducida dirigida a explotar a los enemigos naturales del atacante, llamada defensa indirecta, que puede incluir la producción de una mezcla de volátiles que atrae a los enemigos naturales o parasitarios (Van, 2007). Estos mecanismos de defensa pueden ser inducidos por organismos como los insectos, nematodos, virus, bacterias y mamíferos herbívoros. Estas respuestas pueden ser limitada al sitio de ataque, o puede ser sistémica (Bezemer y Van, 2005).

Además, una variedad de organismos subterráneos como los insectos, nematodos, patógenos de raíces y hongos micorrízicos que están directamente asociados con las raíces de las plantas, influyen en la concentración de compuestos de defensa en la parte aérea de las plantas (Bezemer y Van, 2005).

Las hormonas vegetales como el ácido jasmónico (JA o su forma metilada MeJA), ácido salicílico (SA o su forma metilada Me SA) y etileno (ET) están involucrados en las respuestas inducidas contra insectos o patógenos. Generalmente el JA está asociado con la respuesta inducida contra los herbívoros masticadores, mientras que el SA está asociado a respuestas contra los agentes patógenos y los ácaros (Bezemer y Van, 2005).

Debido a que las plantas activan varios compuestos de defensa como respuesta al daño mecánico, el daño celular cumple una función importante en la percepción del ataque (Zavala, 2010). De acuerdo al mismo autor, estudios realizados en árboles y en plantas herbáceas evidenciaron que las plantas dañadas mecánicamente tienen patrones de expresión genética diferentes a las que se les agregaron secreciones bucales de insectos en las heridas producidas por el daño mecánico, lo que quiere decir que las plantas reconocen el ataque de insectos a través de sus secreciones bucales,

y que los compuestos químicos que contiene la saliva de estos insectos aumentan la producción de compuestos tóxicos en las plantas atacadas. También estudios recientes determinaron que la saliva y los fluidos que secretan los insectos al momento de la puesta de huevos serían posibles transportadores de compuestos que activan el sistema inmunológico de las plantas atacadas. Sin embargo, cualquier tipo de daño induce la transcripción de genes relacionados con la reparación celular (Zavala, 2010).

2.3.1 Fitohormonas

Las fitohormonas desempeñan papeles importantes en la regulación de procesos de desarrollo y de las redes de señalización que participan en respuestas de las plantas a una amplia gama de estrés biótico y abiótico. Estas hormonas vegetales son el ácido salicílico (SA), jasmonatos (JA) y etileno (ET), pero estudios recientes indican que otras hormonas tales como el ácido abscísico (ABA), auxina, ácido giberélico (GA), citoquinina (CK), brasinoesteroides (BR) y hormonas de péptidos también están involucradas en las vías de señalización en defensa de las plantas, pero su papel en la defensa de la planta es menos estudiado (Bari y Jones, 2009).

2.3.1.1 Ácido jasmónico

El ácido jasmónico son una clase de hormonas vegetales lipídicas, sintetizado a partir de ácido linolénico y linoleico presente en la membrana del cloroplasto. La señalización del Ácido jasmónico (AJ) desempeña un papel importante en las defensas de la planta frente a insectos herbívoros y patógenos necrotróficos, los cuales afectan a raíces y brotes. Esta vía de señalización también se activa después de la interacción con microbios beneficiosos que pueden conducir a la resistencia sistémica inducida (Carvalhais, Dennis, Badri, Tyson, Vivanco y Schenk, 2013).

2.3.1.2 Ácido salicílico

El ácido salicílico (SA) es una hormona vegetal que se deriva del aminoácido fenilalanina, este ácido juega un papel importante en la inducción de defensa de la planta frente a una variedad de estreses bióticos y abióticos a través de mecanismos morfológica, fisiológica y bioquímica (War, Paulraj, War y Ignacimuthu, 2011).

2.3.1.3 Etileno

El etileno es la única hormona vegetal gaseosa, la cual se encuentra presente en angiospermas y gimnospermas, aunque también en bacterias y hongos además de musgos, hepáticas, helechos y otros organismos. Debido a que el etileno es un gas se puede moverse muy rápidamente por los tejidos. El efecto por etileno se inicia con cantidades muy pequeñas, las cuales ya provocan respuestas (Jordán y Casaretto, 2006). La emisión de esta hormona volátil por los tejidos vegetales dañados permite la activación sistémica de genes defensivos en tejidos sanos lejanos de la zona dañada o de plantas alejadas que podrían estar expuestas al mismo agente invasor o herbívoro (Vivanco, Cosiό, Loyola y Flores, 2005).

2.4 BIOL

En el mundo actual hay una preferencia a la producción y consumo de productos obtenidos sin el uso de insecticidas y fertilizantes sintéticos. La agricultura orgánica es una de las prácticas que ayuda al suelo, ya que con ella aumenta su fertilidad natural y fortalece el complejo biológico. Una de las formas de producir productos sanos libre de químicos es con el uso de abonos líquidos (Ribera, 2011).

El biol es un biofertilizante líquido el cual se obtiene mediante el proceso de fermentación en ausencia de aire de los desechos orgánicos (Álvarez, 2010), El biol contiene macronutrientes y micronutrientes, así como también son fuentes naturales de fitohormonas y son de mucha importancia para los pequeños agricultores, en especial para aquellos que poseen terrenos con mediana y baja fertilidad (Medina, 2012).

El uso del biol ayuda a nutrir, recuperar y reactivar la actividad de suelo, mejora la fertilidad del suelo y la salud de los animales, estimula la protección de las plantas contra el ataque de insectos plagas y enfermedades también ayuda a sustituir los fertilizantes químicos. La aplicación del biol actúa principalmente en el interior de la planta 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 co-enzimas, 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 (Restrepo y Hensel, 2009)

2.4.1 Ventajas del biol

- Aumenta la resistencia ante el ataque de insectos plaga y enfermedades
- Eliminación de los factores de riesgo para la salud de los trabajadores al abandonar el uso de los agroquímicos.
- No contamina el suelo, el agua, el aire, ni los cultivos.
- Son de bajo costo ya que los insumos que se utiliza para su preparación lo podemos encontrar en nuestras chacras.
- Permite incrementar la producción de los cultivos.
- Revitaliza las plantas que tienen estrés por el ataque de insectos plagas y enfermedades, sequías, heladas o granizadas, si la aplicamos en el momento adecuado. Tiene sustancias (fitohormonas) que aceleran el crecimiento de la planta (FONCODES, 2014).

2.4.2 Efectos de la aplicación

- Estimula la formación de los ácidos húmicos de gran utilidad para la salud del suelo y los cultivos.
- Aumento de la microdiversidad mineral del suelo disponible para las plantas.
- Estimulan las rizobacterias como promotora del crecimiento de las plantas y de la bioprotección (Restrepo y Hensel, 2009).
- En los biofertilizantes podemos encontrar hormonas, hongos, bacterias y levaduras que son muy importantes para obtener cultivos sanos y saludables “inmunes” ante el ataque de enfermedades y plagas.

2.5 LODOS LÁCTEOS

Los “lodos lácteos” son las aguas residuales de las industrias lecheras que atraviesan diversos procesos en las plantas de tratamientos, con el fin de reducir el contenido de agua y alcanzar un efluente semilíquido con 65 a 75% de humedad y un pH que varía por la presencia de soluciones ácidas y alcalinas (Morales, 2009). Estos lodos lácteos suelen tener alto contenido de nitrógeno y fósforo, bajos niveles de metales pesados que permiten tener una alta disponibilidad de intercambio de aluminio y calcio con el fósforo impidiendo la fijación en el suelo (López et al., 2002).

Además, se debe mencionar que a pesar de que la composición de estos lodos lácteos varía, son ricos en materia orgánica y nutriente por lo que se puede usar como fertilizantes orgánicos en

suelos agrícolas, reciclando de esta manera los materiales incorporándolos a los ciclos naturales de nutrientes y energía (López et al., 2002). También se debe mencionar que en un estudio realizado por Revelo 2018 sobre fertilización con lodos lácteos más compostaje menciona que obtuvo buenos resultados en el rendimiento de avena con respecto al tratamiento químico.

2.6 MARCO LEGAL

La presente investigación se encuentra dentro de lo establecido por las siguientes leyes y artículos:

En el art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador menciona que la población tiene derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay (Asamblea Nacional, 2008).

De igual manera en el Art 71,72 y 73 señala a la naturaleza como la base donde se realiza la vida, por lo tanto, debe respetarse integralmente su existencia, mantenimiento y regeneración. El Estado, las personas naturales y jurídicas tienen la obligación de hacer respetar los derechos, cuya finalidad es evitar la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o el cambio de los ciclos naturales (Asamblea Nacional, 2008).

En el artículo 14 de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, establece que “El Estado estimulará la producción agroecológica, orgánica y sustentable, a través de mecanismos de desarrollo productivo, programas de capacitación, líneas especiales de crédito y mecanismos de comercialización en el mercado interno y externo, entre otros” (Asamblea Nacional, 2010).

En el Artículo 2 de la Normativa general para promover y regular la producción orgánica ecológica-biológica en el Ecuador- Acuerdo Ministerial N° 299, Registro oficial N°34 del 11 de Julio de 2013, mencionan que “La finalidad de esta Normativa elevar la competitividad del sector agropecuario, incluido la acuicultura, proteger la salud de los consumidores, preservar el dinamismo vital del ambiente y mejorar la calidad de vida de los actores de la cadena productiva de productos orgánicos a través de la investigación, la transferencia de tecnología y la capacitación para el desarrollo de la agricultura orgánica.” (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, 2013)

Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica biológica en el Ecuador. - Resolución N° 99, Emitida el 30 de septiembre de 2013; en el artículo

5 de los principios de la producción orgánica, indican que “El diseño y la gestión adecuada de los procesos biológicos basados en sistemas ecológicos que utilicen recursos naturales propios del sistema”; y el artículo 20, del manejo de plagas “El manejo de malezas, plagas y enfermedades debe ser realizado considerando siempre la prevención de cultivos antes que el control” (AGROCALIDAD, 2013).

Lo mencionado anteriormente valida la presente investigación donde mediante la aplicación de abonos orgánicos (biol) se pretende disminuir el uso de agroquímicos y de esta manera precautelar la salud de las personas (producción de alimentos sanos) y la naturaleza.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación geográfica

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Imbabura, cantón Otavalo, en la comunidad de San Luis de Agualongo.

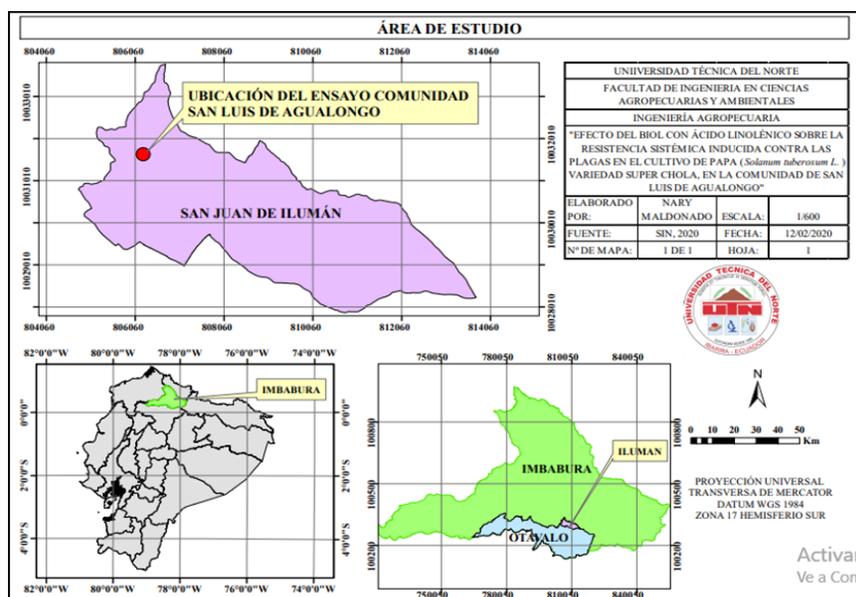


Tabla 4.

Características del lugar de estudio

Ubicación geográfica	Datos
Provincia	Imbabura
Cantón	Otavalo
Parroquia	San Juan de Ilumán
Lugar	San Luis de Agualongo
Altitud	2550 m.s.n.m
Latitud	00° 14' 36'' N
Longitud	78° 15' 00'' O

Fuente: INAMHI (2017)

3.1.2 Características climáticas

INAMHI (2017) menciona lo siguiente:

Tabla 5.

Parámetros climáticos del lugar de la investigación

Parámetro	Datos
Temperatura	14.7 °C
Precipitación	790 mm
Humedad relativa	80%

3.2 MATERIALES

En la Tabla 6, se detallan los materiales que se utilizaron en la investigación.

Tabla 6.

Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados en la investigación

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Rótulos	Computadora	Semilla papa	Azadón
Croquis	Cámara	Fungicidas	Rastrillo
Etiquetas	Balanza	Insecticidas	Barreno
Tanques de 200 litros	Bomba de fumigar	Fertilizantes	
		Biol estándar	
		Biol + lodos lácticos	

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Factores en estudio

Los factores en estudio fueron los tipos de bioles las mismas que se detallan a continuación:

- Biol estándar T1
- Biol estándar con lodos lácteos T2
- Testigo (fertilización química) T3

3.3.2 Tratamientos

Los tratamientos evaluados se detallan en la tabla 7.

Tabla 7.

Descripción de los tratamientos a evaluar

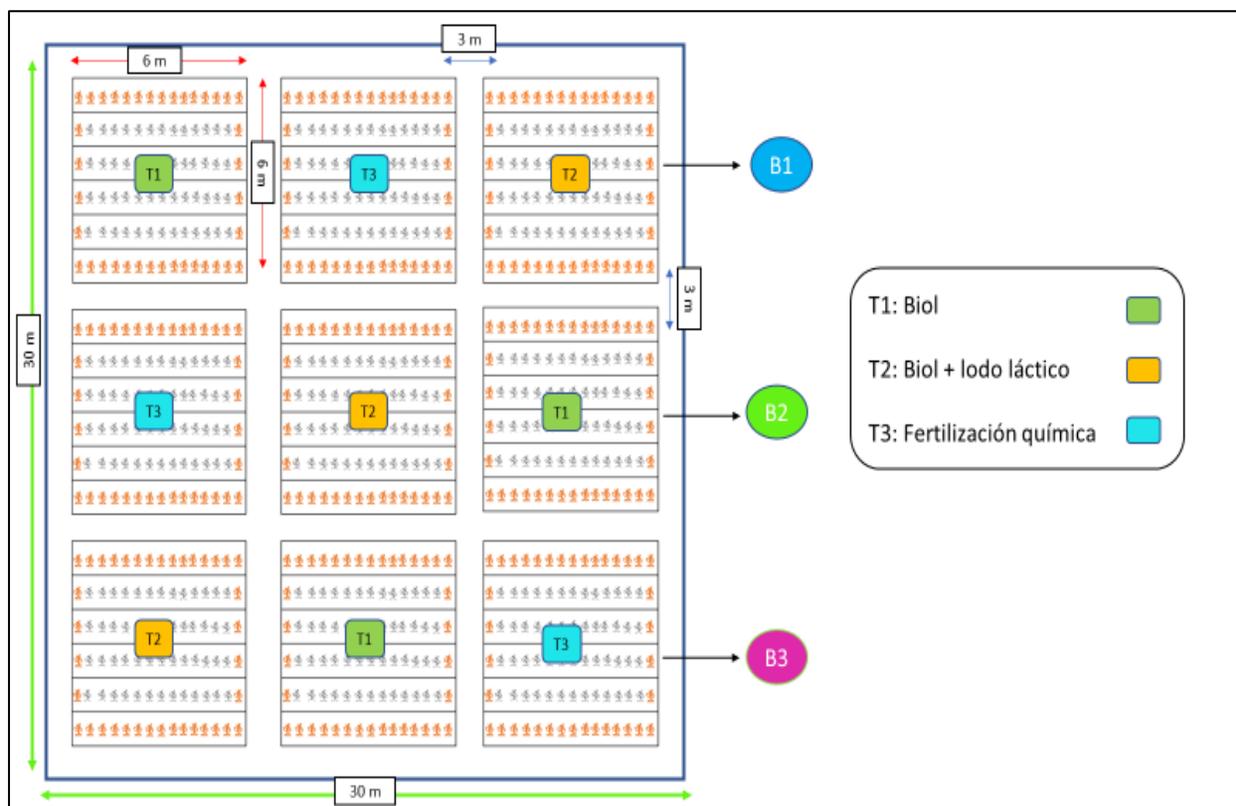
Tratamiento	Descripción
T1	Biol estándar + compost (150 kg N ha ⁻¹ /foliar y drench)
T2	Biol estándar con lodos lácteos + compost (150 kg N ha ⁻¹ /foliar y drench)
T3 (Testigo)	Fertilización química - 150 kg N ha ⁻¹

3.3.3 Diseño experimental

La presente investigación se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

Figura 3

Croquis del experimento



3.3.4 Características del experimento

El área del experimento fue conformada de la siguiente manera como se describe a continuación.

- Tratamientos: 3
- Bloques: 3
- Total, de unidades experimentales: 9

Características de la unidad experimental

Las medidas con las que se implantaron el área experimental se especifican a continuación de manera más detalla en la Tabla 8.

