

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA**



**“CONTROL DEL NEMATODO DEL QUISTE DE LA
PAPA (*Globodera pallida*) UTILIZANDO PRODUCTOS
ORGÁNICOS EN LA ZONA DE CAJAY - ANCASH”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

CADILLO RIOS, ANGEL EBERTT

**HUACHO – PERÚ
2019**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA**



TESIS

**“CONTROL DEL NEMATODO DEL QUISTE DE LA PAPA (*Globodera pallida*)
UTILIZANDO PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA ZONA DE CAJAY-ANCASH”**

**Dr. Luis Olivas, Dionicio Belisario
PRESIDENTE**

**Mg.Sc. Palomares Anselmo, Edison Goethe
SECRETARIO**

**Mg.Sc. Cristina K. Andrade Alvarado
VOCAL**

**Dra. Utia Pinedo, María del Rosario
ASESOR**

**HUACHO – PERÚ
2019**

DEDICATORIA

Con mucho amor y afecto a Dios, a mis queridos padres: Bernardino y Felicitas, por su apoyo incondicional en todo momento de mi vida para lograr mis metas y objetivos, también porque día a día me apoyan para que siga mejorando y creciendo en la vida

Con mucho cariño y gratitud a mis queridos hermanos (as): Magdalena, Lucio, Aureliana, Rosmery, Carmen, Lisbeth, Elmer, Pamela y Javier por acompañarme siempre, por el constante apoyo que me brindan y porque siempre estaremos para apoyarnos y cuidarnos.

Un agradecimiento especial y una gran estima a mis amigos(as) de ayer, hoy y siempre, sin nombrarlos por temor a olvidarme de alguno de ellos.

Angel Ebertt Cadillo Rios

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la máxima expresión de mi fe, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda. Este trabajo ha sido una bendición en todo sentido de mi vida y agradezco a mis familiares y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ustedes que esta meta está cumplida.

Angel Ebertt ,Cadillo Rios

INDICE

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I: Introducción	xiii
1.1 Planteamiento del problema	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	1
1.2.1. Problema General	1
1.2.2. Problemas Específicos	1
1.3. Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4. Justificación de la investigación	3
1.5. Delimitaciones del estudio	3
1.5.1 Delimitación espacial	3
1.5.2 Delimitación temporal	3
1.5.2 Delimitación social	3
1.6. Viabilidad del estudio	3
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	5
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.2 Bases teóricas	5
2.2.1. Origen del papa	6
2.2.2 Taxonomía	6
2.2.3 Descripción botánica	6
2.2.4 Fenología del cultivo	8
2.2.5 Requerimiento de suelo	9
2.2.6 Requerimiento de clima	9
2.2.7 Generalidades de nematodo del quiste de la papa de <i>Globodera pallida</i>	10
2.2.8 Metodos de control del nematodo del quiste de la papa	14
2.3 Definiciones conceptuales	15
2.4 Formulación de hipótesis	17

2.4.1. Hipótesis general	17
2.4.2. Hipótesis específicas	17
CAPÍTULO III: Materiales y Métodos	22
3.1 Diseño metodológico	22
3.1.1 Tipo	22
3.1.2 Enfoque	22
3.2 Población y muestra	23
3.3 Operacionalización de variables e indicadores	24
3.4 Determinación de variables	25
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.5.1 Técnicas a emplear	26
3.5.2 Descripción de los instrumentos	27
3.6. Técnicas para el procesamiento de la información	28
3.7. Diseño estadístico	28
CAPÍTULO IV: Resultados	29
4.1 Número de juveniles de J2 de la población inicial de <i>Globodera pallida</i>	29
4.2 Número de juveniles de J2 de la población media de <i>Globodera pallida</i>	29
4.3 Número de juveniles de J2 de la población final de <i>Globodera pallida</i>	31
4.4 Tasa de reproducción de población final entre población media de <i>Globodera pallida</i>	33
4.5 Tasa de reproducción de población final entre población inicial de <i>Globodera pallida</i>	34
4.6 Eficiencia de control del número de juveniles de la población media de <i>Globodera pallida</i>	36
4.7 Eficiencia de control del número de juveniles de la población final de <i>Globodera pallida</i>	38
4.8 Índice de quistes de <i>Globodera pallida</i> en la papa	40
4.9 Eficiencia en el control de los quistes de <i>Globodera pallida</i> en la papa.	42
4.10 Rendimiento de la papa	43
CAPÍTULO V: Discusión	45
CAPÍTULO VI: Conclusiones	52
CAPÍTULO VII: Recomendaciones	53
CAPITULO VIII: Referencias Bibliográficas	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de la operacionalización de variables	19
Tabla 2. Tratamientos a estudiar	20
Tabla 3. Escala medición del grado de quistes.	25
Tabla 4. Propuesta del Análisis de Varianza	27
Tabla 5. Análisis de varianza para la población inicial de número de juveniles J2 de <i>Globodera pallida</i> .	28
Tabla 6. Comparación de medias para la población inicial de número de juveniles J2 de <i>Globodera pallida</i> .	29
Tabla 7. Análisis de varianza para la población media del número de juveniles J2 de <i>Globodera pallida</i> .	30
Tabla 8. Comparación de medias para la población media del número de juveniles J2 de <i>Globodera pallida</i> en 100 g de suelo.	30
Tabla 9. Análisis de varianza para la población final del número de juveniles J2 de <i>Globodera pallida</i> .	31
Tabla 10. Comparación de medias para la población final del número de juveniles J2 de <i>Globodera pallida</i>	32
Tabla 11. Análisis de varianza para la tasa de reproducción de población final entre población media de <i>Globodera pallida</i> .	33
Tabla 12. Comparación de medias para la tasa de reproducción de población final entre población media de <i>Globodera pallida</i> .	34
Tabla 13. Análisis de varianza para la tasa de reproducción de población final entre población inicial de <i>Globodera pallida</i> .	35
Tabla 14. Comparación de medias para la tasa de reproducción de población final entre población inicial de <i>Globodera pallida</i> .	35
Tabla 15. Análisis de varianza para la eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población media de <i>Globodera pallida</i> .	36
Tabla 16. Comparación de medias para la eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población media de <i>Globodera pallida</i> .	37
Tabla 17. Análisis de varianza para la eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población final de <i>Globodera pallida</i> .	38
Tabla 18. Comparación de medias para la eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población final de <i>Globodera pallida</i> .	39
Tabla 19. Análisis de varianza para el índice de quistes de <i>Globodera pallida</i> en la papa	40
Tabla 20. Comparación de medias para el índice de quistes de <i>Globodera pallida</i> en la papa	41
Tabla 21. Análisis de varianza para la eficiencia en el control de la quistes de <i>Globodera pallida</i> en la papa.	41
Tabla 22. Comparación de medias para la eficiencia en el control de la quistes de <i>Globodera pallida</i> en la papa.	42
Tabla 23. Análisis de varianza para el rendimiento de la papa	43
Tabla 24. Comparación de medias para el rendimiento de la papa	43

Tabla 25. Datos de la población media	62
Tabla 26. Datos de la población final	62
Tabla 27. Datos de la Tasa de reproducción de población final entre población inicial.	62
Tabla 28. Datos de la Tasa de reproducción de población final entre población media	63
Tabla 29. Datos de la eficiencia de control de población media	63
Tabla 30. Datos de la eficiencia de control de población final.	63
Tabla 31. Datos del índice de quistes de la <i>Globodera Pallida</i> en la papa.	64
Tabla 32. Datos de la eficiencia de control de quistes de la <i>Globodera Pallida</i> .	64
Tabla 33. Datos del Rendimiento de producción Tn/Ha	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de juveniles J2 de la población inicial de <i>Globodera pallida</i> .	19
Figura 2. Número de juveniles J2 de la población inicial de <i>Globodera pallida</i> .	29
Figura 3. Número de juveniles J2 de la población media de <i>Globodera pallida</i> .	31
Figura 4. Número de juveniles J2 de la población final de <i>Globodera pallida</i> .	32
Figura 5. Tasa de reproducción de población final entre población media de <i>Globodera pallida</i> .	34
Figura 6. Tasa de reproducción de población final entre población inicial de <i>Globodera pallida</i> .	36
Figura 7. Eeficiencia de control del número de juveniles J2 de la población media de <i>Globodera pallida</i> .	37
Figura 8. Eeficiencia de control del número de juveniles J2 de la población final de <i>Globodera pallida</i> .	39
Figura 9. Eeficiencia de control del índice de quistes de <i>Globodera pallida</i> en la papa	41
Figura 10. Eeficiencia en el control de la quistes de <i>Globodera pallida</i>	42
Figura 11. Rendimiento de la papa	44

**CONTROL DEL NEMATODO DEL QUISTE DE LA PAPA (*Globodera pallida*)
UTILIZANDO PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA ZONA DE CAJAY-ANCASH
RESUMEN**

Objetivo: Determinar el efecto de los productos orgánicos en el control sobre *Globodera pallida*, en el cultivo de papa bajo condiciones del distrito de Cajay – Ancash **Métodos:** Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar DBCA con 6 tratamientos y 4 repeticiones, se usó la prueba de F y para la comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades. Se ubicó los 4 productos orgánicos, 1 nematicida comercial, más un testigo sin control en cada bloque, haciendo un total de 6 tratamientos y 24 unidades experimentales; para cada unidad experimental se instalaron 4 surcos y la siembra a una distancia entre planta de 0.3 m. Las variables evaluadas fueron: número de juveniles J2 de la población inicial (pi), población media (pm) y población final (pf), tasa de reproducción de población final entre población media y entre población inicial de *G. pallida*, eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población media y final del nematodo, índice de quistes y eficiencia del control de quistes en las raíces de papa y el rendimiento (t/ha). **Resultados:** Con número de juveniles J2 de la población inicial fue de 126.03 para los tratamientos. Para la población media del nematodo la tecnología EM con 79.05 y vydate con 67.82 juveniles fueron los que mostraron los valores más bajos y para la población final; *Paecilomyces lilacinus* reportó el valor más bajo con 36.54 juveniles. La tecnología EM y *P. lilacinus* con 0.72 y 0.38% resultaron con el menor porcentaje de la tasa de reproducción de población final entre población media del nematodo y así también la tecnología EM con 0.79% y *P. lilacinus* con 0.36 % fueron los que mostraron las tasas más bajas de reproducción de población final entre población inicial de *G. pallida*. Con respecto a la eficiencia de control del número de juveniles de la población media del nematodo; vydate y tecnología EM fueron los que obtuvieron mejor respuesta con 41.93 y 32.23 % de eficiencia y *P. lilacinus*

registró el mayor valor con 79.41% de eficiencia en el control de juveniles de la población final de *G. pallida*. Para el índice de quistes del nematodo muestra a Tecnología EM y *P. lilacinus* con menor índice de quistes con promedio de 2.50 y 1.75. En cuanto a la eficiencia en el control de quistes *P. lilacinus* y Tecnología EM superaron estadísticamente a todos los tratamientos con 70.00% y 50.00% de eficiencia. Los valores del rendimiento de papa muestran a *P. lilacinus* y tecnología EM con los valores más altos con 34.34 y 32.64 t/ha. **Conclusión:** Los productos orgánicos ejercieron influencia sobre el control de *G. pallida* en el cultivo de papa, siendo *P. lilacinus* y tecnología EM, las que reportaron mayor eficiencia de control en el número de juveniles J2, en la tasa de reproducción de poblaciones de *G. pallida* y en la quistes del cultivo de papa, además fueron los que obtuvieron mejor rendimiento, por lo tanto, seleccionándolas dentro del manejo del nematodo del quiste de la papa en Cajay -Áncash.

Palabras claves: *Paecilomyces lilacinus*, Tecnología EM, nematicida, tasa de reproducción, eficiencia de control.,

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of organic products on the control of *Globodera pallida*, in the cultivation of potatoes under conditions of the district of Cajay - Ancash.

Methods: A completely randomized DBCA block design with 6 treatments and 4 replications was used. the test of F and for the comparison of averages of the treatments the Tukey test was used at 5% of probabilities. We located the 4 organic products, 1 commercial nematicide, plus one control without control in each block, making a total of 6 treatments and 24 experimental units; for each experimental unit 4 rows were installed and planting at a distance between plants of 0.3 m. The evaluated variables were: number of juveniles J2 of the initial population (p_i), average population (p_m) and final population (p_f), reproduction rate of final population between average population and between initial

population of *G. pallida*, efficiency of control of the number of juveniles J2 of the average and final population of the nematode, index of cyst and efficiency of cyst control in the roots of potato and the yield (t/ha). **Results:** With number of juveniles J2 of the initial population was 126.03 for the Treatments. For the average population of the nematode, the EM technology with 79.05 and vydate with 67.82 juveniles showed the lowest values and for the final population; *Paecilomyces lilacinus* reported the lowest value with 36.54 juveniles. The technology EM and *P. lilacinus* with 0.72 and 0.38% resulted with the lowest percentage of the reproduction rate of the final population among the average population of the nematode and so also the EM technology with 0.79% and *P. lilacinus* with 0.36% were those that showed the lowest rates of reproduction of the final population among the initial population of *G. pallida*. With respect to the control efficiency of the number of juveniles of the average population of the nematode; vydate and EM technology obtained the best response with 41.93 and 32.23% efficiency and *P. lilacinus* recorded the highest value with 79.41% efficiency in the control of juveniles of the final population of *G. pallida*. For the cyst of the nematode shows EM Technology and *P. lilacinus* with a lower cyst index with an average of 2.50 and 1.75. Regarding efficiency in the control of cyst *P. lilacinus* and EM Technology statistically surpassed all treatments with 70.00% and 50.00% efficiency. Potato yield values show *P. lilacinus* and EM technology with the highest values with 34.34 and 32.64 t/ha. **Conclusion:** The organic products exerted influence on the control of *G. pallida* in the potato culture, being *P. lilacinus* and EM technology, those that reported greater control efficiency in the number of juveniles J2, in the population reproduction rate of *G. pallida* and in the cyst of the roots of the potato crop, in addition they were the ones that obtained better yield, therefore, selecting them within the nematode management of the potato cyst in Cajay -Áncash. **Key words:** *Paecilomyces lilacinus*, EM technology, nematicide, reproduction rate, control efficiency.