Tabla 8.

Características de la unidad experimental

Datos	Dimensiones
Largo	6 m
Ancho	6 m
Área total de la parcela	36 m ² (6 m x 6 m)
Área neta de la parcela	20.8 m ²
Distancia entre planta	0.40 m
Distancia entre surco	1 m
Número de plantas por unidad experimental	90
Número de plantas por parcela neta	52
Distancia entre parcelas	3 m
Distancia entre bloques	3 m
Área total del ensayo:	900 m ²

3.3.5 Análisis estadístico

En la Tabla 9, se muestra el análisis de varianza del Diseño de Bloques completamente al Azar (DBCA). Los resultados alcanzados en la investigación se analizaron con el programa de análisis estadísticos InfoStat versión 2017 para su interpretación. Además, se aplicará la prueba de Fisher con un nivel de significancia al 5%.

Tabla 9.

Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar.

Fuentes de variación		Grados de libertad
Total	$(T \times B) - 1$	8
Bloques	$(T - 1)$	2
Tratamientos	$(B - 1)$	2
E. exp.	$(T - 1)(B - 1)$	4

3.3.6 Variables a evaluarse

Las variables que se evaluaron en la presente investigación para determinar los efectos de dos tipos de biol se puntualizan en los siguientes enunciados.

Incidencia gusano blanco, pulguilla y mosca minadora de plagas insectiles (hoja)

Para las evaluaciones de las variables incidencia en planta, se seleccionaron 24 plantas al azar de cada parcela neta, mismas que fueron evaluadas semanalmente a partir de los 35 días después de la siembra hasta los 120 días.

Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula;

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{N^{\circ} \text{ de plantas afectadas}}{N^{\circ} \text{ de plantas monitoreadas}} \times 100$$

Severidad de gusano blanco, pulguilla y mosca minadora (hoja)

La variable severidad se evaluó en las mismas 24 plantas de la variable anterior y se lo realizó semanalmente mediante el monitoreo directo en campo para lo cual se tomaron tres hojas compuestas por cada tercio de la planta (nueve hojas en total). En estas hojas se contabilizaron los folíolos afectados por estas plagas y se cuantificó el porcentaje de severidad con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Severidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de folíolos afectadas}}{N^{\circ} \text{ de folíolos monitoreadas}} \times 100$$

Figura 4

Planta dividida en tercios para facilitar la toma de datos

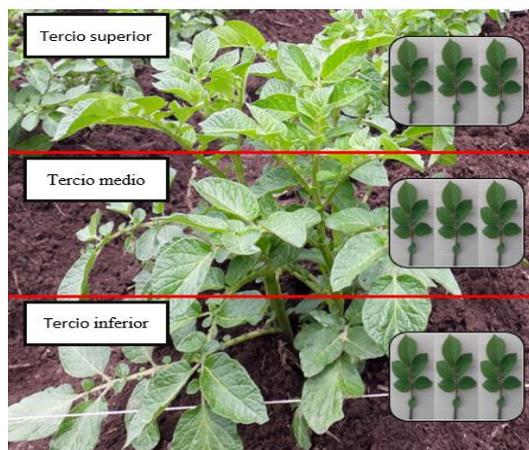
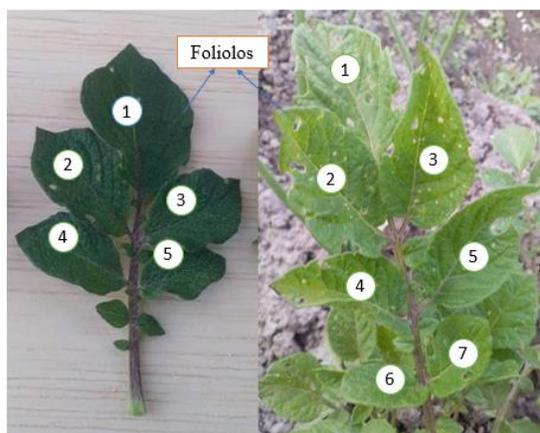


Figura 5

Hoja con número de folíolos



Incidencia de plagas insectiles (tubérculo)

Las evaluaciones de incidencia en los tubérculos se realizaron al momento de la cosecha, para lo cual se seleccionaron 50 tubérculos al azar de cada parcela neta. Luego fueron lavadas y secadas para poder observar los daños provocados por estos insectos.

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de tuberculos con da\~{n}o}}{\text{N}^\circ \text{ de tuberculos totales}} \times 100$$

Tubérculos % *Incidencia* =

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de tuberculos con da\~{n}o}}{\text{N}^\circ \text{ de tuberculos totales}} \times 100$$

Se registraron los números de tubérculos sanos y con daño. Para su cálculo se aplicó la siguiente ecuación.

Figura 6

Tubérculos seleccionados de cada parcela neta



Severidad de plagas insectiles (tubérculos)

Para medir la severidad de daño del gusano blanco, minador y pulguilla en cada tubérculo, este se dividió en cuatro partes y estuvo apreciada de acuerdo con la escala de la tabla 10.

Tabla 10.

Niveles de severidad del tubérculo

Niveles	Cuadrantes por tubérculo	Porcentaje de daño
1	1/2	25%
2	2/4	50%
3	1/3	75%
4	4/4	100%

Figura 7

Tubérculo cortado en cuadrantes



3.4.3 Población de nematodos en el suelo y raíces del cultivo.

Se determinó la población de nematodos en 1 kg de suelo. Se realizaron muestreos de suelo de cada tratamiento, cada muestra estuvo compuesta de nueve submuestras mezcladas, extraídas al azar, misma que fue enviada al laboratorio de AGRAR PROJEKT para su respectivo análisis al inicio y final del experimento. Para las muestras de raíz se tomaron 100 g de raíz fresca de cada unidad experimental, esto se realizó al final de la cosecha y las muestras fueron enviadas al laboratorio de AGROCALIDAD.

3.4.4 Rendimiento kg/ha

Una vez que se realizó la cosecha se tomó como referencia el número de plantas vivas de cada parcela neta, misma que estuvo conformada por 52 plantas (13 plantas/surco) en un área de 20.8 m². Se juntaron los tubérculos de todas las plantas de la parcela neta y se procedió a pesar (kg/parcela neta). Una vez obtenido los resultados de cada parcela neta en kilogramos por tratamiento, se realizó una proyección orientada a una hectárea.

3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 Preparación del Biol

La preparación del biol se realizó de acuerdo con la receta básica sugerida por (Zagoya et al. 2015) con algunas modificaciones en su preparación. El biol se elaboraron semanalmente en dos tanques con capacidad de 200 litros por tratamiento (T1 y T2). Para cada tanque se pesó los materiales que a continuación se mencionan.

Tabla 11.

Materiales para la elaboración de los dos tipos de biol

Materiales	T1	T2
Estiércol fresco de bovino	50 kg	50 kg
Ceniza	4 kg	4 kg
Leche	2 l	2L
Melaza	1.25 l	1.25 L
Agua	137 l	103.13 L
Lodos lácteos		34.38 l (25% de volumen de agua)

Una vez que los tanques estén con todos los materiales se procedió a mezclar hasta obtener una solución homogénea (Figura 8). Se tapó herméticamente los tanques durante dos meses para su fermentación anaeróbica. Pasado los dos meses de fermentación se procedió al tamizado, el primero se lo realizó en un tamiz de calibre de 2 x 2 mm y luego con un tamiz de 0.1 x 0.1 mm este último se lo realizó con la finalidad de facilitar la aplicación foliar. Por último, se procedió a la toma de muestra, envasado y envió al laboratorio para determinar el aporte nutricional.

Figura 8

Mezcla de los ingredientes del biol



3.4.2 Establecimiento del experimento

El experimento se estableció en un lote donde no se sembró papa durante 1 año. Tiene buenas características edáficas, el suelo es de textura limo arenoso – arcilloso con buen drenaje y fácil acceso a riego.

3.4.3 Preparación del Suelo

Esta labor se lo realizó a los 40 días antes de la siembra, el cual consistió en dos pases de arado y rastra con el objetivo de desmenuzar y airear la tierra.

3.4.4 Delimitación de parcelas

Se delimitó las parcelas de acuerdo con las medidas establecidas en el anexo 1. Esto se realizó con la ayuda de estacas y piolas. El orden de los tratamientos fue determinado aleatoriamente, luego se procedió a colocar letreros a cada parcela con su respectiva identificación (Figura 9).

Figura 9

Delimitación e identificación de las parcelas



3.4.5 Toma de muestras de suelo

Una vez delimitadas las parcelas, se procedió a tomar muestras de cada tratamiento. Cada una de ellas estuvieron conformadas por tres submuestras por bloque. Cada muestra estuvo conformada por 1 kg de suelo. Las tres muestras fueron colocadas en fundas plásticas con su respectiva identificación y enviadas al laboratorio de AGARPROJEKT para determinar el contenido de macro y micro nutrientes. Las muestras de suelo se realizaron antes de la siembra y después de la cosecha.

3.4.6 Obtención de la semilla

Se utilizó semilla de papa certificada variedad Superchola con un peso aproximado de 50 a 70 gramos por tubérculo.

3.4.7 Siembra

La siembra se efectuó colocando un tubérculo por sitio, la distancia entre plantas fue de 0.40 m y 1 m entre surcos. La desinfección de los tubérculos en el T3 se realizó con (Carboxin+Captan) a una dosis de 9g/litro mientras que, para el T1 y T2 se usó 4.5 litros de biol disueltos en 4.5 litros de agua para cada surco (Figura 10).

Figura 10

Siembra y desinfección de tubérculos



3.4.8 Fertilización

Para determinar la cantidad de fertilizante a utilizar para cada tratamiento se procedió a calcular en función del contenido de nitrógeno. Este cálculo se realizó tomando en cuenta los requerimientos medios de nitrógeno que es de 150 kg/ha (Valverde et al., 1998). En lo que respecta a la fertilización con biol, el T1 y T2 recibieron 20 aplicaciones de 81.63 l de biol normal y 55.48 l de biol+lodos lácticos. El resto de la dosis para los dos tratamientos se completó a los 42 días después de la siembra con la aplicación de 16.4 kg y 11.7 kg de compost comercial, respectivamente.

Figura 11

Aplicación de fertilizante después del aporqué



En cuanto a la aplicación de fertilizante para el T3, se lo realizó al momento de la siembra aplicando una dosis de N de 117.35 kg/ha a través de la aplicación de fosfato de diamónico y el restante se aplicó a los 42 días después de la siembra a través de la urea (Figura 11). Las dosis de P_2O_5 y K_2O para este tratamiento fueron de 300 kg/ha y 100 kg/ha, respectivamente. La cantidad de potasio fue cubierta con el suministro de cloruro de Potasio (ClK) en el momento de la siembra.

3.4.9 Labores culturales

Retape

Esta labor se realizó a los 15 días después de la siembra, en el T1 y T2 ya que las plantas de estos tratamientos fueron los primeros en germinar mientras que, el T2 se hizo a los 21 días. La finalidad de esta labor fue la de controlar la maleza.

Rascadillo

Se realizó a los 35 días después de la siembra con el fin de remover la superficie del suelo, controlar la maleza y airear el suelo.

Medio aporque y aporque

El medio aporque se realizó a los 39 días (Figura 12) y el aporque a los 49 días después de la siembra. Esta labor consistió en colocar una capa de suelo en la base de la planta con el propósito de dar sostén, cubrir los estolones de la planta y crear un lugar adecuado para la tuberización (Pumisacho y Sherwood, 2002). Además, crea una barrera que evita que las larvas de gusano blanco y polilla guatemalteca lleguen al sitio de desarrollo del tubérculo (Huaraca et al., 2009).

Figura 12

Medio Aporque



Controles fitosanitarios

Los controles fitosanitarios se realizaron al momento de verificar la presencia de los insectos plagas, como el gusano blanco (*P. vorax* H.), trozador, pulguilla (*Epitrix* spp.) y la mosca minadora (*Liriomyza* spp.). Para el T1 (control químico) se aplicaron insecticidas mientras que, para los T1 (biol) y T2 (biol+lodos lácteos) se aplicaron insecticidas químicos permitidos en la agricultura orgánica.

Tabla 12

Control químico y orgánico de plagas en el cultivo de papa (S. tuberosum L.)

Tratamiento	Ingrediente activo	Etapas fenológicas de aplicación	Nro. De aplicaciones	Dosis	Plaga a controlar
Orgánico (T1 y T2)	Azadiractina	Crecimiento del cultivo	2	1 ml/l	Pulguilla, gusano blanco y tronizador
Inorgánico (T3)	Cipermetrina	Crecimiento del cultivo	3	0.5 ml/l	Pulguilla, gusano trozador
	Ciromazina	Crecimiento del cultivo	2	7.5g /l	Mosca minadora
	Tiametoxam+Lambda Cyalotrina	Tuberización y floración	2	1.25 g/l	Polilla, gusano blanco
	Carbosulfán	Tuberización y floración	2	1.25 g/l	Polilla, gusano blanco

Cosecha

Una vez que la planta llegó a su madurez fisiológica, la cual fue a los cinco meses después de la siembra se procedió a cosechar de forma manual. Los tubérculos de cada planta de la parcela neta fueron recolectados en fundas para luego ser contabilizados y clasificados en cuatro categorías (gruesa > 121 g, grande 71 a 120 g, mediana 51 a 70 g y pequeña 31 a 50 g). Después se registró el peso por planta para determinar su rendimiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta los resultados de las variables en estudio, mismos que fueron analizados aplicando un análisis de varianza estadístico para su interpretación.

4.1. Gusano blanco (*P. vorax* H.).

4.1.1. Incidencia

El análisis de varianza con respecto a la variable incidencia de gusano blanco se muestra que existe interacción ($F=4.84$; $gl=22,70$; $p<0.0001$) entre los factores días, correspondiente al ciclo fenológico del cultivo, y tratamientos (biol y fertilización química) (Tabla 13).

Tabla 13

*ADEVA del porcentaje de incidencia de gusano blanco (*P. vorax* H.) en el cultivo de papa, variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico).*

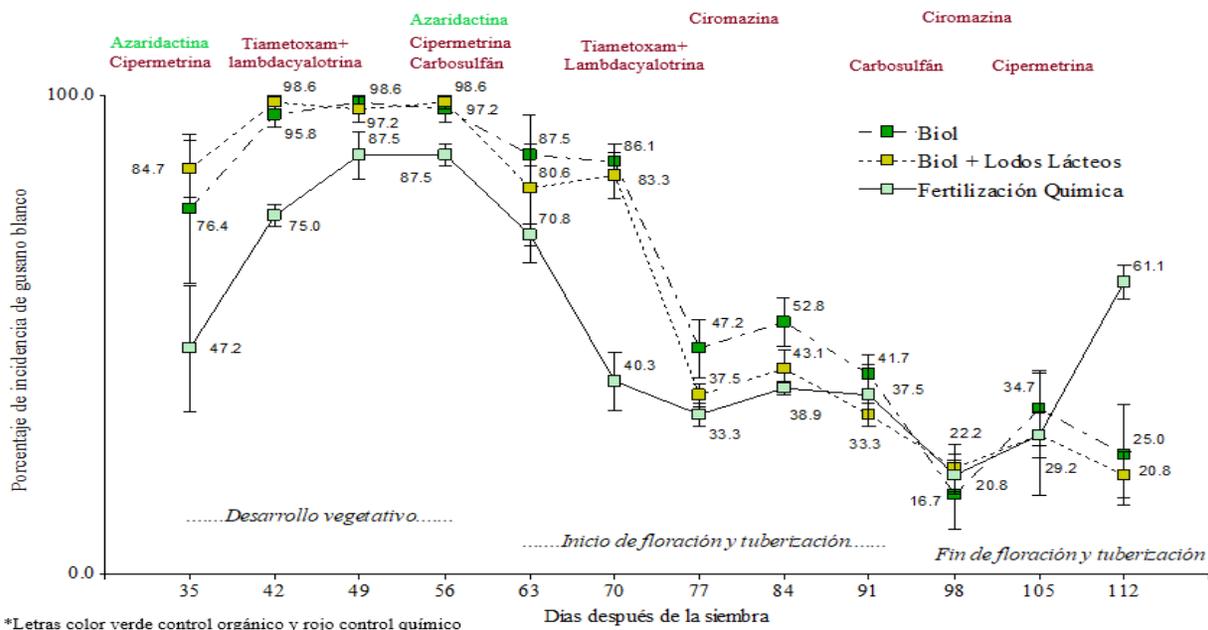
F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Días	11	70	149.51	<0.0001
Tratamiento	2	70	57.10	<0.0001
Días: Tratamiento	22	70	4.84	<0.0001

En la figura 13, se indican los resultados de la prueba de Fisher al 5%, donde se puede evidenciar que durante la fase de desarrollo vegetativo los tratamientos con biol presentaron mayor incidencia que el tratamiento testigo. A su vez, durante estas fechas de evaluación, los tratamientos con biol fueron similares entre sí, presentado promedios superiores al testigo por 33, 22, 10 y 10%, durante los días 35, 42, 49 y 56, respectivamente. El incremento de incidencia en la etapa de desarrollo vegetativo en los tratamientos con biol corresponde a un 17%, y en el control químico 40%.