INTRODUCCIÓN

Los problemas fitosanitarios más importantes en el cultivo de papa en la zona andina del Perú están los nemátodos fitoparásitos que limitan su producción y que han sido más investigados, entre ellos se encuentra el nemátodo del quiste de la papa (*Globodera pallida* (stone) behrens). Los nematodos fitófagos se encuentran entre las plagas más difíciles de controlar, el desarrollo de nuevos nematicidas es una tarea difícil, debido a que la mayoría de las especies pasan su vida en el suelo o en raíces de las plantas, existiendo una distancia considerable entre la plaga y el sitio de aplicación de nematicida (Martinotti et al., 2016).

Los factores que causan problemas de los nemátodos en la producción de papa es la falta de disponibilidad de medidas efectivas de control y la aceptación de los productores de papa. Este nemátodo está distribuido a lo largo de la cordillera de los andes desde los 1800 m.s.n.m. y todo parece indicar que evolucionaron en los andes junto con su huésped preferido. Junto con la diseminación de la papa, se introdujeron nemátodos del quiste de la papa en la mayoría de las regiones productoras de papa en el mundo (Finkers, 2011).

El control del nemátodo del quiste de la papa con nematicidas químicos genera una serie de problemas como desequilibrio del control natural, problemas en la salud humana, en el medio ambiente, contaminación de los recursos naturales y crisis en la economía del productor de papa. Ante esta problemática se propone la evaluación de la eficacia del control del nemátodo del quiste de la papa (*Globodera pallida* (stone) behrens), con Melaza de caña azúcar, Tecnología EM, Enmienda orgánica y el hongo *Paecilomyces lilacinus* en la productividad del cultivo de papa, bajo las condiciones de Cajay distrito de Huari provincia del departamento de Ancash.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Franco y González (2011) mencionan que entre los problemas fitosanitarios más importantes en los países andinos están los nematodos fitoparásitos que limitan su producción en la zona andina temperada y que han sido más estudiados, se encuentra el nematodo quiste de la papa (*Globodera pallida*).

Los factores que soportan la importancia de estos nematodos en la producción de papa, son por un lado su distribución, la existencia de razas, los medios de diseminación, y por otro lado, la no disponibilidad de medidas efectivas de control y de aceptación por parte de los productores, tales como cultivos alternantes rentables, variedades resistentes, semilla certificada, fertilizantes orgánicos, y otras medidas fitosanitarias de orden legal que impidan su diseminación (Franco y González, 2011).

El daño ocasionado en este cultivo por este fitopatógeno se da a nivel de las raíces, formando quistes, causando pérdidas severas en el rendimiento de este tubérculo en muchas zonas productoras de papa en todo los andes peruanos.

El departamento de Ancash es una zona endémica de nemátodos desde décadas atrás, donde en los últimos años se ha incrementado los daños en el cultivo de papa, ocasionando pérdidas económicas en los productores de este cultivo.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Qué efecto tendrá la eficacia de los productos orgánicos sobre *Globodera pallida* (stone) behrens, en papa en el distrito de Cajay – Ancash?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál de los productos orgánicos tendrá mayor eficiencia de control en la tasa de reproducción de poblaciones de *Globodera pallida* (stone) behrens en el cultivo de papa en el distrito de Cajay – Ancash?

¿Cuál de los productos orgánicos tendrá mayor eficiencia en los quistes de la raíz del cultivo de papa en el distrito de Cajay – Ancash?

¿Cuál será la incidencia del control del nemátodo del quiste de la papa sobre el rendimiento de papa en el distrito de Cajay – Ancash?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto de los productos orgánicos en el control sobre *Globodera pallida* (stone) behrens, en el cultivo de papa bajo condiciones del distrito de Cajay – Ancash.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar los productos orgánicos con mayor eficiencia de control en la tasa de reproducción de poblaciones de *Globodera pallida* (stone) behrens, en el cultivo de papa en el distrito de Cajay – Ancash.

Determinar la eficiencia de los productos orgánicos en los quistes de la raíz del cultivo de papa en el distrito de Cajay – Ancash.

Evaluar el rendimiento del cultivo de papa con respecto al control de la *Globodera pallida* (stone) behrens en el distrito de Cajay – Ancash.

1.4 Justificación de la investigación

Los bajos rendimientos en el cultivo de papa están influenciados por la presencia de nemátodos, generando de esta manera mayores costos en la producción y pérdidas económicas y el efecto de esta problemática hace que los agricultores abandonen las actividades agrícolas y busquen otras alternativas como la actividad minera.

Existe desconocimiento por parte de los productores, los síntomas, daños y los métodos de control de los nemátodos, los cuales son factores importantes que contribuyen a su diseminación y a agudizar el problema. El ataque de estos nemátodos también favorece algunas infecciones en las plantas, como es la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) y la marchitez por *Verticillium dahliae* y *Rhizoctonia solani* (Alarcon, y Meneses, 2016). Siendo necesario el control del nematodo usando productos orgánicos, el cual permite garantizar al productor que al realizar las aplicaciones no tendrán efecto negativo en su salud y además, está en armonía con el medio ambiente.

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

La presente investigación se realizó en el caserío Cayas ubicada en el distrito de Cajay de la provincia de Huari del departamento de Ancash, geográficamente se encuentra a una altitud de 3243 msnm, latitud de 9°18'41.40"S y longitud de 77° 9'28.14"O.

1.5.2 Delimitación temporal

El análisis se realizó en el periodo comprendido entre los meses de octubre a enero del 2019.

1.5.3 Delimitación social

La presente investigación abarcó como unidad de estudio a la variedad canchan, el cual se estimará la magnitud de la incidencia y severidad del nematodo usando el control biológico bajo las condiciones de la sierra de Cajay, Huari, Perú.

1.6 Viabilidad del estudio

El desarrollo de la presente investigación es viable debido a que el investigador dispone de recursos económicos para realizar el proyecto, gracias a la ayuda de la comunidad campesina productora de papa, de información sobre los insumos biológicos para el control del nematodo, y el correcto modo de aplicación de los procedimientos metodológicos en laboratorio y en campo, como también en la precisión del momento de la toma de datos tanto en laboratorio y campo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Vilca (2013) al publicar el compendio de enfermedades de cultivos del departamento de Puno, reporta la incidencia de este fitoparasito del siguiente modo: *Globodera pallida* (Stone) Mulvey & Stone, como perlitas blanquecinas a marrón oscuras (quistes) adheridas a las raíces, estolones y tubérculos. Área de distribución generalizada y *Globodera rostochiensis* (Woll.) Mulvey & Stone, “nematode dorado”. Como perlitas pequeñas de color blanquecino, dorado o marrón oscuro (quistes) adheridas a raíces, estolones o tubérculos. Área de distribución generalizada.

Vilca (2013) indica que las poblaciones varían de 1 a 700 quistes por 100 gramos de muestra de suelo y se observó que el mayor número muestras positivas se encuentran entre los 2,300 y 3,800 metros de altitud, pero a partir de los 2,900 hasta los 3,800 metros se encuentran las más altas poblaciones de quistes, las cuales causan pérdidas de hasta el 50% del rendimiento.

Rueda et al. (2006) menciona que la presencia del nemátodo puede deberse al traslado de semilla infectada proveniente de zona con años de estar dedicada al cultivo de la papa, comercializándola a la vez como semilla; el movimiento de maquinaria agrícola contaminada de las áreas afectadas también pudo haber contribuido a la presencia del nemátodo. Dada la separación entre los terrenos infestados y los que están libres, la cuarentena debería flexibilizarse para éstos últimos.

Vergara et al. (2017) evaluando el efecto de fenamifos y forato (productos químicos) en el control del nemátodo y la producción del cultivo, dando como mejor respuesta en el control de nemátodos y producción se reportó que el uso de fenamifos que, probablemente, está relacionado con poca aplicación del producto en contraste con aplicaciones sucesivas de forato. Esto sugiere la necesidad de alternar dichas moléculas para obtener mejor efecto. Los resultados también llevan a sugerir que el control se realice tanto a la siembra como a la aporca.

Camacho (1979) indica que la incorporación de gallinaza (7 a 10 ton/ha) antes o en el momento de la siembra, dependiendo del estado de madurez de la papa para evitar efecto fitotóxicos, reporta incremento en el rendimiento del tubérculo. Camacho (1979) señala que el uso del control químico con Carbofurán, Oxamyl, Ethoprop y Phenamidophos, en dosis de 5.6 kg/ha de ingrediente activo, tiene un efecto positivo en las poblaciones de nemátodos en el suelo y en el número de hembras en la raíz.

Jatala et al. (1986) mencionaron la eficiencia del hongo con el uso de *Paecilomyces lilacinus* para controlar *Globodera* en papa, obteniendo un menor número de quistes en las parcelas tratadas con el hongo en comparación con las parcelas tratadas con nematicidas o parcelas testigo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen del papa

La papa (*Solanum tuberosum*) se originó hace unos 8 000 años en las montañas de los Andes, donde generaciones de campesinos han creado la imponente cantidad de 5 500 variedades de este cultivo. Llevado a Europa por los españoles en el siglo XVI, este tubérculo se adaptó con rapidez a las condiciones del norte y pronto se convirtió en alimento básico en una época de acelerado crecimiento demográfico (FAO. 2016).

De Europa siguió avanzando hacia otras partes del mundo y hoy se producen papas en una superficie estimada de 180 000 km², desde la planicie de Yunnan en China y las tierras bajas subtropicales de la India, hasta las montañas ecuatoriales de Java y las estepas de Ucrania (FAO, 2016). En 1537 Juan de Castellanos hizo la primera referencia de la papa cultivada en el Perú ‘Historia del Nuevo Reino de Granada’ (Cortez y Hurtado, 2002).

El cultivo de la papa se originó en la cordillera andina, donde esta planta evolucionó y se cruzó con otras plantas silvestres del mismo género, presentando una gran variabilidad (Jones citado por Rivas, 2005). La papa es originaria de América del Sur desde los 10° latitud Norte en Venezuela, siguiendo a través de la cordillera de los Andes y regiones adyacentes de Colombia, Ecuador, Perú y el sudoeste por Bolivia y al norte de Argentina (Ochoa, 1999 citado por Olivas, 2014).

2.2.2 Taxonomía

El cultivo de papa se encuentra dentro de los siguientes taxones (Ochoa, 1999):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanáceas

Subfamilia: Solanoideae

Género: Solanum

Especie: *Solanum tuberosum* L.

Nombre común: “papa”

2.2.3 Descripción Botánica

a. Tipo de planta

La planta de papa es de tipo herbáceo cuyo tamaño varía de 0,30 a 1 m de alto, según las variedades, con un crecimiento erecto o semi-erecto. Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; varían en tamaño, forma, color de la piel y pulpa. Las yemas u ojos del tubérculo maduro permanecen latentes (dormancia) hasta que desarrollan un estolón de donde se origina una nueva planta. Los almacenes de luz difusa ayudan a que los estolones no se desarrollen antes de la siembra, las hojas son compuestas (FAO, s.f. citado por Quispe, 2016).

b. Semilla

Generalmente se llama semilla al tubérculo seleccionado o destinado para la reproducción y producción de la papa; pero la verdadera semilla es producida en una baya de forma redonda, ovoide o cónica alargada y con un diámetro entre 1 a 3 cm, de color verde, en cuyo interior se encuentra la semilla sexual de papa, la forma y color de ésta es similar a la del tomate, pero con la mitad de su tamaño; es dicotiledónea, con un peso de 0.5 mg. En un gramo existen 1600 semillas y un promedio de 200 semillas por baya y 20 bayas por planta (Cortez y Hurtado, 2002).

c. Raíz

La raíz es la estructura subterránea responsable de la absorción de agua. Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso, las raíces de la papa son de menor profundidad, son débiles y se encuentran en capas superficiales (Egúsquiza, 2000).

d. Tallo

La papa produce un tallo normal de tipo herbáceo, erecto, un poco veloso, y con ramificaciones no muy desarrolladas (Cortez y Hurtado, 2002).

e. Hojas

Están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo. Cada folíolo puede estar unido al raquis por un pequeño pecíolo llamado peciólulo, o puede estar unido directamente, sin peciólulo, y en este caso se llama folíolo sésil (Zepeda y Menjivar, 2016).

f. Rizomas

Son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias. Los rizomas producen unos hinchamientos denominados tubérculos, siendo éstos ovals o redondeados (Ochoa, 1999).

g. Tubérculo

Son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón, y el extremo expuesto, que se llama extremo apical o distal (Zepeda y Menjivar, 2016).