En la etapa de inicio de floración y tuberización en el día 63, el porcentaje de incidencia baja para los tres tratamientos, donde el T1 presenta una incidencia de 17% más que T3; mientras que, el T2 presentó un porcentaje intermedio. Siendo esta diferencia mayor en el día 70 con un 44%.

Figura 13

Porcentaje de incidencia de gusano blanco (*P. vorax* H.) por tratamiento y días de medición en el cultivo de papa (*S. tuberosum* L.).



Además, en los días 77 y 84, T2 y T3 son similares entre sí y presentan promedios de incidencia menores por 10 y 14% de incidencia con respecto al T1. Además, en el día 91 los tres tratamientos son similares entre sí, con una incidencia promedio de 37%. Adicionalmente, durante esta etapa fenológica, el porcentaje de incidencia de los tres tratamientos decreció, teniendo una reducción para T1 y T2 del 61%; y, para T3 de 51%.

Por otro lado, en la etapa de fin de floración y tuberización, del día 91 al 98, el porcentaje promedio de incidencia baja para los tres tratamientos en 17%. En el día 105, T1 y T3 suben 18 y 8%, respectivamente; mientras que, T2 mantiene una incidencia similar a la observada en el día 98. Finalmente, en el día 112, T1 y T2 conservan una incidencia similar a la observada en el día 105; sin embargo, T3 presentó un incremento del 32%.

4.1.2 Severidad

Al analizar los datos de la variable severidad de gusano blanco se puede apreciar que existe una interacción ($F=18.41$; $gl=22,2554$; $p<0.0001$) entre los factores días y tratamientos (Tabla 14).

Tabla 14

ADEVA del porcentaje de severidad de gusano blanco (P. vorax H.) en el cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico).

F.V.	G_T	G_E	Valor-F	Valor-P
Días	11	2554	168.85	<0.0001
Tratamiento	2	2554	12.31	<0.0001
Días: Tratamiento	22	2554	18.41	<0.0001

En la Figura 14, se puede observar que en los primeros días de observación (días 35 - 70) pertenecientes a la etapa de desarrollo vegetativo y parte de inicio de floración y tuberización, los tratamientos con biol presentan porcentajes de severidad mayores que los obtenidos en la segunda mitad del periodo de observación (días 77 – 112). En los tratamientos con fertilización química el comportamiento es muy similar.

En la etapa de desarrollo vegetativo correspondiente a los 35 a 56 días, los tratamientos a base de biol presentan porcentajes superiores al tratamiento químico; asimismo se observa que en los días 35 y 42 en los tres tratamientos los resultados no son similares, presentando el T2 los porcentajes más alto de 15% y 21% con relación al T3, que obtuvo 10.7% y 12.8% menos de severidad, mientras que el T1 presentó un valor intermedio en las dos fechas. Además, en los días 49 y 56 los tratamientos presentan disminución de severidad, los cuales fueron de 7, 11 y 4.4% respectivamente.

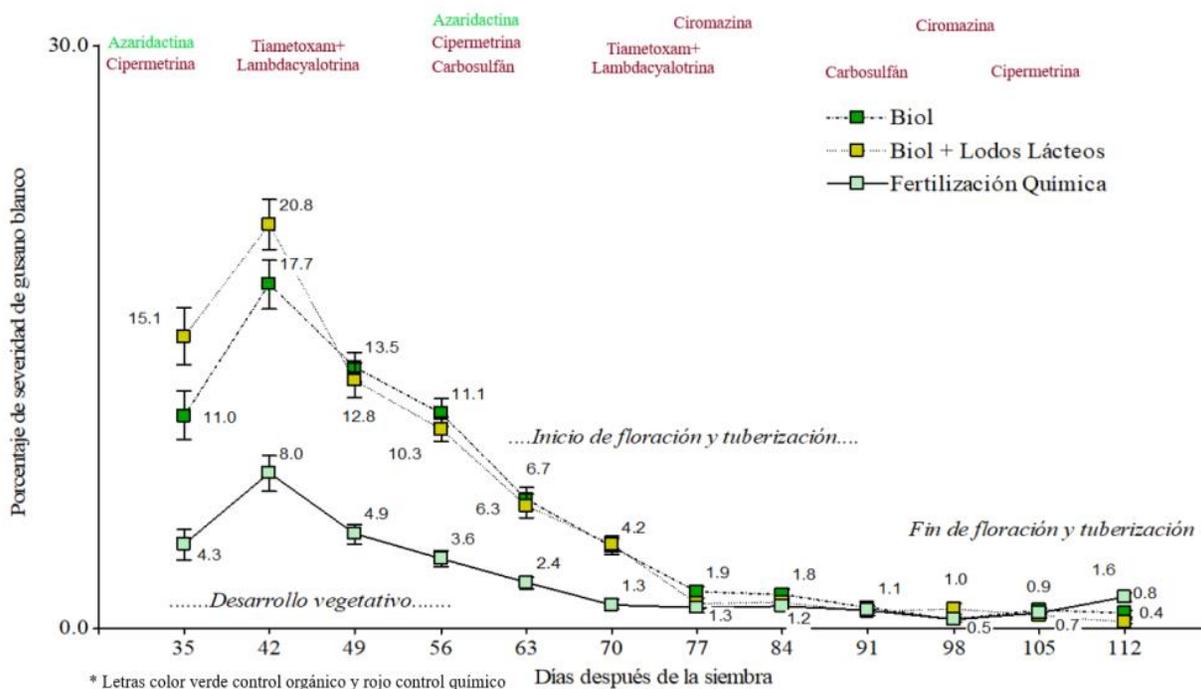
Para la etapa de inicio de floración y tuberización, días 63 y 70, los tratamientos con biol presentan promedios de severidad de 7% y 4%, mismo que son superiores al T3 con 4% y 3%, respectivamente. En los días 77 y 84, el T1 presentó porcentajes de severidad superiores al T3 con 0.8 y 0.6%; en tanto, el T2 presentó una severidad intermedia. En el día 91 los tres tratamientos son similares entre si llegando a alcanzar un porcentaje promedio de 1%. Adicionalmente, se aprecia que, durante esta etapa, la severidad baja 10% y 9% para el T1 y T2 respectivamente, mientras que, el T3 baja 2% hasta el día 70 y se mantiene con un porcentaje promedio de 1% hasta el día 91

Por otra parte, en la etapa de fin de floración y tuberización, día 98, el T2 es superior al porcentaje promedio de T1 y T3 con aproximadamente 0.5%. En el día 105 los tres tratamientos son similares

entre sí, alcanzando un promedio de severidad del 0.8%; mientras que, en el último día de observación los tratamientos fueron diferentes, donde el tratamiento químico es superior a T1 y T2 con 0.8% y 1.2%, respectivamente. Por último, en esta etapa, el porcentaje de severidad baja 0.6% y 0.5% para los T1 y T3 en el día 98, sin embargo, estos aumentan 0.5% (T1) y 0.3% (T3) para el día 105 manteniéndose hasta el día 112 mientras que, el T2 se establece con un porcentaje promedio de severidad de 0.7% en toda la etapa.

Figura 14

Porcentaje de severidad de gusano blanco (P. vorax H.) por tratamiento y días de medición en el cultivo de papa (S. tuberosum L.).



Según los resultados obtenidos en las figuras 13 y 14 de incidencia y severidad de gusano blanco, los tres tratamientos muestran un efecto que varía durante todo el cultivo, presentando los porcentajes más elevados durante la etapa de desarrollo vegetativo. En este contexto, varias investigaciones muestran que el gusano blanco mantiene las más altas poblaciones durante la etapa inicial del cultivo, explicándose así los mayores porcentajes de incidencia y severidad encontrados en esta investigación. Galindo y Española (2004) observaron que durante la etapa de emergencia y floración hubo mayor actividad de gusano blanco adulto, con un 50% más de población. De la misma manera, en una investigación realizada por Gallegos (1995) se encontró que la población de gusano adulto fue alta en los días 40 y 50 después de la siembra. Adicionalmente, Valencia

(1989) realizó capturas altas de este insecto en la fase inicial del cultivo, que luego descendieron regularmente con la edad del mismo, coincidiendo con los bajos porcentajes de incidencia y severidad registrados en esta investigación durante las últimas etapas del cultivo.

4.2. Pulguilla (*Epitrix spp.*) en el follaje

4.2.1 Incidencia

Una vez realizado el análisis estadístico se determinó que existe interacción entre los factores días y tratamiento con respecto a la variable incidencia de *Epitrix spp* ($F= 3.37$; $gl=22, 70$; $p=0.0001$) (Tabla 15).

Tabla 15

ADEVA del porcentaje de incidencia de pulguilla (Epitrix spp.) en el cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico).

F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Días	11	70	16.92	<0.0001
Tratamiento	2	70	21.54	<0.0001
Días: Tratamiento	22	70	3.37	0.0001

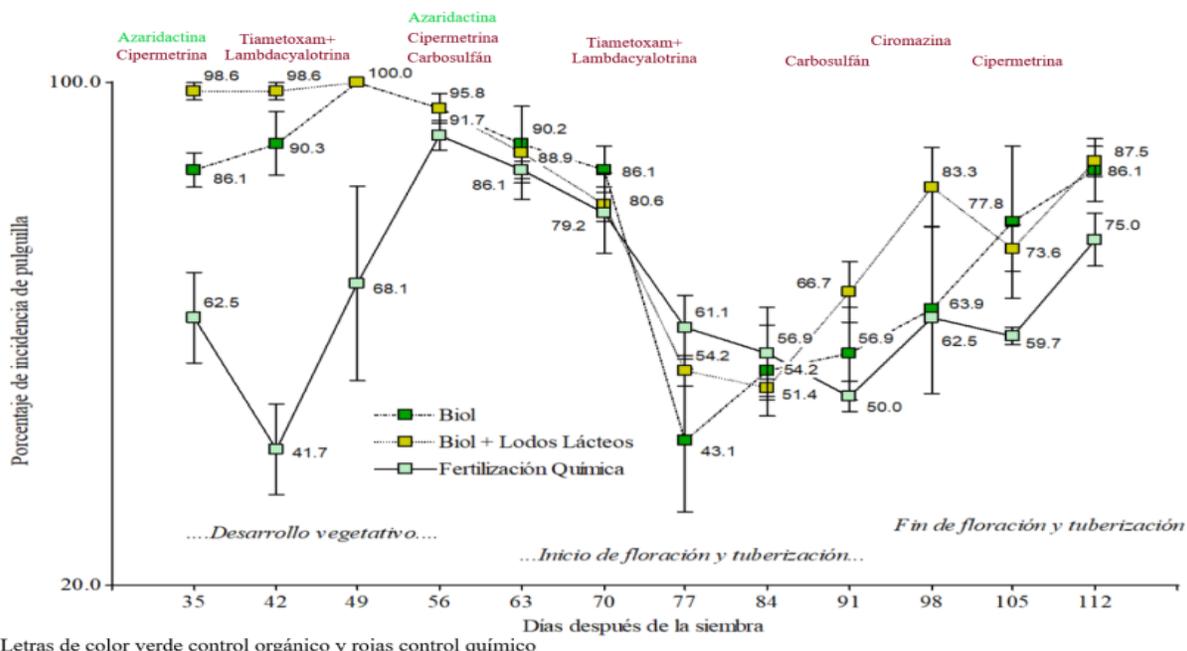
En la figura 15, se indican los resultados de la prueba de Fisher al 5%, donde se puede observar que en la etapa de desarrollo vegetativo los porcentajes de incidencia más altos son para los tratamientos con biol hasta el día 49. En el día 35, el T1 presenta 24% más de incidencia con respecto al T3; mientras que, el T2 presenta 34% más que el T3. En el día 42 el comportamiento de los tratamientos es similar a lo observado en el día 35, siendo los tratamientos T2 y T1 superiores a T3 por 49 y 57%, respectivamente. Al día 49, los tratamientos T1 y T2 alcanzan el 100% de incidencia, mientras que T3 muestra una menor incidencia, con 32% de diferencia.

Por el contrario, en el día 56, los porcentajes de incidencia son similares para los tres tratamientos, observando un porcentaje promedio de casi 94%. Durante los días 35 y 42, el tratamiento T1 presentó una incidencia promedio del 88%, misma que incrementó 12% al día 49, para reducirse en 3% en el día 56. En ese mismo periodo de evaluación, el tratamiento T2 presentó una incidencia promedio del 99% en los días 35, 42 y 49, reduciéndose 3% en el día 56. Adicionalmente, T3

mostró una disminución en la incidencia de esta plaga del 21% al día 42, para luego subir 50% hasta el día 56.

Figura 15

Porcentaje de incidencia de pulgulla (*Epitrix* spp.) por tratamiento y días de medición en el cultivo en papa (*S. tuberosum* L.)



*Letras de color verde control orgánico y rojas control químico

En la etapa de inicio de floración y tuberización, en los días 63 y 70, los tres tratamientos fueron similares entre sí al realizar comparaciones entre tratamientos dentro de cada fecha, presentando promedios de incidencia de 88 y 82%, respectivamente. En el día 77, T3 presentó una incidencia superior a la observada en el T1 por 18%; mientras que T2 presentó un porcentaje de incidencia intermedio (54.2%). La incidencia en el día 84 es similar en todos los tratamientos, con un promedio del 54%; mientras que, en el día 91, T2 obtuvo un porcentaje de incidencia superior al observado en el T3 por 17%; no obstante, el T1 presentó un valor similar (57%) a los tratamientos T2 y T3. Por otra parte, del día 56 al 91, la incidencia para los tratamientos T1 y T3 baja en 39 y 42%, respectivamente. Sin embargo, para T2, este descenso se presenta hasta el día 84 con 44% de diferencia, para luego subir en 15% al día 91.

Finalmente, para la etapa de fin de floración y tuberización, día 98, T2 presentó un porcentaje de incidencia superior a T3 por 21%; en tanto que, T1 mantuvo una incidencia similar a la observada en los demás tratamientos, con un porcentaje de 64%. Al efectuar comparaciones entre

tratamientos, en los días 105 y 112, los tratamientos con biol presentaron incidencias similares entre sí con porcentajes promedios de 76 y 87%, respectivamente. Además, estos promedios son superiores a los alcanzados por T3 con 16 y 12%, respectivamente. A su vez, todos los tratamientos exhibieron un incremento en el porcentaje de incidencia, durante esta última etapa fenológica. Estos incrementos de incidencia fueron del 29, 21 y 25%, respectivamente.

4.2.2 Severidad

Una vez realizado el análisis de varianza, los resultados muestran que existe interacción entre días y tratamientos ($F=15.35$; $gl=22,2553$; $p<0.0001$) (Tabla 16).

Tabla 16

*ADEVA del porcentaje de severidad de pulguilla (*Epitrix* spp) en el cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico).*

F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Días	11	2553	88.09	<0.0001
Tratamiento	2	2553	30.06	<0.0001
Días: Tratamiento	22	2553	16.35	<0.0001

En la Figura 16, se muestran los resultados de la prueba de Fisher, donde se evidencia que durante la etapa de desarrollo vegetativo al realizar comparaciones entre tratamientos dentro de cada fecha se evidenció que en el día 35 el T2 presentó el porcentaje más altos siendo este superior al T1 con 14% y T3 con 24%. En los días 42 y 49 los tratamientos con biol son semejantes y alcanzan promedio de severidad de 18% y 12%, respectivamente. Por el contrario, para el día 56, T2 es superior a T1 con 3% y a T3 con 6%, mientras que T1 es superior a T3 con aproximadamente 3%. Por otra parte, del día 35 al 42, T1 alcanza un porcentaje promedio de 17%, para luego descender 9% hasta el día 56. En lo que respecta al T2, la severidad baja 19% del día 35 al 56, mientras que, el T3 muestra un descenso de 3% del día 35 al 42 manteniéndose en un promedio de 4% hasta el día 56.