La multiplicación en forma vegetativa de la papa, mantiene las características varietales por generaciones sucesivas, pero también se convierte en un medio de transporte y diseminación de enfermedades sistémicas y de contacto, que ocasionan pérdidas en calidad sanitaria y rendimiento (García et al., 2012).

h. Brotación

La semilla tubérculo, para germinar, tiene que pasar por un período de reposo o dormancia de 2 a 3 meses; después de ese período emite brotes de 0.5 a 1 cm de longitud, y es cuando el tubérculo está apto para la siembra. La emergencia de la planta sucede después de 12 días de haber sido sembrada. (Cortez y Hurtado, 2002).

i. Floración

La flor es pentámera tetracíclica, posee 5 estambres de color amarillo, anaranjado 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 variable: rosado, blanco, morado (varios tonos) o mezcla de 2 colores. (Cortez y Hurtado, 2002).

j. Inflorescencias

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa. Las flores de la papa son bisexuales (tienen ambos sexos), y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo (Inostroza, 2009).

2.2.4 Fenología del cultivo

Los diferentes cambios externos que se producen en el desarrollo de los cultivos se definen como fases o estados fenológicos, los cuales se encuentran fuertemente influenciados por aspectos climáticos, hídricos y edáficos (Canqui y Morales, 2009 citado por Quispe, 2016).

En zonas bajas templadas y calurosas el ciclo vegetativo de la papa es de aproximadamente 90 días, mientras que en zonas altas y frías oscila entre 120 y 150 días dependiendo de la variedad cultivada (Cauthin et al. 2012 citado por Quispe, 2016).

2.2.5 Requerimiento de suelo

La papa tiene preferencia por suelos de textura franco arenosos, franco limoso y franco arcilloso, de textura liviana, con buen drenaje y con una profundidad efectiva mayor de 0,50 m, que permitan el libre crecimiento de los estolones y tubérculos (Román y Hurtado, 2002). Otro factor importante es el pH del suelo, cuyo valor óptimo se estima entre 6-7 (Alonso, 2002).

2.2.6 Requerimiento de clima

a. Temperatura

La papa es considerada una planta termo periódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10°C. Si la diferencia es menor, el crecimiento y tuberización se ven afectados. Cuando esta situación se da a menudo, a lo largo del ciclo vegetativo, el rendimiento y la calidad son afectados, pues las temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas, pero no para los tubérculos (Cortez y Hurtado, 2002).

b. Precipitación

La precipitación o cantidad óptima de agua requerida es de 600 mm, distribuida en todo su ciclo vegetativo; las mayores demandas se dan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo cual es necesario efectuar riegos suplementarios en los períodos críticos o cuando no se presenta lluvia (Cortez y Hurtado, 2002).

c. Viento

El viento debe ser moderado, ya que las plantas no resisten vientos con velocidades mayores de 20 km/hora, sin que estos causen daños o influyan en los rendimientos (Cortez y Hurtado, 2002).

d. Altitud

La altitud ideal para el desarrollo y producción del cultivo de la papa para consumo se encuentra entre los 1,500 a 2500 msnm, pero puede cultivarse en alturas menores, en la época seca cuando existen condiciones de bajas temperaturas (Cortez y Hurtado, 2002).

e. Horas luz

En el país el cultivo de papa se comporta mejor con períodos de 8 a 12 horas luz. La luminosidad que reciben las plantas durante el día incide en la función de los cloroplastos y desencadena una serie de reacciones en las que interviene el dióxido de carbono y el agua, que ayudan a la formación de los diferentes tipos de azúcares que pasan a formar parte de los tubérculos. Además, la luminosidad tiene influencia en la fotosíntesis y fotoperiodos requeridos por las plantas (Cortez y Hurtado, 2002).

2.2.7 Generalidades de nemátodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*)

a. Origen de *Globodera pallida*

El nemátodo quiste fue reportado por primera vez por Kuhn en Alemania en 1881 en el cultivo de la papa, 30 a 40 años después de las introducciones de colecciones de tubérculos de Sud América para desarrollar variedades resistentes al tizón, esta es la forma posible de establecimiento del nemátodo en Europa (Tola, 1997 citado por Martínez, 2017). En Europa se introdujo el nemátodo del quiste durante el establecimiento del cultivo en 1850, probablemente con el comercio de tubérculos de papa para semilla (Núñez, 2002).

El nemátodo quiste de la papa fue reportado por primera vez en el Perú en 1952 (Willie y Bazan de Segura, 1952 citado por Franco, 2011). A partir de esa fecha su distribución en la región Andina de Perú y la presencia de ambas especies (*G. pallida* y *G. rostochiensis*) con diferentes razas fue confirmado y establecido (Evans et al., 1975

citado por Franco, 2011). El nemátodo quiste se encontró extensamente distribuido en el Perú, se descarta la idea que Europa fue el origen, siendo remplazada por el origen Andino (Martínez, 2017).

b. Taxonomía

Siddiqi (2000) señala que el nemátodo del quiste de la papa se ubica dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Phylum: Nematoda; Clase: Secernentea; Orden: Tylenchida; Suborden: Tylenchina;
Superfamilia: Tylenchoidea; Familia: Heteroderidae; Género: Globodera; Especie:
Globodera pallida (Stone) Behrens; Nombre común: “*Quiste de la papa*”.

c. Morfología.

Los nemátodos fitopatogenos son organismos pequeños de 300 a 1000 μm , siendo algunos mayores a 4 μm de longitud por 15 a 35 μm , de ancho. Su diámetro pequeño hace que no sea observable a simple vista, pero se pueden ver con facilidad con el microscopio (Agrios, 2002).

Los nemátodos del quiste, poseen una fecundación interna y una reproducción sexual, los machos conservan la forma de gusano elongado y miden aproximadamente 1 mm. de longitud. La hembra al llegar a la madurez se ensancha y después de la muerte se convierte en quiste, llegando a tener una forma esférica y miden entre 0,5 hasta 1 mm. de diámetro y presentan una pequeña prominencia que corresponde a lo que era la cabeza del nemátodo, el cual se adhiere a las raíces (Rivas, 2005).

Huevo: se encuentra dentro el quiste; dentro del huevo de forma el primer estado juvenil (J1) antes de salir del huevo se produce la primera muda y pasa al segundo estado juvenil (J2) (Agrios, 2002).

Primer estado juvenil (J1): pasa dentro del huevo (Agrios, 2002).

Segundo estado juvenil (J2): invade las raíces cerca de la zona de elongación en las raíces laterales, tiene el estilete menor a 30 micras, permanece con su cabeza dirigida al cilindro vascular, tiene la cola conoide puntiaguda y se torna sedentario (Agrios, 2002).

Tercer estado juvenil (J3): Periodo donde se desarrolla los primordios sexuales, se hace en forma de cilindro, en este estado no existe aún una diferencia sexual marcada (Agrios, 2002).

Cuarto estado juvenil (J4): Ya se identifica el sexo. Los machos y las hembras permanecen enrollados dentro de la cutícula del (J3) (Agrios, 2002).

Hembras: las hembras maduras forman quistes, el cuerpo es globoso esférico con cuello corto y no tiene protuberancias o cono terminal, con cutícula delgada con un patrón reticular superficial. El área de la vulva es circunfenestrada con tubérculos superficiales cerca de la vulva. No tienen fenestra anal pero la vulva y el ano están situados juntos en la parte terminal. Todos los huevos son retenidos en el cuerpo y no forman matriz gelatinosa con huevos (Agrios, 2002).

Machos: Es vermiforme y vive 10 días en el suelo y aparentemente no se alimenta. El cuerpo es curvado. La espícula mide 30 micras distalmente punteado, no tiene tubo cloacal, la cola es corta y hemisférica (Agrios, 2002).

a. Anatomía.

Son más o menos transparentes, con una cutícula incolora, que a menudo poseen estrías u otros detalles, esta despliega la muda a través de sus distintas etapas larvarias (Agrios, 2002). Poseen un sistema digestivo que está formado por un tubo hueco que se extiende desde la boca pasando por el esófago hasta el intestino, recto y ano, por lo regular existen seis labios que rodean la boca. Los nemátodos fitoparasíticos poseen un estilete hueco o lanza que utilizan para perforar las células vegetales. El sistema reproductor se ha desarrollado, las hembras poseen uno o dos ovarios seguidos por un

oviducto y un útero que termina en la vulva. El macho posee un testículo, una vesícula seminal y termina en un orificio común con el intestino; existe un par de espículas copulatorias que sobresalen (Agrios, 2002).

d. Ciclo de vida y biología

Agrios (2002) indica que el ciclo de vida de la mayoría de los nemátodos fitoparasitos es, por lo general, bastante semejante. Los huevecillos se incuban y se desarrollan en larvas, cuya apariencia y estructura es comúnmente similar a la de los nemátodos adultos. Las larvas aumentan de tamaño y cada etapa larvaria concluye mediante una muda.

Todos los nemátodos tienen cuatro etapas larvarias y la primera muda a menudo se produce en el huevecillo. Después de la última muda, los nemátodos se diferencian en hembras y machos adultos (Agrios, 2002).

El estilete de los nemátodos perfora las células y la saliva de las glándulas del esófago es inyectada. Los componentes de la saliva del nemátodo inducen el crecimiento de las células, el rompimiento de las paredes de las células, y la formación de una célula grande llamada sincitium. El crecimiento interno de las paredes celulares facilita la transferencia de alimento nutritivo al parásito (Rowe y Evans, 2002).

El juvenil permanece en un sitio donde se alimenta y se transforma en sedentario, experimenta tres mudas adicionales antes de alcanzar el estado adulto. Un grado alto de dimorfismo sexual existe. Los machos adultos salen de las raíces y sobreviven por cerca de 10 días en el suelo. La hembra adulta sedentaria se hincha e incrementa de tamaño, rompiendo la corteza de la raíz, exponiendo el cuerpo al suelo. Atrayentes químicos atraen los males vermiformes hacia las hembras (Rowe y Evans, 2002).

Al comienzo de la fase sedentaria del ciclo de infección, los nemátodos pierden la mayoría de sus músculos somáticos longitudinales y, por consiguiente, la capacidad de moverse. Los nemátodos se vuelven completamente dependientes de las plantas asimiladas proporcionadas por la estructura de alimentación permanente. Después de 4-6 semanas de alimentación, los machos recuperan su movilidad para inseminar a las hembras adultas. Las inseminaciones también marcan el final del período de alimentación activa para las hembras. Después de otras dos semanas, las hembras grávidas mueren y las paredes de su cuerpo se endurecen convirtiéndose en quistes protectores que aún contienen los óvulos fecundados (Williamson y Hussey, 1996).

Dentro de los quistes, los embriones continúan su desarrollo en juveniles de primera y segunda etapa, que entran en latencia para pasar el invierno (Finkers, 2011).

e. Infección

El proceso de infección del quiste de la papa comienza cuando los juveniles infecciosos de la segunda etapa eclosionan de los huevos en el suelo, siguiendo la percepción de compuestos derivados de plantas en los exudados de la raíz del huésped. Los juveniles recién nacidos migran hacia las raíces de la planta huésped para invadir estas raíces cerca de la punta de la raíz (Finkers, 2011).

Los nemátodos penetran la corteza de la raíz intracelularmente, mientras usan la fuerza bruta del estilete oral y las enzimas de degradación de la pared celular de la planta en las secreciones del estilete. El comportamiento destructivo del quiste de la papa en la corteza causa mucho daño a las células de la planta a lo largo de los tractos migratorios. Sin embargo, después de estar dentro de la corteza por un corto tiempo, el comportamiento de los nemátodos se convierte en una sutil exploración de las células de la corteza cerebral. Este sondeo cuidadoso finaliza cuando el quiste de la papa

selecciona una célula anfitriona para transformarla en una célula inicial, el comienzo de una estructura de alimentación permanente (Finkers, 2011).

f. Sintomatología

Globodera pallida (Stone) forma quistes, llamada quiste blanco de la papa causando graves daños (Núñez, 2002). El primer signo de daño en el campo se puede observar como pequeñas áreas de forma elíptica orientadas a lo largo de los surcos, que contiene plantas con poco desarrollo. Los manchones crecen año a año, a menudo con sentido de la pendiente. Las plantas detectadas generalmente presentan un color más oscuro y la floración cuando se presenta se retarda considerablemente. El sistema radical aparece excesivamente ramificado y de tamaño reducido especialmente cuando se tienen altas poblaciones del nemátodo (Ortega, 2008 citado por Martínez, 2017). En este caso aparece una sintomatología semejante a la provocada por deficiencia de agua y nutrientes (Paucar, 2016).