Mientras tanto, en la etapa de inicio de floración y tuberización, día 63, los tratamientos con biol son similares entre sí, presentando promedios de severidad de 6.1% misma que es superior a lo observados en el tratamiento químico por 2%. Además, en los días 70 y 84 los tres tratamientos son semejantes entre sí, alcanzando promedios de severidad de 5% y 2.1%, respectivamente. En

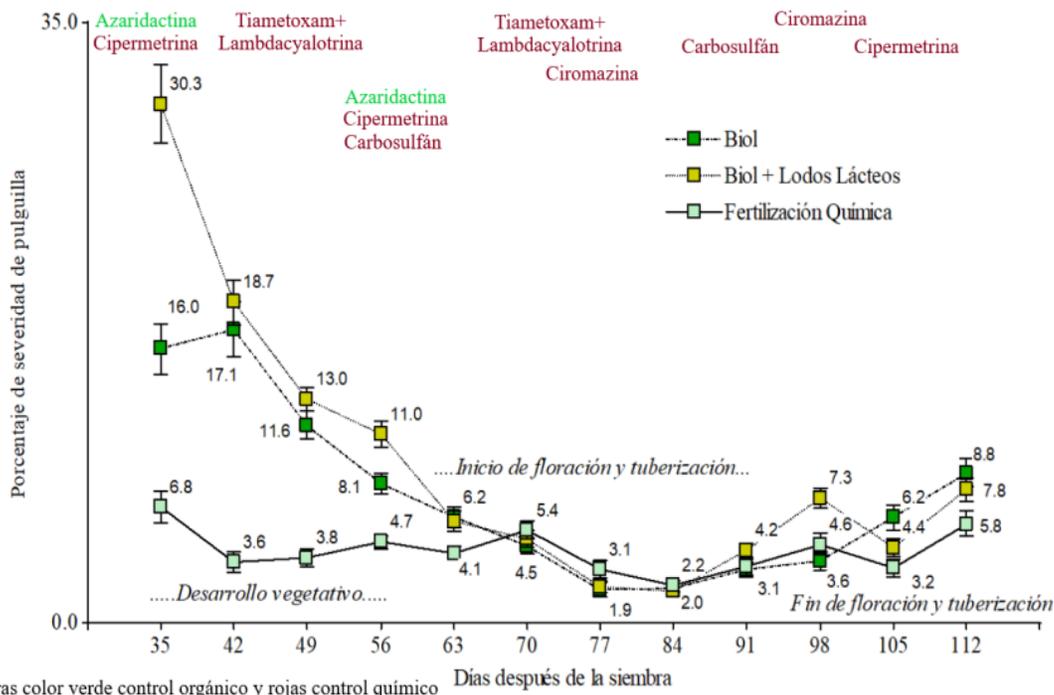
la fecha 77 los tratamientos con biol presentan una severidad promedio de 2% que a su vez es inferior al T3 con 1.1%. Para el día 91 el T2 (4.23%) muestra una severidad mayor con respecto al T1, que presenta 1% menos de severidad; mientras que, el T3 presentó un porcentaje similar a los dos tratamientos. También, se puede observar que del día 63 al 84 los T1 y T2 bajan el porcentaje de severidad un 6% y 9%, respectivamente, pero estos ascienden 1% y 2% en el día 91. Por otro lado, el T3 sube 1% del día 63 al 70, para después bajar 3% hasta el día 84; sin embargo, en el día 91 sube un 1%.

Finalmente, en la etapa de fin de floración y tuberización, día 98, T2 muestra 3% de seriedad más con respecto al porcentaje promedio de los T1 y T3 que son semejantes en esta fecha. Por otro lado, en el día 105 el T1 obtuvo la incidencia más alta en comparación a los del T2 y T3 que presentaron 3% y 2% menos. En el día 112 los tratamientos con biol son semejantes y presenta un porcentaje promedio de 8% mismo que, es superior al T3 por 3%. A su vez, en el día 98 T1 y T2 suben 1% y 3% respectivamente. Para el día 105 el T1 aumenta su severidad un 2%, mientras que, bajan 3% (T2) y 1% (T3). Al día 112 los dos tratamientos (T1 y T2) ascienden 3%. Adicionalmente, el T1 mostró un aumento en la severidad de esta plaga, la cual fue de 6% en toda esta etapa.

De acuerdo con las figuras 15 y 16 de incidencia y severidad de *Epitrix* spp., los tres tratamientos muestran una tendencia que varía durante el ciclo del cultivo. Los tratamientos a base de biol en la primera etapa, muestra altos porcentajes con 96 y 16% de incidencia y severidad, mientras que el tratamiento químico con 66 y 4%; a partir de la etapa de inicio de floración y tuberización la tendencia de los tres tratamientos es similar.

Figura 16

Porcentaje de severidad de pulguilla (*Epitrix* spp.) por tratamiento y días de medición en el cultivo de papa (*S. tuberosum* L.)



Por otro lado, en la investigación realizada por Delgado (2018) menciona sobre la fluctuación poblacional de pulguilla en el cultivo de la papa en dos localidades, donde los resultados fueron que a partir de la segunda semana del cultivo ya se evidencia presencia del insecto con 2-5 individuo/planta, las mayores poblaciones muestran desde la quinta semana (correspondiente al día 35) con 4-10 individuo/planta, hasta la a semana 16 (112 días) con 4 individuo/planta, luego en las siguientes evaluaciones hasta la semana 20 fueron disminuyendo la presencia de adultos de esta plaga, por la escases de alimento ya que las hojas comenzaron a madurar en la etapa final del cultivo; y así dando a conocer que esta plaga se presenta durante todo el periodo vegetativo de la planta. Con estos datos podemos corroborar que este insecto está presente en todas de las etapas del desarrollo del cultivo.

4.3. Mosca minadora (*Liriomyza* spp) en el follaje

4.3.1 Incidencia

Según el análisis de varianza (Tabla 17) muestra que existe interacción entre los factores: Días y tratamientos (F=2.58; gl=22,70; p<0.0014).

Tabla 17

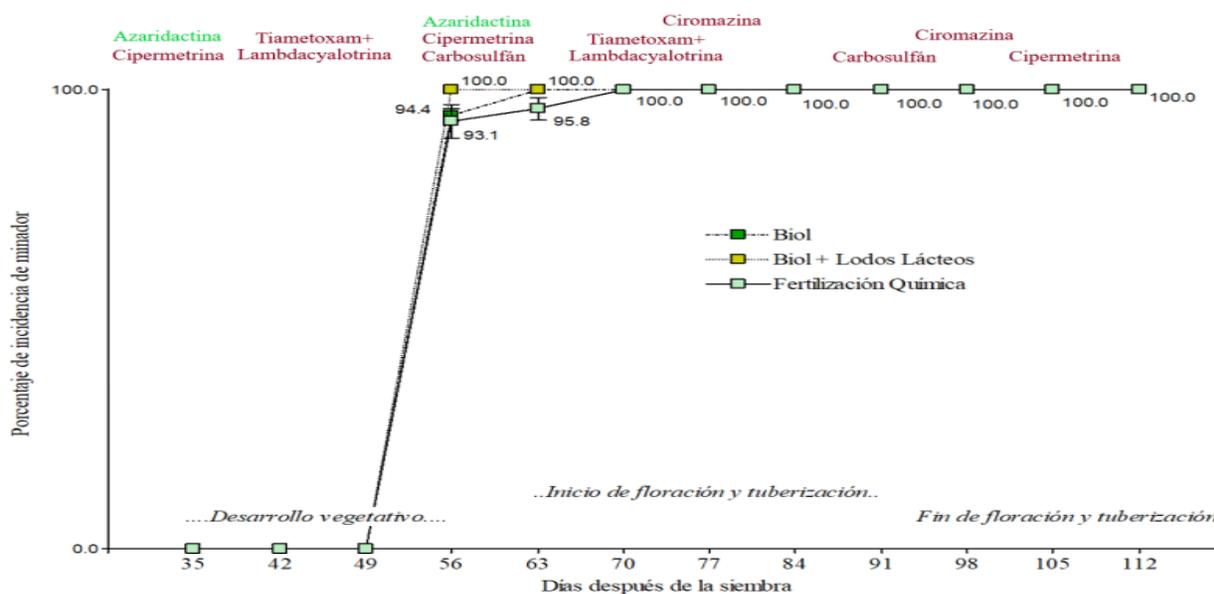
ADEVA del porcentaje de incidencia de la mosca minadora (*Liriomyza* spp.) en el cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico).

F.V.	Gl _T	Gl _E	Valor-F	Valor-P
Días	11	70	10296.04	<0.0001
Tratamiento	2	70	4.37	0.0001
Días: Tratamiento	22	70	2.58	0.0014

En la figura 17, se muestran los resultados de la prueba de Fisher al 5%, en la cual se puede apreciar que en la etapa de desarrollo vegetativo días 35, 42 y 49, los tres tratamientos presentan una incidencia del 0%. Sin embargo, en el día 56 la incidencia se incrementa para los tres tratamientos, donde el T2 alcanza el 100% mientras que, el T1 y T2 son similares entre sí y presentan un porcentaje promedio de 94% misma que es inferiores al T2 por 6%.

Figura 17

Porcentaje de incidencia de mosca minadora (*Liriomyza* spp.) por tratamiento y días de medición en el cultivo de papa (*S. tuberosum* L.)



*Letras color verde control orgánico y rojo control químico

En la etapa de inicio de floración y tuberización día 63 los tratamientos con biol son semejantes alcanzando el 100% de incidencia mientras que, el T3 es menor que estos por 4%. A partir del día 70 los tres tratamientos permanecen con el 100% de incidencia durante el resto de tiempo de evaluación.

4.3.2 Severidad

En la Tabla 18, se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable severidad de la mosca minadora observándose que existe significancia en la interacción entre días y tratamiento ($F=10.75$; $gl=22.20689$, $p<0.0001$).

Tabla 18

ADEVA del porcentaje de severidad de la mosca minadora (Lyrioniza spp.) a partir de los 35 días después de la siembra del cultivo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3(químico).

F.V.	Gl_T	Gl_E	Valor-F	Valor-P
Días	11	20689	385.05	<0.0001
Tratamiento	2	20689	171.26	0.0164
Días: Tratamiento	22	20689	10.75	0.0001

En la Figura 18, se muestran los resultados de la prueba de Fisher, donde se puede observar que en la etapa de desarrollo vegetativo los tres tratamientos no presentan daños por el minador durante los días 35, 42 y 49. Por el contrario, el día 56, el T2 es superior con 7% en relación con los T1 y T3, que son similares entre sí y muestran un promedio de 7.12%. Además, se observa que en esta etapa los tres tratamientos tienen la misma tendencia.

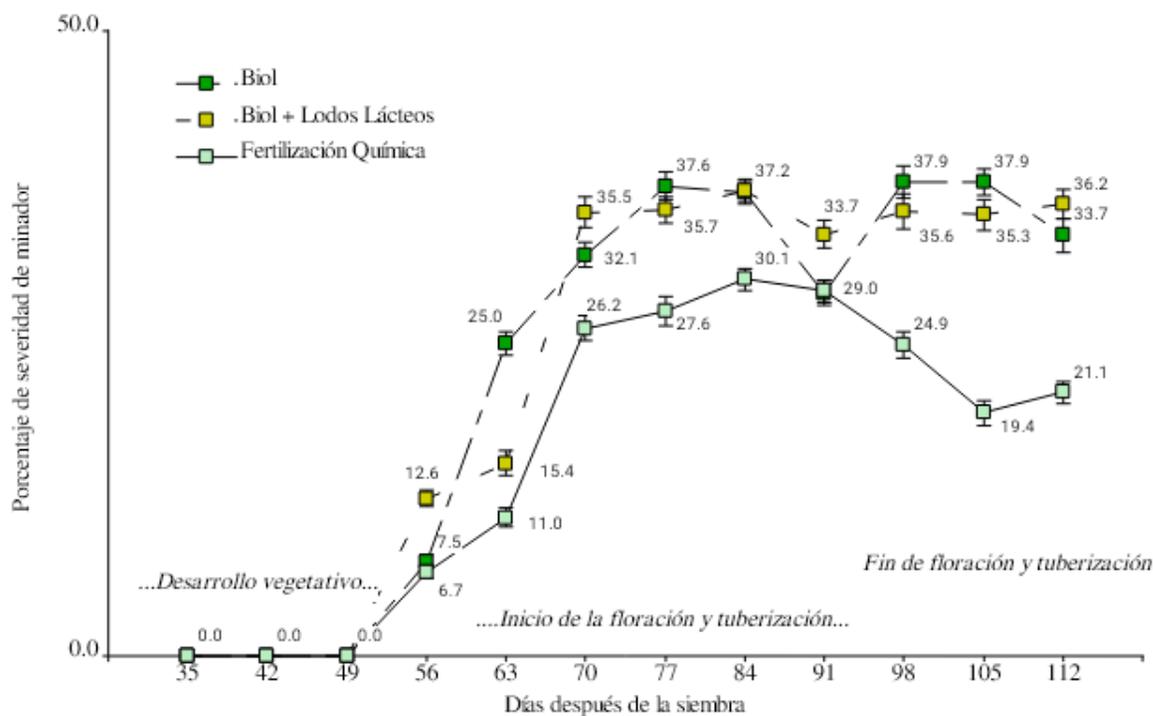
Por otro lado, en la etapa de inicio de floración y tuberización, día 63, los T1 y T2 presentan porcentajes de severidad superiores al T3 con 14% y 4% respectivamente. Para el día 70, el comportamiento es similar a lo observado en el día 63, donde los T1 y T2 son superior al T3 con 6% y 9%. En el día 77 y 84 los T1 y T2 son similares entre sí y son superiores al tratamiento químico con 9% y 7%, respectivamente. Al día 91, el porcentaje mal alto la obtiene el T2, mismo que es 5% más con respecto al T1 y T3 que a su vez son semejantes entre sí. Por otro lado, los porcentajes de incidencia de T1 y T2 aumentan del día 63 al 84 en 30% y 25% y luego descendieron

8% y 4% respectivamente en el día 91. Por otro lado, T3 presenta un aumento de 22% en toda la etapa.

Finalmente, en la etapa de fin de floración y tuberización, día 98, los porcentajes de severidad son similares para los tratamientos con biol y son superiores al T3 con 13%. En el día 105 T1 y T2 poseen 19 y 16% más de severidad que el tratamiento químico, respectivamente. En el día 112 los tratamientos con biol son similares entre sí, alcanzando un porcentaje promedio de severidad de 35% que es superior al del T3 por 14%. Además, se observa que, durante esta etapa, en el día 98, la severidad de T1 sube 9% y se mantiene hasta el día 105, para luego descender 4% en el día 112. En lo que respecta a T2, el porcentaje de severidad se mantiene en un promedio de 36% en toda esta etapa; mientras que, T3 baja 9%.

Figura 18

Porcentaje de severidad de mosca minadora (Liriomyza spp.) por tratamiento y días de medición en el cultivo papa (S. tuberosum L.)



De acuerdo con la figura 17 de incidencia, los tres tratamientos muestran tendencias similares en todas las etapas del cultivo, alcanzando en la última semana de desarrollo vegetativo porcentajes de 100%. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Carmona (2007), quien observó que

el número de minadores y porcentajes de daño más altas se presentó en las dos últimas etapas del cultivo llegando a un 90% de daño. Además, menciona que durante el período de floración el aumento es rápido y sostenido, observaron presencia de daños hasta un 80%, mientras que en la presente investigación se mantuvieron en un 100% desde la etapa final de desarrollo vegetativo.

Con el estudio mencionado anteriormente podemos corroborar que el insecto plaga no ocasionó daños en las primeras etapas, el daño se presentó en mayor porcentaje después de desarrollo vegetativo, en los tratamientos de biol se observan tendencias similares alcanzando hasta un 38% de severidad en el inicio de floración y tuberización y al final de floración y tuberización, mientras que para el control químico alcanza hasta un 30% y se reduce al fin de floración y tuberización hasta un 21%.

Cabe mencionar que durante la ejecución de la investigación se aplicaron insecticidas orgánicos y químicos para el control los insectos plaga; razón por la cual la tendencia de los tres tratamientos se puede mostrar similar a lo largo del desarrollo del cultivo. Para los tratamientos con biol se aplicó como complemento un insecticida orgánico a base de Azadiractina con dosis de $1 \text{ cm}^3 \text{ l}^{-1}$ a los 32 y 52 días después de la siembra, con respecto al gusano blanco no presentó efecto, ya que el daño se mantuvo alto ; en pulguilla con la segunda aplicación solo ejerció control durante la etapa de floración, ya que en la última etapa aumento aumentó tanto el porcentaje de incidencia como de severidad; y con la mosca minadora desde la etapa el inicio de floración y tuberización se observa altos niveles de incidencia y severidad.

Los datos mencionados concuerdan con lo encontrado por Aldas (2014), quien menciona que con aplicaciones de $1.5 \text{ cm}^3 \text{ l}^{-1}$ a una frecuencia de 21 días en gusano blanco el porcentaje de incidencia es del 78%. Asimismo, Dively et, al. (2020) quienes mencionan que con aplicaciones de neem (Azadiractina) en ensayos de laboratorio con 0,35 ml en pulguilla, su control no fue efectivo, alcanzando porcentaje mínimo con 40%; de la misma manera Dreyer (1986) citado por Hellpap et, al. (1995) da a conocer que en ensayos con productos de neem sobre pulguilla no es eficaz. Con las investigaciones mencionadas podemos corroborar que Azadiractina como complemento de biol no fue eficaz ya que los datos indican altos porcentajes de incidencia y severidad.

Por otro lado, para el tratamiento químico se aplicaron productos de acuerdo con el insecto plaga, para gusano blanco se aplicó Tiametoxam+Lambda Cyalotrina a 37 y 68 días y Carbosulfán a los 55 y 85 días. Siendo efectivas durante fase de desarrollo del cultivo, teniendo porcentajes de incidencia y severidad menores que los observados en los tratamientos con biol. En pulguilla se aplicó Cipermetrina a 0.5 ml/l, a los 30, 51 y 103 días, donde con la primera aplicación se observa control durante la etapa del desarrollo vegetativo, mientras que con la segunda aplicación la tendencia es similar a la del biol. Con respecto a la mosca minadora se aplicó Ciromazina a los 71 y 94 días con una dosis de 7.5 g/l, reduciendo la severidad hasta un 19%, mientras que la incidencia se mantuvo en el 100%. El porcentaje bajo de severidad se relaciona con lo encontrado por de Muñoz (2014) quien menciona que aplicando Ciromazina en crisantemo en mosca minadora a los 30, 50 70 días a una dosis de 0.5 g/l el daño en la hoja llega al 22%.

Awadalla, et, al. (2017) con respecto al potasio al aumentar el nivel de fertilización a 75 kg causó una disminución en el número promedio de pulgones y el mayor número de pulgones se obtuvo en la muestra sin aplicación de fertilización de potasio. De la misma manera, indica Saleh, et al. (2016), que el mayor número de insectos se observa sin fertilización de potasio, mientras que menor densidad de población insectos se registra con aplicación de potasio. En la presente investigación se aplicó 1671, 1013 y 300 kg/ha de K para los T1, T2 y T3 respectivamente. Sin embargo, a pesar de las dosis altas de K no se observaron efectos sobre el daño de plagas en el cultivo ya que en los tratamientos con biol, la severidad para gusano blanco, pulguilla y mosca minador alcanza un máximo de 20, 30 y 38% y un mínimo de 1, 9 y 30% respectivamente.

Hernández et al. (2009), en su estudio con dosis bajas de 0 y 48 kg/ha de nitrógeno se mantiene las poblaciones de áfidos, mientras que con dosis altas de 80 y 12kg/ha de N, la población aumenta, estos datos explican los porcentajes altos de incidencia de gusano blanco, pulguilla y mosca minadora con 98, 99 y 100% respectivamente, debido a que se utilizó una dosis de 150 Kg/ha de N misma que es superior a lo utilizado por Hernández.

Asimismo Ai et al. (2011) en su estudio indica que una relación de 1:0.9 o 1:1.2 kg/ha de K:N presentan poblaciones bajas de áfidos, en esta investigación se utilizó sin embargo 11:1 de K:N, razón por la cual se obtuvieron incidencia y severidad altas en los tratamientos con biol.

4.4 Gusano Blanco (*P. vorax* H.) en el tubérculo

4.4.1 Incidencia externa

Según el análisis de varianza (Tabla 19) con respecto a la variable incidencia externa de gusano blanco (*P. vorax* H.) en tubérculos, se puede apreciar un efecto significativo entre tratamientos.

Tabla 19

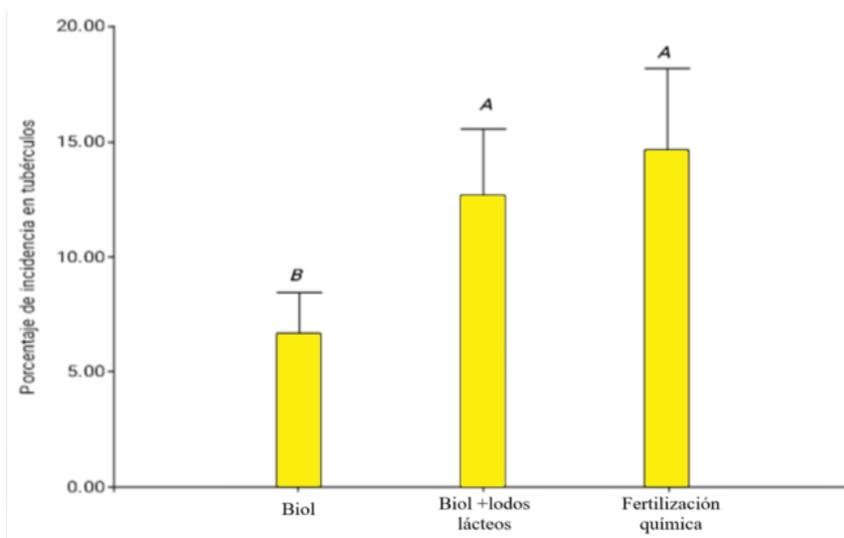
*ADEVA del porcentaje de incidencia externa de gusano blanco (*P. vorax* H.) en el tubérculo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).*

F.V.	GL _T	GL _E	valor-F	Valor-P
(Intercept)	1	4	14.29	0.0194
Tratamiento	2	4	15.35	0.0133

Una vez realizada la prueba de Fisher, para la variable incidencia de gusano blanco en tubérculos, los resultados muestran similitud entre T2 y T3, con un promedio de 14%, superiores a T1 por 7%.

Figura 19

*Porcentaje de incidencia externa de gusano blanco (*P. vorax* H.) a nivel de tubérculo.*



4.4.2 Severidad externa

El análisis de varianza para la variable severidad de gusano blanco (*P. vorax* H.) en tubérculos (Tabla 20) no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ($p=0.8387$).

Tabla 20.

ADEVA del porcentaje de severidad externa de gusano blanco (P. vorax H) en el tubérculo de papa variedad Superchola.: Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).

F.V.	Gl_T	Gl_E	valor-F	Valor-P
(Intercept)	1	445	28.85	<0.0001
Tratamiento	2	445	0.18	0.8387

Debido a que los resultados no mostraron diferencias significativas, en la Tabla 21 se muestran las medias donde se puede observar que los tres tratamientos son similares y presenta una media de 1% en promedio.

Tabla 21.

Prueba de LSD Fisher para la variable porcentaje de severidad externa de gusano blanco (P. vorax H.) a nivel de tubérculo. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).

Tratamiento	Medias±	E.E
1	1.15±	0.42
2	0.98±	0.29
3	0.98±	0.20

4.4.3 Incidencia Interna

Según el análisis de varianza (Tabla 22) con respecto a la variable incidencia de gusano blanco (*P. vorax H.*) en tubérculos, se determinó que no existe diferencias significativas entre tratamientos ($p=0.5552$).

Tabla 22

ADEVA del porcentaje de incidencia interna de gusano blanco (*P. vorax* H.) en el tubérculo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).

F.V.	Gl_T	Gl_E	valor-F	Valor-P
(Intercept)	1	4	15.72	0.0166
Tratamiento	2	4	0.68	0.5552

En la tabla 23 se muestran los datos de pruebas de media, donde se puede observar que T1 muestra una diferencia de 2% y 3% con respecto a T2 y T3, y el T2 con una diferencia de casi 1% a T3.

Tabla 23.

Prueba de LSD Fisher para la variable porcentaje de incidencia interna de gusano blanco (*P. vorax* H.) a nivel de tubérculo. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).

Tratamiento	Medias±	E.E
1	7.73±	1.33
2	5.33±	2.91
3	4.67±	1.33

4.4.4 Severidad Interna

El análisis de varianza para la variable severidad de gusano blanco (*P. vorax* H.) en tubérculos (Tabla 24) no se detectó diferencias significativas entre tratamientos ($p=0.4485$).

Tabla 24

ADEVA del porcentaje de severidad interna de gusano blanco (*P. vorax* H.) en el tubérculo de papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).

F.V.	Gl_T	Gl_E	valor-F	Valor-P
(Intercept)	1	445	2.92	0.0879
Tratamiento	2	445	0.80	0.4485

Las pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$) indica el nivel de severidad en los tres tratamientos, que están por debajo del 1%.

Tabla 25

Prueba de LSD Fisher para la variable porcentaje de severidad interna de gusano blanco (P. vorax H.) a nivel de tubérculo. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).

Tratamiento	Medias±	E.E
1	0.93±	0.46
2	0.89±	0.41
3	0.35±	0.14

De acuerdo con los resultados observados correspondientes a las variables de severidad externa e incidencia y severidad interna de gusano blanco en el tubérculo de la papa, los tres tratamientos presentaron resultados similares; los daños promedios alcanzados por los tres tratamientos en severidad externa, incidencia y severidad internas fueron 1%, 6% y 1%, respectivamente. Sin embargo, para la incidencia externa, T1 presentó un porcentaje de 7% inferior a los T2 y T3, los últimos tratamientos fueron similares entre sí.

Gallegos y Castillo (1996) en su investigación sobre la relación de la población de adultos al inicio del cultivo y el daño al tubérculo, observó que con poblaciones de 35 y 60 individuos y con aplicaciones químicas presentan daños externos que van de 12% a 18% y con poblaciones de 57 y 67 individuos sin ningún control el daño fue de 43%. Estos resultados permiten mencionar que los tratamientos con biol presentaron un efecto positivo en el control de gusano blanco ya que los daños presentados son muy inferiores (7%) a lo encontrado por Gallegos.

De igual manera Taramuel (2016) en su evaluación de métodos agroecológico para el control de gusano blanco obtuvo porcentajes de incidencia de 10% (Tratamiento del agricultor), 16% (Tratamiento agroecológico) y 44% Tratamiento testigo), y severidad 12% (Tratamiento agroecológico) , 6% (Tratamiento del agricultor) y 37% (Tratamiento testigo) estos resultados obtenidos por este autor demuestra una vez más beneficios que se obtiene con aplicaciones del

biol ya que los resultados obtenidos en esta investigación (incidencia 7% y severidad 1%) son muy inferiores a los presentados por Taramuel, inclusive más bajo que el tratamiento agroecológico que se enfoca en aplicaciones de extractos.

4.4. Nematodos en las raíz y suelo del cultivo de papa variedad Superchola

4.4.1. Raíz

El análisis de varianza realizado para la variable población de nemátodos en la raíz (Tabla 26), muestra interacción entre tratamiento y grupo ($p= 0.0361$).

Tabla 26

ADEVA de los análisis de nematodos de raíz en papa variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).

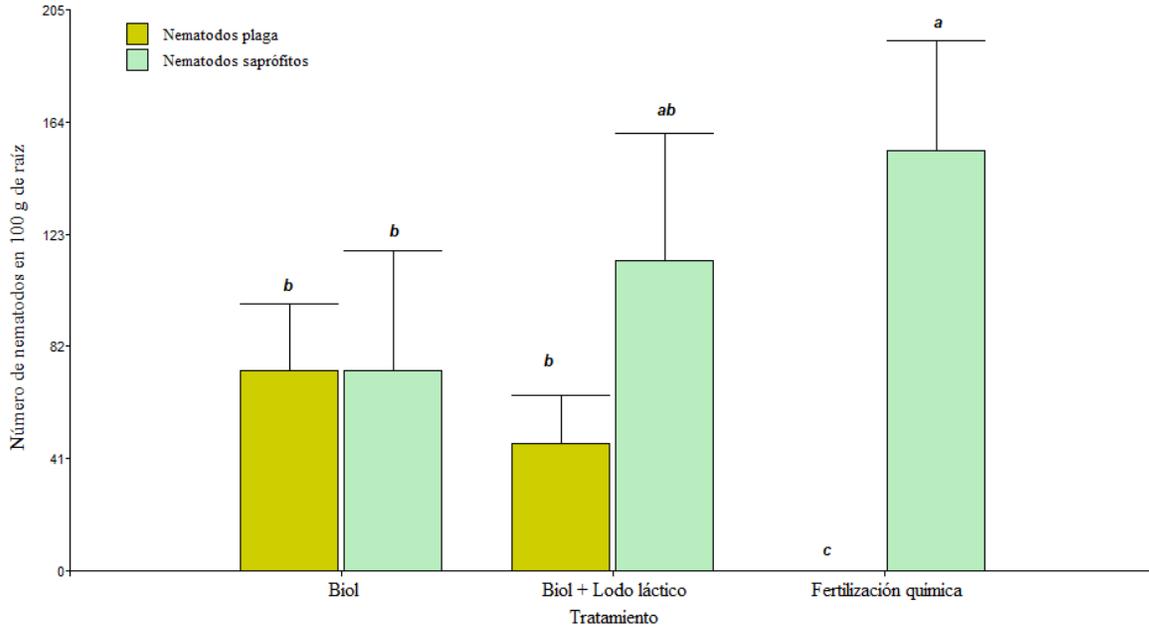
F.V.	Gl_T	Gl_E	valor-F	Valor-P
(Intercept)	1	10	10.11	0.0098
Tratamiento	2	10	0.04	0.9653
Grupo	1	10	12.87	0.0049
Tratamiento: grupo	2	10	4.72	0.0361

De acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio se encontraron tanto nemátodos plaga como saprofitos presentes en la raíz de los tratamientos de biol, mientras que en el tratamiento de fertilización química solo se observó presencia de nematodos plaga en una sola muestra. En los Tratamientos a base de biol los resultados revelan presencia de nemátodos de los géneros *Aphelenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Tylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., y saprofitos. Para el T3 *Aphelenchus* spp., *Heteroderidae* spp., y saprofitos (Anexo 10).

La figura 20 muestra los resultados de la variable número de nematodos presentes en la raíz de la papa en 100 gramos de raíz. Para T1 la cantidad de nematodos tanto plagas como saprofitas es similar con un promedio de 73 nematodos. En T2 se observa que mayor es la cantidad de saprofitos con 113, mientras que nematodos plaga fue de 47. Y en T3 los datos muestran 0 de nematodos plaga y 153 de saprofitos. Con los resultados mencionados podemos recalcar que mayor fue la presencia de saprofitos en los tratamientos T2 y T3; mientras que nematodos plaga fue mayor en T1.

Figura 20

Análisis de nematodos en raíz de papa (S. tuberosum L.) en 100 g de raíz.



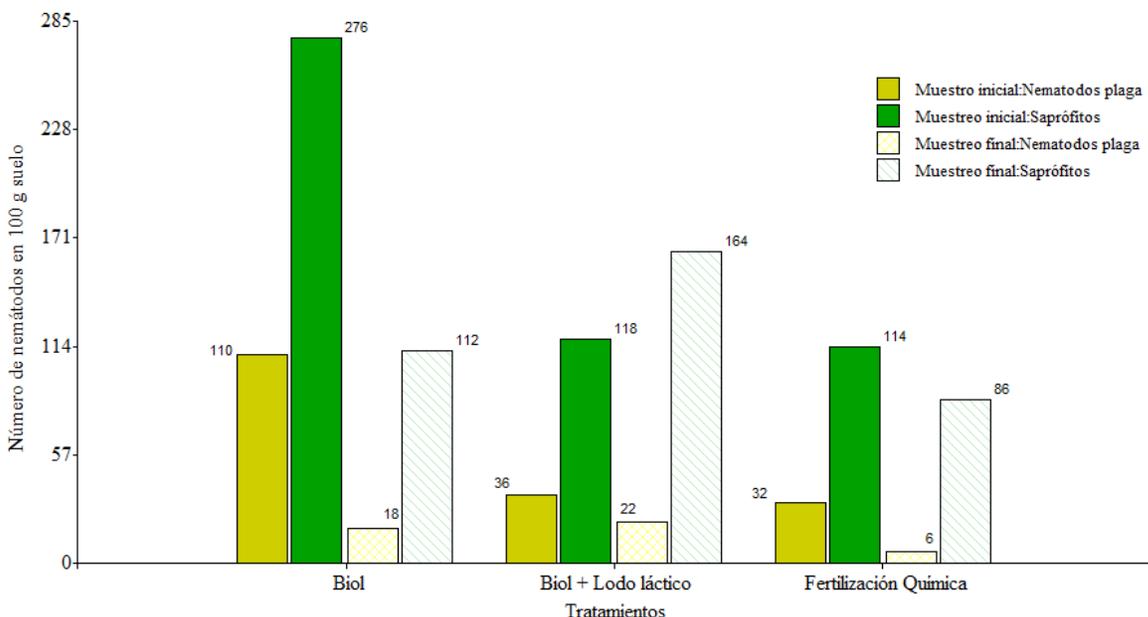
4.4.2. Suelo

En la figura 21, se puede apreciar una diferencia entre población inicial y final, con respecto a los nematodos plaga para los tres tratamientos se observó una disminución, para T1 fue 84%, para T2 de 38% y en T3 de 83 %. Referente a los nematodos saprófitos, se observó disminución en los tratamientos T1 y T3, con 59 y 26%; mientras que para el T2 hubo un aumento en 28%.

El análisis de laboratorio para la identificación y conteo de nematodos en el suelo, los resultados muestran seis tipos de nematodos presentes en los tres tratamientos, los cuales son: *Meloidogyne* spp (nemátodo agallador), *Criconemoides* spp. (nemátodo anillado), *Tylenchorhynchus* spp. (nemátodo raquitismo), *Paratylenchus* spp. (pin. nematode), *Tylenchus* spp y nemátodos saprófitos. Además, los resultados para los tres tratamientos muestran mayor presencia de nemátodos saprófitos, seguidos de *Meloidogyne* spp., mientras que los otros tipos de género se encuentran en menor cantidad (Anexo 11).

Figura 21

Número de nematodos en 100 g de suelo en papa (*S. tuberosum* L.) por tipos en la fase inicial y final del experimento: Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácticos y T3 (químico).



El análisis de laboratorio para la identificación y conteo de nematodos en el suelo, los resultados muestran seis tipos de nematodos presentes en los tres tratamientos, los cuales son: *Meloidogyne* spp (nemátodo agallador), *Criconemoides* spp. (nemátodo anillado), *Tylenchorhynchus* spp. (nemátodo raquitismo), *Paratylenchus* spp. (pin. nematode), *Tylenchus* spp y nemátodos saprófitos. Además, los resultados para los tres tratamientos muestran mayor presencia de nemátodos saprófitos, seguidos de *Meloidogyne* spp., mientras que los otros tipos de género se encuentran en menor cantidad (Anexo 11).

Con respecto a nemátodos saprófitos, el tratamiento a base de Biol + Lodos lácticos presentó mayor cantidad con 164 individuos/100g de suelo, seguida del Biol Estándar con 112 individuos/100g suelo y de menor cantidad con 86 individuos/100g suelo en el tratamiento químico. Conjuntamente, cabe resaltar que la presencia de nemátodos en las muestras de suelo para los tres tratamientos, están por debajo del umbral de control establecido para el cultivo de papa.