2.2.8 Métodos de control del nemátodo del quiste de la papa

Si el campo está situado entre 3000 a 4200 m.s.n.m., la probabilidad de que este infestado por el nemátodo de quiste es del 96%, esta probabilidad no ha cambiado desde las épocas remotas, lo que ha cambiado es el manejo del territorio que pasa de comunal a privado y de la agricultura tradicional a la agricultura comercial, lo que puede aumentar la incidencia de patógenos de suelo, pero por otro lado esto puede estar compensado por los nuevos conocimientos de los que disponemos luego de casi 300 años de la revolución científica y el descubrimiento de los microscopios a su disposición hay una serie de tácticas, ninguna de las cuales individualmente son la solución única; pero la combinación sabia de estas y la importancia de la observación y el experimentación permite ir mejorando su dominio sobre el problema (Paucar, 2016).

a. Control químico

Es el método de control más conocida debido al empuje de las compañías comerciales para que los agricultores adopten esta solución, que a corto plazo es la más fácil y la más segura; pero a largo plazo, es ambientalmente negativa, costosa y puede acarrear problemas de salud (Paucar, 2016). La papa en el Perú se utiliza mayormente las formulaciones granuladas. Interrumpen la quimiorreceptión de los nemátodos y la habilidad de los nemátodos de localizar las raíces, en concentraciones altas paralizan el movimiento y la eclosión de los nemátodos, el ingrediente activo es absorbido a través de la cutícula del nemátodo y luego se liga con la enzima acetil colinesterasa (ACHE) de tal forma que se paraliza todo el sistema nervioso (Paucar, 2016).

Los nematocidas tiene el mismo efecto sobre los humanos en dosis mayores. En el Perú no se han hecho los estudios de otros países para ver si el uso de estos agroquímicos contamina las aguas, cabe remarcar que Temik y Furadan son altamente solubles en agua y tienen una fuerte capacidad de movilizarse en los suelos (Paucar, 2016).

b. Método con productos orgánicos

El uso de las enmiendas orgánicas son algunas de las estrategias que controlan el nemátodo del quiste de la papa. Cuenta la leyenda que los moradores de la costa peruana ponían la hoja de molle (*Schinus molle*) en las bocatomas de los campos o debajo de los tubérculos de papa para proteger de daño de los nemátodos de nudo. Son las aplicaciones de materia orgánica plantas u otros materiales al suelo, algunos son antagonistas y otros proporcionan mejor desarrollo de las plantas. En efecto Canto reporta (1993) cierta disminución al moler hojas de molle y agregar al suelo, y aun hoy se encuentran agricultores que depositan hojas de molle debajo de las papas, lo que falta ahora es validar esta práctica (Paucar, 2016).

Los guanos mejoran el crecimiento y desarrollo de la planta de papa debido a la cualidad de retener la humedad que favorece a la planta y también porque albergan micro-organismos que se alimentan o son tóxicos a los nemátodos y finalmente por proporcionar nutrientes. En algunos casos también se incrementa la reproducción del nemátodo, debido a que mejora las raíces, pero se obtiene mejor producción. La más efectiva en todos los ensayos y con varios tipos de nemátodos es la gallinaza, debido a su alto contenido de urea que es tóxico a los nemátodos y que a su vez beneficia el crecimiento planta (Paucar, 2016).

2.3 Definiciones conceptuales

- **Aporque:** Remover tierra para amontonarla en el tallo de la planta.
- **Clorosis:** La clorosis es el amarillamiento del tejido foliar causado por la falta de clorofila. Las causas posibles de la clorosis son el drenaje insuficiente, las raíces dañadas, las raíces compactadas, la alcalinidad alta y las deficiencias nutricionales de la planta. También es posible que los nutrientes no puedan absorberse porque las raíces de las plantas están dañadas o poco desarrolladas.
- **Edáficas:** Perteneciente o relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a las plantas.
- **Estolones:** Brote lateral, normalmente delgado, que nace en la base del tallo de algunas plantas herbáceas.
- **Evapotranspiración:** Suma de las cantidades de vapor de agua evaporadas del suelo y de las plantas.
- **Dormancia:** Periodo en el ciclo biológico de un organismo en el que el crecimiento, desarrollo y en los animales- la actividad física se suspenden temporalmente.

- **Fitotóxicos:** La fitotoxicidad es un término que se emplea para describir el grado de efecto tóxico producido por un compuesto sobre el crecimiento de las plantas. Estos daños pueden ser causados por una gran variedad de compuestos, incluyendo trazas metálicas, pesticidas, salinidad, fitotoxinas o la alelopatía natural entre las plantas.
- **Foliolos:** Cada una de las piezas con aspecto de hoja que forman la hoja compuesta.
- **Hongo:** En biología, el término fungi designa a un grupo de organismos eucariotas entre los que se encuentran los mohos, las levaduras y los organismos productores de setas. Se clasifican en un reino distinto al de las plantas, animales y protistas.
- **Ingrediente activo:** Un ingrediente activo es el ingrediente en un medicamento farmacéutico o pesticida que es biológicamente activo. Los términos similares ingrediente activo farmacéutico y activo a granel también se usan en medicina, y el término sustancia activa se puede usar para productos naturales.
- **Latencia:** Periodo de incubación de una enfermedad.
- **Limo:** Partículas minerales del suelo, normalmente, fértil para la agricultura.
- **Necróticas:** Degeneración de un tejido por muerte de sus células.
- **Nematicidas:** Un nematicida es un tipo de plaguicida químico usado para matar nemátodo que parasitan a las plantas. Los nematicidas suelen ser tóxicos de amplio espectro que poseen alta volatilidad u otras propiedades que promueven la migración a través del suelo.
- **Quiste:** Los quistes poseen una forma de globo, el cual es de color blanco inicialmente, pasa por un color amarillo, lo cual es característico de la especie, que posteriormente torna a un color pardo. Los quistes se encuentran en las raíces.

- **Suelo:** Medio físico que aporta nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de la planta, sin embargo, la disposición de aquellos nutrientes, están en función a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, no obstante, el hombre puede utilizar diferentes prácticas agronómicas para modificar y permitir la disponibilidad de nutrientes para la planta.
- **Taxones:** En biología, un taxón o taxon es un grupo de organismos emparentados, que en una clasificación dada han sido agrupados, asignándole al grupo un nombre en latín, una descripción si es una especie, y un tipo.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Existe interacción entre la eficacia de los productos orgánicos sobre *Globodera pallida* (stone) behrens en papa en el distrito de Cajay – Ancash.

2.4.2 Hipótesis específica

Existe diferencias significativas entre los productos orgánicos sobre el control en la tasa de reproducción de poblaciones de *Globodera pallida* (stone) behrens en el cultivo de papa en el distrito de Cajay – Ancash.

Los productos orgánicos tendrán influencia en los quistes del cultivo de papa en el distrito de Cajay – Ancash.

Existe diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de papa con respecto al control de la *Globodera pallida* (stone) behrens en el distrito de Cajay – Ancash.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo

El presente trabajo, es una investigación aplicada e experimental. Por lo tanto, se utilizó el método comparativo, porque se busca medir los efectos de las diferentes biocontroladores y es explicativa porque permite determinar el efecto de aquellos biocontroladores sobre el control de los nematodos, asimismo el método estadístico para cumplir con los objetivos de la investigación y comprobar las hipótesis propuestas.