Rado, (2010) en su estudio sobre la aplicación de materia orgánica a base de estiércol de vacuno para el control del nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne incognita*) en el cultivo de páprika (*Capsicum annuum* L.), donde los resultados obtenidos fueron menor tasa de multiplicación del nemátodo igual a 0.51 y menor índice de nodulación del grado 3; en comparación con el testigo que obtuvo la mayor tasa de multiplicación con 0.73 y mayor índice de nodulación del grado 4. Además, Oka y Yermiyahu (2002) en su estudio dan a conocer que la aplicación de compost elaborado a partir de estiércol bovino en dosis de 10 y 25% (v/v) inhibió la producción de agallas de *Meloidogyne javanica* en las raíces de tomate cultivadas en macetas in vitro.

Asimismo, Molina y Salinas(2005) menciona que con aplicación de estiércol vacuno como biofumigante obtuvo un efecto positivo en la reducción de nemátodos plaga como *Hoplolaimus* sp, *Tylenchorynchus* spp, y *Rotylenchulus* spp, y da a conocer que el tiempo de fumigación y la cantidad de estiércol sobre la presencia de nematodos tuvo mejor efecto con 7kg en 30 días de fumigación, donde se observa reducción de nematodos fitoparásitos en un 82% de su población.

De igual manera Molina, et al (2013) comprobaron la efectividad de diferentes medidas agro técnicas como la incorporación de hojas y tallos de col y brócoli y estiércol vacuno fresco en el suelo (biofumigante) en cultivos de lechuga y rábano intercalado con pepino, con el fin de disminuir la población *Meloidogyne incógnita* en el suelo; donde los mejores resultados se obtuvieron con biofumigacin con niveles más bajos de infestación del nematodo con 21.33 a 28%. Con las investigaciones mencionadas podemos corroborar que aplicaciones de fertilizantes orgánicos favorecen en la disminución de nematodos plaga.

Cabe enfatizar que en los tres tratamientos disminuye la cantidad de nematodos plaga; pero se observó mayor descenso en el T1, por lo cual podemos corroborar con las investigaciones antes mencionadas, que el biol por contener estiércol de bovino ayuda en el control de nemátodos plagas como *Meloidogyne* spp.

4.5. Rendimiento kg/hectárea

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable rendimiento muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos ($p= 0.0080$) (Tabla 27).

Tabla 27.

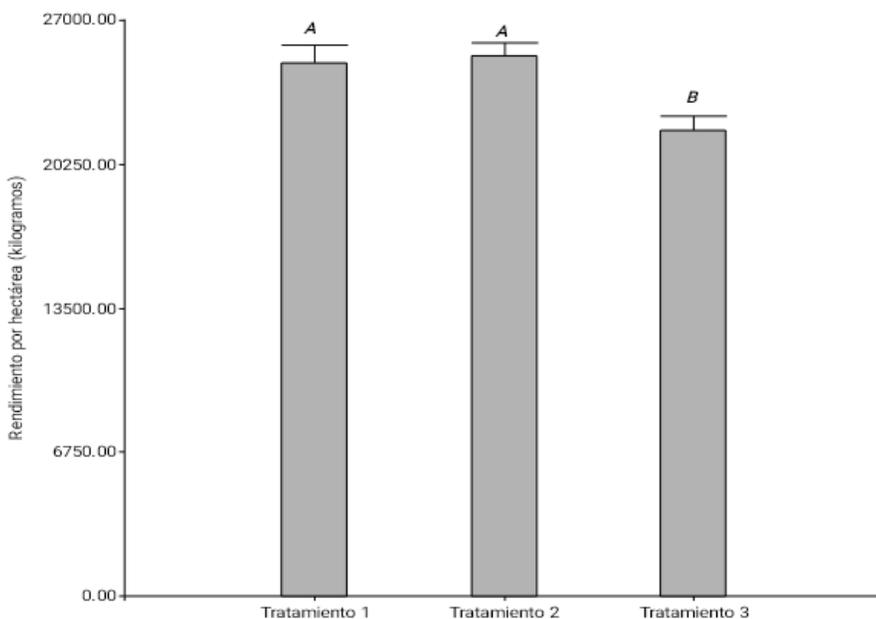
ADEVA para la variable rendimiento por hectárea en el cultivo de papa bajo tres fuentes de fertilización: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácteos y T3 (químico).

F.V.	Gl_T	Gl_E	valor-F	Valor-P
(Intercept)	1	4	1620.57	<0.0001
Tratamiento	2	4	20.37	0.0080

En la figura 22, se observa que los T1 (biol) y T2 (biol + lodo láctico) fueron estadísticamente similares y superiores al T3 (fertilización química), presentando un rendimiento promedio de 25184.35 kg/ha y una diferencia de 3324.91kg/ha. Estos resultados permiten confirmar que las aplicaciones de biol influyeron positivamente para un rendimiento óptimo (independientemente que contenga o no lodo láctico), ya que muestran superioridad en relación con el T3 (Anexo 9).

Figura 22

Rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de papa (S. tuberosum L.) variedad Superchola. Bajo tres tratamientos: T1 (biol estándar); T2 (biol con lodos lácticos y T3 (químico).



Con los resultados expuestos, se puede observar que las aplicaciones de biol influyeron en el rendimiento, ya que muestra superioridad sobre el tratamiento químico. Como lo señala Garfí, Villegas, Ferrer y Ferrer (2011) en su investigación realizada en el cultivo de papa aplicando biol

como fertilizante agrícola con aplicación de 50kg de Nitrógeno, reportó que el rendimiento de papa con biol fue de 26 kg/ha, siendo superiores al testigo sin aplicación la cual fue de 12kg/ha. Otros estudios han reportado resultados positivos con aplicaciones de biol como menciona Solís, Reyes, Solís, Herminia, Pérez y Gil (2015), al obtener 3.78kg de rendimiento del cultivo de acelga con aplicaciones de biol siendo superior al tratamiento testigo comercial con 20%; y además con el biol logró un aumento del 22.7% en la producción total de biomasa de la parte aérea.

De igual manera Santin (2017), indica en su estudio que al aplicar biol en el cultivo de fréjol obtuvo efecto positivo en cuanto al rendimiento con 3391 kg/ha, siendo superior con 30% al tratamiento control sin aplicación y superando al rendimiento óptimo de 3200kg/ha. Otros estudios realizados con aplicaciones de biol en diferentes niveles han comprobado que este abono orgánico incrementa la producción de diferentes cultivos, tal es el caso del fréjol con un 44% de incremento por hectárea, melón con 56% sobre el rendimiento esperado y en brócoli hasta el 50% por hectárea (Osorio, 2005). En la presente investigación los tratamientos a base de biol obtuvieron 14% más de rendimiento en comparación con el tratamiento químico; con lo cual podemos corroborar que el biol influye en el rendimiento del cultivo.

Además, cabe destacar que el rendimiento obtenido en la presente investigación con los tratamientos con biol son de 25 t/ha, 3 toneladas más que la fertilización química, este rendimiento se encuentra dentro de los rangos de producción de papa variedad Superchola a nivel nacional, los cuales van de 12.3 a 29.9 t/ha, (MAG, 2018).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Las aplicaciones de los dos tipos de biol tuvieron influencia a partir de la etapa de inicio de floración y tuberización en las variables incidencia y severidad de gusano blanco (*P vorax* H), con respecto al tratamiento químico, que en la última etapa alcanzó el porcentaje más alto.
- En la variable incidencia y severidad de pulguilla los tres tratamientos llegan a ser similares en las dos últimas etapas
- La población de nematodos saprofitos en el tratamiento con biol fueron superiores en relación con los tratamientos químico.
- Las aplicaciones de biol tuvieron incidencia en el rendimiento mejorándolo

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar análisis del contenido hormonal en el cultivo para conocer sobre las concentraciones que hay en los tejidos para los tratamientos con biol ya que en la presente investigación estos no fueron realizados.
- Realizar investigación aplicando lodos en la elaboración de otros abonos como compost.

REFERENCIAS

- Alcázar, J., (s.f.). *Principales plagas de la papa: Gorgojo de los Andes, Epitrix y Gusano de Tierra*. <<http://192.156.137.121:8080/cipotato/training/Materials/Tuberculos-Semilla/semilla3-6.pdf>>.
- Alvarez, F., (2010). *Preparación y uso del biol*. <<http://rachel.golearn.us/modules/es-soluciones/pubs/Njc0.pdf>>.
- Andrade, H., Bastidas, O., & Sherwood, S. (2003). La papa en el Ecuador. In *El cultivo de la papa en el Ecuador* (pp. 21–28).
- Aparcana Robles, S., (2008). *Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso “Fermentación Anaeróbica” de Biogas*. <http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio%20sobre%20el%20Valor%20Fertilizante%20de%20los%20Productos%20del%20Proceso%20Fermentacion%20Anaerobica%20para%20Produccion%20de%20Biogas_ntz.pdf>.
- Arana, S., (2011). *Manual de elaboración de biol*. <<https://drive.google.com/file/d/0BxQ1G0B92UcVSjJub3ZPVnFuVUU/edit>>.
- Asamblea Nacional., (2008). «Costitución de la República del Ecuador.» Quito.
- Awadalla, S., Beleh, S., y Mohsena, M. (2017). Influence of Nitrogen and Potassium Fertilization Levels on the Population Density of the Bird Cherry – Oat Aphid, *Rhopalosiphum padi* Linnaeus (Homoptera: Aphididae). *Journal of Plant Protection and Pathology*, 8(2), 87-89. DOI:10.21608/jppp.2017.46153
- Bari, R., y Jones, J., (2009). «Role of plant hormones in plant defense responses. » *Springer Link*.
- BASF. *GREENHOUSE GROWER.*, (Junio de 2016). <<http://www.greenhousegrower.com/sponsor/basf/plant-protection-plants-can-marshal-a-variety-of-resources-to-protect-themselves-and-much-is-yet-to-be-discovered/>>.
- Bezemer, T Martijn y Van Dam, N., (2005). «Linking aboveground and lelowground interactions via induced plant defenses. » *ELSELVIER*.
- Biblioteca Técnica Servicios y Almásigos S.A. *EL CULTIVO DE LA PAPA*. s.f. <<http://allmacigos.cl/bt/EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20PAPA.pdf>>.
- Blanco Labra, Alejandro y César Aguirre Mancilla., (2002). *Proteínas Involucradas en los Mecanismos de Defensa de la Planta*.

- Boris Jaén Ribera., (2011). *Guía para la preparación y el uso del biol.* <<http://saludpublica.bvsp.org.bo/cc/bo40.1/documentos/676.pdf>>.
- Bosa, Felipe, y otros., (2005). «Evaluacion de la tecnica de la interrupcion de la copula de Tecia solanivora Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae).» *SciELO*
- Carmona, Dora. *Bioecología y Manejo Integrado de la “mosca minadora de la hoja”, Liriomyza huidobrensis Blanchard (Diptera:Agromyzidae), en cultivos de papa del sudeste de Buenos Aires.* s.f. <<http://www.papaslatinas.org/alap/Nuevos%20archivos/PLAGAS/Carmona-PLAGAS.pdf>>.
- Carvalhais, Lilia C, y otros., (2013). «Activation of the Jasmonic Acid Plant Defence Pathway Alters the Composition of Rhizosphere Bacterial Communities.».
- Castresana, C., (2013). *Señales celulares implicadas en la activación de la inmunidad vegetal.*
- Cevallos, G., (2008). «LEVANTAMIENTO DE PLAGAS INSECTILES DE PAPA (Solanum tuberosum) EN CUATRO FORMACIONES ECOLÓGICAS DE LA SERRANÍA ECUATORIANA.» Quito.
- Chavez, P., (2008). *La papa, tesoro de los Andes.* <http://fci.uib.es/digitalAssets/177/177040_peru.pdf>.
- Chehab, C., (2015). «El cultivo de papa en Ecuador y planes de mejora.» *IV Congreso Ecuatoriano de la Papa.* Ibarra, 4. <<http://es.slideshare.net/patriciocuasapaz1/memorias-del-vi-congreso-ecuadoriano-de-la-papa>>.
- Chingal, E. (2017). “Evaluación de controladores biológicos en trampas como alternativa para el combate del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en papa (*Solanum tuberosum*) en el Centro Experimental San Francisco, Huaca – Carchi – Ecuador. Tulcán, Ecuador.
- Chulde, R, P Gallegos y C Asaquibay., (2002). «Control biológico de la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), en papa (*Solanum Tuberosum*), mediante el uso de dos parasitoides, *Diglyphus* sp. y *Chrysocharis* sp. Carchi.» Quito: <http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/presentaciones/microsoft-powerpoint-gallegos-control.pdf>.
- CIA., (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la papa.* <<http://www.ica.gov.co/getattachment/b2645c33-d4b4-4d9d-84ac-197c55e7d3d0/Manejo-fitosanitario-del-cultiva-de-la-papa-;-.aspx>>.

- Cooper, W R, L Goggin y L Jia., (2005). «Effects of jasmonate-induced defenses on root-knot nematode infection of resistant and susceptible tomato cultivars. » *Journal of Chemical Ecology*, 31(9), 1953-1967. doi:DOI: 10.1007/s10886-005-6070-y
- Cordero Beltrán, I., (2010). *Aplicación de biol a partir de residuos: Ganaderos de cuy y gallinaza en el cultivo de Raph Anus Sativus L para determinar su incidencia en la calidad de suelo para la agricultura.*
- Cortez, Miguel Román y Guillermo Hurtado., (2002). *Guía Técnica Cultivo de la papa.* <<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>>.
- Coto Álvarez, A., (2005). *EL nematodo blanco de la papa (Globodera pallida. Stone).* <http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/nematodo_blanco.pdf>.
- Creelman, Robert A y John E Mullet., (1997). « Biosynthesis and Action of Jasmonates in plants. » *Plant Physiol.*
- Crissman, Charles, David Yanggen y Stephen Sherwood., (2002). *LOS PLAGUICIDAS: Impactos en producción, Salud y medio Ambiente en Carchi, Ecuador.*
- De la Mora, A., Vázquez, F y Valero, J. (2016). Bacillus bacterial succession during composting and vermicomposting using different manure sources. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, 1.
- Delgado, J. L. (2018). FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE LOS PRINCIPALES INSECTOS FITÓFAGOS DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN DOS LOCALIDADES DE CUTERVO, CAJAMARCA. Cajamarca, Perú.
- Devaux, André, y otros., (2010). *El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú).* <<http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/005363.pdf>>.
- Díaz, A., Duarte, M., Ráudez, D., y Estrada, D. (2020). Efecto de bioinsumos en la dinámica poblacional de *Bemisia tabaci* (GEN) *Liriomyza spp*, en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, L), San Isidro, Nicaragua 2017-2018. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 6(11), 1456-1480. doi:DOI 10.5377/ribcc.v6i12.9932
- Dively, G. P., Patton, T., Barranco, L., & Kulhanek, K. (2020). Comparative Efficacy of Common Active Ingredients in Organic Insecticides Against Difficult to Control Insect Pests. *Insects*, 11(9), 614. <https://doi.org/10.3390/insects11090614>

- EKOS., (2014). *El Día Nacional de la Papa se celebró en Quito.* <<http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=4311>>.
- FAO., (2008). *Año Internacional de la Papa.* <<http://www.fao.org/potato-2008/es/elaip/index.html>>.
- FAOSTAT., (2014). *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura.* <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2014. <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>>.
- Flores Agreda, Rubén, y otros., (2012). *Estudio de la demanda de semilla de papa de calidad en Ecuador.* <<http://nqxms1019hx1xmtstxk3k9sko.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/11/005838-1.pdf>>.
- FONAG., (2010). *Abonos Orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana.* <http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf>.
- FONCODES., (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus.* Lima.
- Galárraga, Julio., (2013). «Congreso de la papa.» *Estudio de Demanda de Semilla de Papa de Calidad en el Ecuador.*
- Galindo, J., y Española, J. (2004). Dinámica de la captura de *Premnotrypes vorax* (Coleoptera: Curculionidae) y la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) en trampas con diferentes tipos de atrayentes en un cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*). *Revista Colombiana de Entomología*, 30(1), 57-64.
- Gallegos G, P., (2003). «Problemática de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora*.» *III Taller Internacional sobre la polilla guatemalteca de la papa Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) *en el Ecuador: Antecedentes, desarrollos y perspectivas.* Colombia: https://books.google.com.ec/books?id=SQQKGLRNBEAC&pg=PA79&lpg=PA79&dq=perdidas+del+cultivo+de+papa+por+la+polilla+guatemalteca+en+el+ecuador&source=bl&ots=nCH3harGpK&sig=-EGZafgdq-_Sak-G-gYdeqMml84&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEWjN9rCzpdHOAhXHf4KHfgMApMQ6AEIR.
- Gallegos, P. (2000). Situación actual y perspectivas de control del "minador de la hoja" *Liriomyza huidobrensis*, en el cultivo de papa, en la provincia del Carchi. Quito, Ecuador.

- Garfi, M., Ferrer, L., Villegas, V., y Ferrer, I. (2011). Psychrophilic anaerobic digestion of guinea pig manure in low-cost tubular digesters at high altitude. *102*(10), 6356-6359. doi:DOI: 10.1016/j.biortech.2011.03.004
- Guato Guato, S. (2016). Influencia de tres abonos orgánicos tipo biol en la población de pulguilla en papa (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD PUCA SHUNGO. Cevallos, Ecuador.
- González, Alberto y Javier Franco. *Los Nematodos en la producción de semilla de papa*. s.f. <<http://192.156.137.121:8080/cipotato/training/Materials/Tuberculos-Semilla/Semilla3-9.pdf>>.
- Hellpap, C., Zebitz, C., Ostermann, H., y Dreyer, M. (1995). Neem Products for Pest Management, Practical Results of Neem Application against Arthropod Pests, and Probability of Development of Resistance: Sections 4.2 - 4.2.2. En H. Schmutterer, *The Neem Tree: Azadirachta indica A. Juss. and Other Meliaceous Plants* (385-411). doi:<https://doi.org/10.1002/3527603980.ch4b>
- Hidalgo Franco, A, V., (2015). *Estudio de la aplicación de biofertilizantes orgánicos en el desarrollo agronómico del cultivo de pimiento (capsicum annum l.) en la zona de Mocache, Ecuador durante la época seca del año 2013*. <<http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/11/1/T-UTEQ-0002.pdf>>.
- Hivos., (2015). *Usos y beneficios del biol y biogás*. <https://issuu.com/hivossudamer/docs/pdf_final_dise_o_usos_y_beneficio>.
- Howe, Gregg A y Georg Jander., (2008). «Plant Immunity to Insect Herbivores» *PLANT BIOLOGY*
- INIAP., (2012). *Conozca y reduzca la población del gusano blanco de la papa (Premnotrypes vorax)*.
- INEC., (2015). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC-2014*. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2015/Presentacion%20de%20resultados%20ESPAC_2015.pdf>.
- INEC. (2021). *Boletín Técnico: Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua, 2020*. 1–15. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin_Tecnico_ESPAC_2020.pdf
- Inostroza Fariña, J., (2009). «Manual de papa para la Araucanía: Manejo y plantación.».

- Jordán, Miguel y José Casaretto., (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Etileno, Ácido Abscísico*, <<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Etileno,aba,jasmonico,brasino,.pdf>>.
- Kroschel, Jürgen, y otros., (2015). «Producción de papa orgánica en la región andina del Perú: el manejo integrado de plagas lo hace posible.» <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/57020/CIP_77522_OA.pdf?sequence=1>.
- Laredo, E., Martínez, J., Iliná, A., Guillen, L., y Hernández, F., (2017). Aplicación de ácido jasmónico como inductor de resistencia vegetal frente a patógenos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (3), 673-683. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i3.40>
- López, M., Bande, M., & Seoane, M. (2000). Evaluación del efecto salino en un suelo fertilizado con lodos de industria láctea. Obtenido de *Edafología* : <<https://www.secs.com.es/data/revista%edafo/partes%volumen%207/paginas%2073>>
- Lucero, H., (2011). *Manual del cultivo de papa en la para la sierra sur*. Cuenca.
- M, José, Jairo Gómez y Roosevelt, E., (2014). *Utilización de los Residuos Orgánicos en la Agricultura*. <http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_CIAT/Residuos_Organicos_Agricultura_FIDAR.pdf>.
- Mahmood, Isra, y otros., (2016). «Effects of Pesticides on Environment» *Plant, Soil and Microbes*.
- Mamami, Pablo, Eloina Chavéz y Noel Ortuño., (2012). *Biofertilizantes caseros para la producción ecológica de cultivos*. <<http://www.proinpa.org/tic/pdf/Bioinsumos/Biol/pdf59.pdf>>.
- Martínez, S., Garbi, M., Puig, L., Cap, G., & Gimenez, D. (2021). FITOHORMONAS REDUCEN DAÑOS POR *Nacobbus aberrans* EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Science*, 37(1), 43-53. doi:<https://doi.org/10.29393/CHJAAS37-5FRSM50005>
- Medina Laura, C., (2012). *Biol mejorado*. <[file:///C:/Users/HP/Downloads/BIOL%20MEJORADO%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/BIOL%20MEJORADO%20(3).pdf)>.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Boletín Situacional papa*. <http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2018/boletin_situacional_papa_2018.pdf>.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). Informe de rendimientos de papa en el Ecuador. Pag. 15. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). *Encuesta de producción agropecuaria continua* https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf
- Molina, M., y Salinas, J. (2005). Fumigación biológica con estiércol fresco de ganado bovino para el control de nemátodos fitoparásitos en suelos del Campus agropecuario de la UNAN-LEÓN. Nicaragua.
- Molina, R., Zayas, M., Meléndez, O., Ramos, N., Álvarez, S., Liñeiro, L., y Muiño, B. (2013). Medidas agrotécnicas para el control de *Meloidogyne incognita* en cultivo protegido del pepino. *Fitosanidad*, 17(3), 161-165.
- Monteros, Guerrero A. (2016). *Rendimientos de la papa en el Ecuador segundo ciclo 2015 (junio-noviembre)*. <<https://docplayer.es/45706544-Rendimientos-de-papa-en-el-ecuador-segundo-ciclo-2015-junio-noviembre-resumen.html>>.
- Montesdeoca, Fabián. (2013). *Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador*.
- Morales Cubillos, I. (2009). Aprovechamiento de lodos primarios provenientes del tratamiento de aguas residuales de una industria láctea por medios de la producción de concentrados para animales del sector porcícola y ganadero vacuno. Universidad de la Salle, Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Bogotá. Obtenido de Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/155
- Nadarajah, Kalaivani. (2016). «Induced Systemic Resistance in Rice» Choudhary, Devendra K y Ajit Varma. *Microbial-mediated Induced Systemic Resistance in Plants*. 103.
- Ñustez L, Carlos Eduardo., (2010). *Variedades Colombianas de papa*. <<http://www.papaunc.com/catalogo.shtml>>.
- Oka, Y., & Yermiyahu, U. (2002). Suppressive effects of composts against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato, *Nematology*, 4(8), 891-898. doi: <https://doi.org/10.1163/156854102321122502>
- Olivera Bravo, Silvia y Danie Rodríguez Ithurralde. (2008). *Pesticidas, Salud y Ambiente*.

- Osorio, L. (2005). Los biodigestores campesinos: una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos. *LEISA: Revista de Agroecología*, 22(2), 25-27.
- Palacios, María. *Principales plagas de la papa: La polilla de la papa y la mosca minadora*. s.f. <<http://192.156.137.121:8080/cipotato/training/Materials/Tuberculos-Semilla/semilla3-7.pdf>>.
- Paniagua, Juan José, y otros. *FUNDESYRAM*. s.f. <<http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1775>>
- Paredes, Myriam, y otros., (2003). «Conocimientos, actitudes y prácticas de manejo de plaguicidas de las familias productoras de papa» Yanggen, David, Charles Crissman y Patricio Espinos. *Los plaguicidas: Impactos en producción salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador*. Quito, 26-40.
- Parviz, Jatala., (1986). *Nematodos parásitos de la papa*. <<http://curso.ihmc.us/rid=1JL7FNT7R-NPN9Q7-Y6D/Nematodos%20parasitos.CIP.pdf>>.
- Pérez, W y G Forbes. (2011). «Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina.» Lima.
- Pumisacho, Manuel y José Velásques. (2009). «Manual del cultivo de papa para pequeños productores.» Quito, 98p.
- Pumisacho, Manuel y Stephen Sherwood., (2002). «La papa en Ecuador.» *El cultivo de la papa en el Ecuador*. Quito, 21.
- Pumisacho, Manuel, y otros. *El catzo o adulto del gusano blanco de la papa y alternativas de manejo*. s.f. <<http://www.vipp.es/biblioteca/files/original/4a1b11b886d5780b2976c424f21ea8a0.pdf>>.
- Rado, C. (2010). Control del nemátodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne incognita* Chitw.) con materia orgánica compostada (estiércol de vacuno) en el cultivo de páprika (*Capsicum annum* L. Var. Queen). Tacna-Perú.
- Reinoso R, I., (2013). *EL CULTIVO DE PAPA Y SU PARTICIPACION EN LA ECONOMIA ECUATORIANA*. 2013.
- Rengifo Rio, E., (2014). “EFECTO DE CINCO (5) DOSIS DE ABONO ORGANICO FOLIAR (Biol.), SOBRE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DEL PASTO BRACHIARIA (*Brachiaria brizantha*) cv. Marandu. EN EL FUNDO DE ZUNGAROCOCHA. <file:///D:/BIOL_N/Plantas_inmune/TESIS_BIOL.pdf>.

- Restrepo Rivera, Jairo y Julius Hensel., (2009). «Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca.» *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra*. Cali, 89.
- Revista El agro. «Producción de la papa aumentó en 9 TM.» *El agro* (2015).
- Rodríguez Medina, Carmen. *La nueva actuación comunitaria en la reducción de los riesgos de los plaguicidas*. s.f. <<http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/plaguicidas.pdf>>.
- Rodríguez Palenzuela, Pablo y Antonio Molina. *RESISTENCIA SISTÉMICA INDUCIDA: ¿UNA HERRAMIENTA A LA BIO-ECOLOGÍA?* Noviembre de 2008. <http://www.soilace.com/pdf/pon2008/d28/Cas/20_PRodriguezPalenzuela.pdf>.
- Rosero, M. (2018). Evaluación de la incidencia y severidad de nematodos y artrópodos plaga en el cultivo de rosas (*Rosa spp.*) Variedad freedom, en la Finca Flor de Azama, Cantón Cotacachi, Provincia Imbabura. Ibarra, Ecuador.
- Saleh, A.A.; L. R. EL-Gohary; A. M. Hamed, and R. I. Baz;(2016). Effect of Nitrogen fertilization doses of cotton crop insects and their certain associated predators. *J. Plant Prot. And Path.*, Mansoura Univ., 7(3):183-191. DOI: 10.21608/JPPP.2016.50142
- Sánchez, Jaiver Danilo, Aristóbulo López y Luis Ernesto Rodríguez. «Determinación de las etapas críticas en el desarrollo fenológico del cultivo de la papa *Solanum phureja*, frente al ataque de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Lepidóptera: Gelechiidae).» *Scielo* (2005).
- Santin, E. (2017). Efecto de la aplicación de Biol en el cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedades Amadeus 77 y Dehoro, Zamorano Honduras. Zamorano - Honduras.
- SENASICA. *Nematodo dorado (Globodera rostochiensis)*. Diciembre de 2013. <<http://www.cesaveson.com/files/e6c2020a0f2b2dbb10d144881f4139d2.pdf>>.
- SINAGAP. *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*. 2015. <<http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/reportes-dinamicos-espac>>.
- SIPA. (2020). *Cifras Agroproductivas*. Agricultura.Gob.Ec. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- SIPSA. (2014). *Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*.
- Solís, M., Reyes, D., Solís, A., Pérez, H., y Gil, J. L. (2015). Evaluación Económica Del Cultivo De Acelga (*Beta vulgaris*var. Cicla) Usando Biol Como Fertilizante Orgánico. *International Multilingual Journal of Contemporary Research*, 3(2), 49-56. doi:DOI: 10.15640/imjcr.v3n2a5

- Stoorvogel, Jetse, y otros., (2002). «Plaguicidas en el medio ambiente.» *LOS PLAGUICIDAS: Impactos en producción, Salud y medio Ambiente en Carchi, Ecuador*. 58.
- Tebayashi, S.-i., Horibata, Y., Mikagi, E., Kashiwagi, T., Mekuria, D., Dekebo, A., Dekebo, A., Ishihara, A., Kim, C.-s. (2007). Induction of Resistance against the leafminer, *Liriomyza trifolii*, by Jasmonic Acid in Sweet Pepper. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 71(6), 1521-1526.
- Thaler, J. (1999). Induced Resistance in Agricultural Crops: Effects of Jasmonic Acid on Herbivory and Yield in Tomato Plants. *Entomological Society of América*, 30-37.
- Toalombo Yumbopatin, M, C., (2013). “*APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS LIQUIDOS TIPO BIOL AL CULTIVO DE MORA (Rubus glaucus Benth)*”.
- Toledo, Milton. *Manejo de la mosca minadora en el cultivo de papa*. s.f. <<http://repiica.iica.int/docs/B4172e/B4172e.pdf>>.
- Torres, Lucía, y otros., (2011). *Centro Internacional de la Papa (CIP)*. <<http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/variedades/>>.
- United States Department of Agriculture. (2014). *Natural Resources Conservation Service*. <<https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=SOTU>>.
- Van, V., (2007). *Induced pathogen and insect resistance in Arabidopsis: Transcriptomics and specificity of defense*.
- Villacrés Espinoza, N, F., (2014). “*EL USO DE PLAGUICIDAS QUÍMICOS EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum), SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD*”.
- Villares, G., (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Juan de Ilumán*. <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1060018710001_PDyOT%20DE%20ILUMAN%20diagn%C3%B3stico_19-05-2015_17-27-14.pdf>.
- Vincent, Charles, Andrei Alyokhin y G Philippe., (2013). «Potatoes and their Pests – Setting the Stage» Canada, 6.
- Vivanco, Jorge, y otros., (2005). «Mecanismos químicos de defensa en las plantas.» <<http://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/vivanco-et-al-2005.pdf>>.
- War, Abdul Rashid, y otros., (2011). «Role of salicylic acid in induction of plant defense system in chickpea (*Cicer arietinum* L)» *Plant Signaling & Behavior*.

- Yáñez Valverde, F., (2019). *Implicaciones ambientales y sociales del uso y manejo de agroquímicos en la producción de maíz.*
- Zagoia, Joaquin, y otros., (2015). «Caracterización fisicoquímica de biofermentos elaborados artesanalmente.» *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud.*
- Zavala, Jorge A., (2010). *Respuestas inmunológicas de las plantas frente al ataque de insectos.* <http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Zoologia_Agricola/Manejo_Integrado/Competencia3/Separatas04/respuestas_de_defensa_de_la_plantas_al_ataque_de_insectos.pdf>
- Zhou, J., Jia, F., Shao, S., Zhang, H., Li, G., Xia, X., Zhou, Y., Yu, J., Shi, K. (2015). Involvement of nitric oxide in the jasmonate-dependent basal defense against root-knot nematode in tomato plants. *Frontiers in Plant Science*, 6(193). doi:doi: 10.3389/fpls.2015.00193

5. ANEXOS

Anexo 1: Aporte total de nutrientes de los tratamientos por hectárea en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), con los siguientes fertilizantes: T1 y T2 (biol+compost) y T3 (fertilizante químico).

Nutrientes (kg/ha)	Fertilizantes	Tratamientos		
		T1	T2	T3
N	Biol	18.32	50.55	
	Compost	131.68	99.45	
	Fertilizante químico			150
	Total	150	150	150
P	Biol	91.16	98	
	Compost	28.95	21.85	
	Fertilizante químico			300
	Total	120.11	119.86	300
K	Biol	1564.6	933.33	
	Compost	106.63	80.52	
	Fertilizante químico			100
	Total	1671.23	1013.85	100
Mg		280.28	192.65	
Ca		270.75	208.37	
S		17.87	19.54	
Na		161	115.28	
Cl		340.14	259.54	
Fe		3.45	2.25	
Mn		7.8	6.38	
Cu		0.14	0.09	
Zn		0.77	0.34	
B		3.58	1.57	

Anexo 2: *Cálculo de la cantidad de biol elaborado para la aplicación en el cultivo de papa (Solanum tuberosum).*

Cantidad de N => $(216 \text{ m}^2 * 150 \text{ kg de N}) / 10000 \text{ m}^2 = 3.24 \text{ kg de N}$

Cantidad de N por mes => $3.24 \text{ kg de N} / 5 \text{ meses} = 0.65 \text{ kg de N/mes}$

Cantidad de N por semana => $0.65 \text{ kg de N/mes} / 4 \text{ semanas} = 0.16 \text{ kg de N/semana}$

Conversión de kg a mg => $0.16 \text{ kg de N} * 1000000 \text{ mg} = 160000 \text{ mg de N}$

Cantidad de biol por semana según análisis de biol estándar =
> $(160000 \text{ mg de N} * 1 \text{ litro}) / 366 \text{ mg N} = 437 \text{ litros de biol por semana}$

Biol a obtener => $(200 \text{ litros de biol} * 68\% \text{ eficiencia}) / 100\% = 136 \text{ litros de biol a obtener}$

Tanques de biol a realizar por semana =
> $437 \text{ litros de biol por semana} / 136 \text{ litros de biol a obtener} = 3.25 \text{ tanques por semana}$

Anexo 3. *Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable incidencia de gusano blanco.*

Días	Trat.	Medias	E.E.	
56	2	98.61	2.16	A
42	2	98.61	2.06	A
49	1	98.61	3.23	A
49	2	97.22	3.23	A
56	1	97.22	2.16	A
42	1	95.83	2.06	A
56	3	87.50	2.16	A B
63	1	87.50	9.29	A B
49	3	87.50	3.23	A B
70	1	86.11	4.96	A B
35	2	84.72	11.77	A B C
70	2	83.33	4.96	A B C
63	2	80.56	9.29	A B C D
35	1	76.39	11.77	A B C D E
42	3	75.00	2.06	B C D E
63	3	70.83	9.29	B C D E F
112	3	61.11	6.82	C D E F G
84	1	52.78	3.58	E F G H
77	1	47.22	4.03	G H I
35	3	47.22	11.77	E F G H I
84	2	43.06	3.58	H I
91	1	41.66	5.20	H I J
70	3	40.28	4.96	H I J
84	3	38.89	3.58	H I J
77	2	37.50	4.03	H I J
91	3	37.50	5.20	H I J K
105	1	34.72	9.24	H I J K L
91	2	33.33	5.20	I J K L
77	3	33.33	4.03	I J K L
105	2	29.17	9.24	I J K L
105	3	29.17	9.24	I J K L
112	1	25.00	6.82	I J K L
98	2	22.22	5.95	I K L
98	3	20.83	5.95	L
112	2	20.83	6.82	I K L
98	1	16.67	5.95	L

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

Anexo 4. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable gusano blanco

<u>Días</u>	<u>Trat</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>																		
42	2.00	20.83	1.16	A																	
42	1.00	17.72	1.16	A	B																
35	2.00	15.06	1.19		B	C															
49	1.00	13.48	0.73			C	D														
49	2.00	12.77	0.73			C	D														
56	1.00	11.12	0.57				D	E													
35	1.00	10.98	1.19				D	E	F												
56	2.00	10.26	0.57					E	F												
42	3.00	8.02	1.16						F	G											
63	1.00	6.69	0.52						G	H											
63	2.00	6.32	0.52						G	H											
49	3.00	4.88	0.73							H	I										
70	2.00	4.35	0.36							H	I										
35	3.00	4.33	1.19							H	I	J									
70	1.00	4.21	0.36							I	J										
56	3.00	3.61	0.57							I	J	K									
63	3.00	2.35	0.52								J	K	L								
77	1.00	1.88	0.29										L								
84	1.00	1.76	0.23										L	M							
112	3.00	1.61	0.18										L	M							
84	2.00	1.37	0.23										L	M	N						
77	2.00	1.30	0.29										L	M	N	O					
70	3.00	1.25	0.36										L	M	N	O	P				
84	3.00	1.15	0.23											M	N	O	P				
91	1.00	1.07	0.18											M	N	O	P				
77	3.00	1.06	0.29											M	N	O	P	Q			
98	2.00	1.00	0.19												N	O	P	Q			
91	3.00	0.97	0.18												N	O	P	Q			
105	1.00	0.94	0.18												N	O	P	Q	R		
91	2.00	0.86	0.18												N	O	P	Q	R	S	
105	3.00	0.82	0.18												N	O	P	Q	R	S	
112	1.00	0.78	0.18													O	P	Q	R	S	
105	2.00	0.65	0.18														P	Q	R	S	
98	3.00	0.50	0.19															P	Q	R	S
98	1.00	0.45	0.19																Q	R	S
<u>112</u>	<u>2.00</u>	<u>0.37</u>	<u>0.18</u>																		

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

Anexo 5. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable incidencia de pulguilla.

<u>Días</u>	<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
49	2	100.00	6.08	A
49	1	100.00	6.08	A
35	2	98.61	6.08	A B
42	2	98.61	6.08	A B
56	2	95.83	6.08	A B C
56	1	95.83	6.08	A B C
56	3	91.67	6.08	A B C D
42	1	90.28	6.08	A B C D E
63	1	90.16	6.08	A B C D E F
63	2	88.89	6.08	A B C D E F
112	2	87.50	6.08	A B C D E F
70	1	86.11	6.08	A B C D E F
112	1	86.11	6.08	A B C D E F
63	3	86.11	6.08	A B C D E F
35	1	86.11	6.08	A B C D E F
98	2	83.33	6.08	B C D E F G
70	2	80.55	6.08	C D E F G H
70	3	79.17	6.08	D E F G H I
105	1	77.78	6.08	D E F G H I J
112	3	75.00	6.08	E F G H I J K
105	2	73.61	6.08	F G H I J K
49	3	68.06	6.08	G H I J K L
91	2	66.67	6.08	H I J K L M
98	1	63.89	6.08	I J K L M N
35	3	62.50	6.08	J K L M N
98	3	62.50	6.08	J K L M N
77	3	61.11	6.08	K L M N
105	3	59.72	6.08	K L M N
91	1	56.94	6.08	L M N O
84	3	56.94	6.08	L M N O
84	1	54.17	6.08	L M N O
77	2	54.17	6.08	L M N O
84	2	51.39	6.08	M N O
91	3	50.00	6.08	N O
77	1	43.05	6.08	O
<u>42</u>	<u>3</u>	<u>41.67</u>	<u>6.08</u>	<u>Q</u>

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

Anexo 7. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable incidencia de mosca minadora.

<u>Días</u>	<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>		
91	1	100.00	0.77	A	
91	2	100.00	0.77	A	
91	3	100.00	0.77	A	
84	1	100.00	0.77	A	
84	2	100.00	0.77	A	
84	3	100.00	0.77	A	
105	1	100.00	0.77	A	
105	2	100.00	0.77	A	
105	3	100.00	0.77	A	
98	1	100.00	0.77	A	
98	2	100.00	0.77	A	
98	3	100.00	0.77	A	
112	3	100.00	0.77	A	
63	1	100.00	0.77	A	
63	2	100.00	0.77	A	
56	2	100.00	0.77	A	
112	1	100.00	0.77	A	
112	2	100.00	0.77	A	
77	1	100.00	0.77	A	
77	2	100.00	0.77	A	
77	3	100.00	0.77	A	
70	1	100.00	0.77	A	
70	2	100.00	0.77	A	
70	3	100.00	0.77	A	
63	3	95.83	0.77	B	
56	1	94.44	0.77	B	C
56	3	93.06	0.77		C
35	1	0.00	0.77		D
49	3	0.00	0.77		D
49	2	0.00	0.77		D
49	1	0.00	0.77		D
35	3	0.00	0.77		D
35	2	0.00	0.77		D
42	3	0.00	0.77		D
42	1	0.00	0.77		D
42	2	0.00	0.77		D

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

Anexo 8. Medias y errores estándares de la interacción Días* Tratamiento en la variable severidad de mosca minadora.

<u>Días</u>	<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
105	1	37.91	0.98	A
98	1	37.89	0.98	A
77	1	37.60	0.98	A B
84	2	37.23	0.98	A B
84	1	37.04	0.98	A B
112	2	36.18	0.98	A B C
77	2	35.69	0.98	A B C D
98	2	35.56	0.98	A B C D
70	2	35.49	0.98	A B C D
105	2	35.27	0.98	B C D
91	2	33.74	0.98	C D E
112	1	33.66	0.98	D E
70	1	32.06	0.98	E F
84	3	30.15	0.98	F G
91	3	29.17	0.98	G H
91	1	29.01	0.98	G H
77	3	27.59	0.98	H I
70	3	26.23	0.98	I J
63	1	24.99	0.98	J
98	3	24.88	0.98	J
112	3	21.09	0.98	K
105	3	19.43	0.98	K
63	2	15.43	0.98	L
56	2	12.60	0.98	M
63	3	11.04	0.98	M
56	1	7.54	0.98	N
56	3	6.70	0.98	N
42	3	0.00	0.98	O
35	3	0.00	0.98	O
35	1	0.00	0.98	O
35	2	0.00	0.98	O
42	1	0.00	0.98	O
42	2	0.00	0.98	O
49	3	0.00	0.98	O
49	1	0.00	0.98	O
49	2	0.00	0.98	O

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

Anexo 9: Medias y error estándar por tratamientos del rendimiento por hectárea (kg).

Tratamiento	Medias	E.E.	Rangos
2.00	25350.65	692.22	A
1.00	25018.04	692.22	A
3.00	21859.44	692.22	B

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

Anexo 10: Resultados del análisis de laboratorio de la identificación del género de nematodos presentes en las muestras de raíz de cada tratamiento.

 AGROCALIDAD <small>AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO Y CONTROL TECNICO DE LA CALIDAD DEL AGRO</small>	LABORATORIO DE NEMATOLOGÍA Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-22372-844/2372-845	PGT/N/09-F001
		Rev. 7
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

Informe N°: IN N.E.18.051
 Fecha emisión Informe: 20/04/2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Nary Teresa Maldonado
 Dirección: Otavalo, Peguche
 Provincia: Imbabura Cantón: Otavalo
 Teléfono: 2 690 733
 Correo Electrónico: narymaldonado@gmail.com
 N° Orden de Trabajo: 10-2018-0024
 N° Factura/Documento: 018-001-3899

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Raíz	Conservación de la muestra: Apropriada
Cultivo: Papa	Variedad: Superchola
País: Ecuador	
Provincia: Imbabura	Coordenadas: X: No informa
Cantón: Otavalo	Y: No informa
Parroquia: Iluman	Altitud: No informa
Responsable de toma de muestra: Nary Maldonado	
Fecha de toma de muestra: 05/04/2018	Fecha de inicio del análisis: 06/04/2018
Fecha de recepción de la muestra: 06/04/2018	Fecha de finalización del análisis: 17/04/2018

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	TIPO DE ANÁLISIS	MÉTODO	FAMILIA	GÉNERO/ESTADIO	ESPECIE	CONTEO	UNIDAD
N-18-103	T1B1	Nematológico raíz género	PEE/N/02	Aphelenchidae	<i>Aphelenchus</i>	spp	20	Nematodos/10 g de raíz
			PEE/N/14	Meloidogynidae	<i>Meloidogyne</i>	spp	60	
N-18-104	T2B1	Nematológico raíz género	PEE/N/02	Meloidogynidae	<i>Meloidogyne</i>	spp	40	Nematodos/10 g de raíz
			PEE/N/14	Tylenchidae	<i>Tylenchus</i>	spp	40	
			PEE/N/14	-	<i>Saprofitos</i>	spp	160	
N-18-105	T3B1	Nematológico raíz género	PEE/N/02	-	<i>Saprofitos</i>	spp	160	Nematodos/10 g de raíz
N-18-106	T1B2	Nematológico raíz género	PEE/N/02	Meloidogynidae	<i>Meloidogyne</i>	spp	80	Nematodos/10 g de raíz
			PEE/N/14	Tylenchidae	<i>Tylenchus</i>	spp	40	
N-18-107	T2B2	Nematológico raíz género	PEE/N/02	Meloidogynidae	<i>Meloidogyne</i>	spp	40	Nematodos/10 g de raíz
			PEE/N/14	-	<i>Saprofitos</i>	spp	160	

Analizado por: Ing. Milena Acosta

Observaciones: En la muestra de raíz analizada se encontraron nemátodos de los géneros: *Meloidogyne spp.*, *Tylenchus spp.*, *Aphelenchus spp.*, y saprófitos.

RECIBIDO
 TUMBACO - ECUADOR

Ing. Ximena Navarrete
 Responsable Técnico
 Laboratorio de Nematología

AGROCALIDAD
 LABORATORIO DE NEMATOLOGÍA
 TUMBACO - ECUADOR

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en este momento. Esta prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización de AGROCALIDAD.

AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
 CERTIFICADO QUE ES EL COPIA DEL ORIGINAL

AGROCALIDAD
 DGDA

Fecha: 20/04/2018

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE NEMATOLOGÍA Vía Interoceánica Km. 14½ y El Rey Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef: 02 22322 844/2322 845	PGT/N/09-F001 Rev. 7
	INFORME DE ANALISIS	Hoja 1 de 1

Informe N°: 174 N 118 040
 Fecha emisión Informe: 20/04/2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Nary Teresa Maldonado
 Dirección: Otavalo, Peguche
 Provincia: Imbabura Cantón: Otavalo

Teléfono: 2 690 733
 Correo Electrónico: narymaldonado@gmail.com
 N° Orden de Trabajo: 10-2018-0023
 N° Factura/Documento: 018-001-3899

DATOS DE LA MUESTRA:

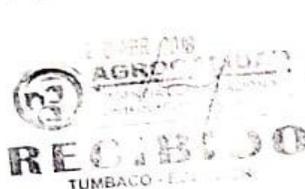
Tipo de muestra: Raiz	Conservación de la muestra: Apropriada
Cultivo: Papa	Variedad: Superchola
País: Ecuador	
Provincia: Imbabura	Coordenadas: X: No informa Y: No informa
Cantón: Otavalo	Altitud: No informa
Parroquia: Iluman	
Responsable de toma de muestra: Nary Maldonado	Fecha de inicio del análisis: 06/04/2018
Fecha de toma de muestra: 05/04/2018	Fecha de finalización del análisis: 17/04/2018
Fecha de recepción de la muestra: 06/04/2018	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CODIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	TIPO DE ANÁLISIS	MÉTODO	FAMILIA	GÉNERO/ESTADIO	ESPECIE	CONTEO	UNIDAD
N-18-099	T3B2	Nematológico raíz género	PEE/N/02	Aphelenchidae	<i>Aphelenchus</i>	spp	60	Nemátodos/10
			PEE/N/14	Heteroderidae	<i>Heteroderidae</i>	spp	160	g de raíz
N-18-100	T1B3	Nematológico suelo género	PEE/N/02	Pratylenchidae	<i>Pratylenchus</i>	spp	40	Nemátodos/10
			PEE/N/14	Aphelenchidae	<i>Aphelenchus</i>	spp	40	g de raíz
N-18-101	T2B3	Nematológico raíz género	PEE/N/02	Pratylenchidae	<i>Pratylenchus</i>	spp	20	Nemátodos/10
			PEE/N/14	Aphelenchidae	<i>Aphelenchus</i>	spp	20	g de raíz
N-18-102	T3B3	Nematológico raíz género	PEE/N/02 PEE/N/14		Saprófitos	spp	80	Nemátodos/10 g de raíz

Analizado por: Ing. Milena Acosta

Observaciones: En la muestra de raíz analizada se encontraron nemátodos de los géneros: larvas de la familia Heteroderidae, *Aphelenchus spp.*, *Pratylenchus spp.* y saprófitos.



Ing. Ximena Navarrete
 Responsable Técnico
 Laboratorio de Nematología



Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin el consentimiento escrito de la AGROCALIDAD.



Anexo 11: Resultados del análisis de laboratorio de la identificación del género de nematodos presentes en las muestras de suelo de cada tratamiento.



AGRARPROJEKT S.A.
Urb. El Condado Calle V # 941 y Avda. A
Telfs.: 2490575 / 2492148
Quito Ecuador
info@agrarpromjekt.com
agrarpromjekt@cablomodern.com.ec
www.agrarpromjekt.com

REPORTE ANALISIS DE NEMATODOS

Cliete: Ing. Miguel Gomez
Att.: Sr. Rodrigo Taimal
Cultivo: Papas
Muestras: 3 (de suelo)

Fecha, toma de muestra: 04-04-2018
Fecha, recibo de muestra: 04-04-2018
Fecha, informe: 14-05-2018
Número de Reporte: MGomez-Nem-04-04-18
Análisis certificado por: Dr. Karl Sponagel

Métodos analíticos utilizados para la extracción de nemátodos:

Suelo: "Centrifugal Flotation"
Raiz: "Hydrogen peroxide / water extraction - Maceration - Centrifugal flotation with kaolin powder"

Volumen y peso correspondiente a los análisis:

Suelo: 100 cm³ (estándar internacional)
Raiz: 10 gramos, raiz fresca (estándar internacional)

Abreviaciones utilizadas de especies de nemátodos:

Crco. = Criconemoides spp. (nemátodo anillado, ring nematode)
Dityl. = Ditylenchus spp. (nemátodo del tallo, stem nematode)
Helicotyl. = Helicotylenchus spp. (nemátodo del espiral, spiral nematode)
Hemic. = Hemicyclophora spp. (sheath nematode)
Het. = Heterodera spp. (nemátodo del quiste, cyst nematode)
Long. = Longidorus spp. (needle nematode)
Paratyl. = Paratylenchus spp. (pin nematode)
Pratyl. = Pratylenchus spp. (nemátodo lesionado, lesion nematode)
Meloid. = Meloidogyne spp. (nemátodo de agalla, root-knot nematode)

Rad. = Radopholus spp. (burrowing nematode)
Rotyl. = Rotylenchus spp. (reniform nematode)
Sapro. = nemátodos saprofitos
Scut. = Scutellonema spp.
Trich. = Trichodorus spp. (nem. de raiz de escobilla, stubby root nematode)
Tyl. = Tylenchus spp.
Tyl.rh. = Tylenchorhynchus spp. (nemátodo del raquitismo, stunt nematode)
Tyl.lulus. = Tylenchulus spp. (citrus nematode)
Xiph. = Xiphinema spp. (nemátodo de daga, dagger nematode)

Resultados: a continuación en Página 2



Resultados: Nemátodos Suelo, Papas, Ing. Miguel Gómez, 04-04-18

Suelo Muestra # 1-3:

	Cultivo	Bloque	Muestra	Meloid.	Crco.	Tyl. rh.	Paratyl.	Tyl.	Sapro.
# 1	Papa	Tratamiento 1	Suelo	18	4	4	16	6	112
# 2	Papa	Tratamiento 2	Suelo	22	10	4	4	36	164
# 3	Papa	Tratamiento 3	Suelo	6	8	-	2	8	86
<i>Umbral de Control establecido en cultivo de papa (en 100 cm³ de suelo)</i>			Suelo	40	100	100	150	500	