3.1.2 Enfoque

La presente investigación se considera que será de enfoque cuantitativo y transversal.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

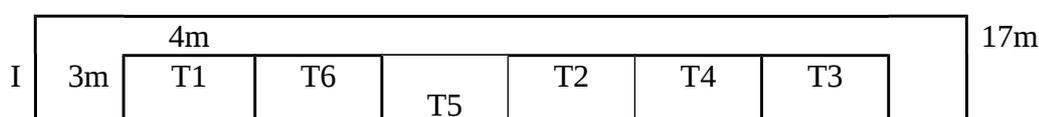
El ensayo se realizó en un área neta experimental de 374 m², que se encuentra ubicado en el área papera del caserío de Cayas del distrito de Cajay, departamento Ancash.

3.2.2 Muestra

La muestra está constituida por las plantas ubicadas en cada unidad experimental el cual mide 12m² con 40 plantas, de las cuales se muestrearán 10 plantas por variable.

3.2.3 Dimensiones del campo experimental

- Área experimental : 374 m²
- Ancho campo experimental : 22 m
- Longitud campo experimental : 17 m
- N^a de bloques : 4
- Ancho Unidad Experimental : 4 m
- Longitud Unidad Experimental : 3 m
- Área Unidad Experimental : 12 m²
- Distancia entre surcos : 1 m
- Distancia entre planta : 0.3 m



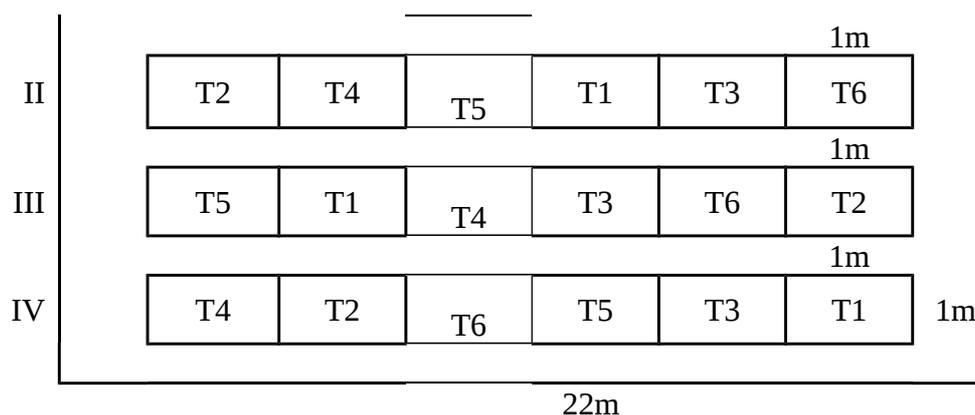


Figura 1. Croquis del campo experimental

3.3 Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 1. Cuadro de la operacionalización de variables

Variab	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
-Eficiencia de productos orgánicos sobre <i>Globodera pallida</i> (stone) behrens, en el cultivo de papa	Es la capacidad de los productos orgánicos sobre el control del nemátodo del quiste de la papa	X ₁ : Productos orgánicos	T ₁ : Melaza de caña azúcar T ₂ : Tecnología E. M. T ₃ : Enmienda orgánica T ₄ : <i>Paecilomyces lilacinus</i> T ₅ : Vydate T ₆ : Testigo sin control
		Y ₁ : Población del nemátodo del nódulo de la raíz (<i>Globodera pallida</i>)	En suelo P1: Población inicial (pi) P2: Población intermedia (pm) P3: Población final (pf) P4: Tasa de reproducción de población final entre población media de <i>Globodera pallida</i> P5: Tasa de reproducción de población final entre población inicial de <i>Globodera pallida</i>
		Y ₂ : Quistes de <i>Globodera pallida</i>	N1: Índice de quistes N2: Eficiencia de control del índice de quistes.
-Rendimiento en papa.	Es la cantidad de tubérculos cosechados.	Y ₃ : Rendimiento	- Rendimiento en (g/planta ⁻¹).

3.4 Determinación de variables

En el presente trabajo de investigación se evaluó los siguientes factores:

- **Variables independientes (X).** - Los factores a estudiar fueron los siguientes:

X1: Productos orgánicos (O):

- O1: Melaza de caña azúcar
- O2: Tecnología E. M.
- O3: Enmienda orgánicas
- O4: *Paecilomyces lilacinus*
- O5: Vydate
- O6: Testigo sin control

- **Variables dependientes (Y):**

Eficiencia de productos orgánicos sobre *Globodera pallida*.

Y1: Población del nemátodo (P): En suelo

- P1: Población inicial (p_i)
- P2: Población intermedia (p_m)
- P3: Población final (p_f)
- P4: Tasa de reproducción de población final entre población media de *Globodera pallida* ($TRN/P_f/P$)
- P5: Tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Globodera pallida* ($TRN/P_f/P_i$)

Y2: Quistes (N): En raíz

- N1: Índice de quistes
- N2: Eficiencia de control del índice de quistes.

- Y3: Rendimiento en planta

- Rendimiento ($g/planta^{-1}$)

Tabla 2. Tratamientos a estudiar

Nº	Controladores biológicos	Dosis	Momento de aplicación
----	--------------------------	-------	-----------------------

T1	Melaza de caña azúcar	22lt/ha	Siembra (trasplante)
T2	Tecnología EM	11lt/ha	Siembra (trasplante)
T3	Enmienda orgánica	250Kg/ha	Siembra (trasplante)
T4	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	22 kg/ha	Siembra (trasplante)
T5	Vydate	2lt/ha	Siembra (trasplante)
T6	Testigo sin control	0	Siembra (trasplante)

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.5.1 Técnicas a emplear:

Para fines de registro de la información se tomó 5 plantas al azar de cada tratamiento del surco central de donde se evaluó y se tomó los datos de las variables de planta y rendimiento. Se realizará el siguiente procedimiento:

- **En suelo**

Muestreo de población inicial de *Globodera pallida* en 100 g de suelo

- Se procedió por la información sobre el historial del campo, los daños que estaba causando *Globodera pallida* a los cultivos, especialmente en el cultivo de papa que fue el último sembrado, el daño que causó fue desastroso. Antes de instalar el experimento se muestreó los cuatro bloques, siguiendo la metodología propuesta por Piedra (2015), obteniendo una muestra compuesta por bloque, las muestras de suelo se procesaron en el Laboratorio de Nematología de la Universidad Agraria La Molina (UNALM). Los resultados se cuantificaron en promedio de *Globodera pallida* en 100 g de suelo. Siendo la población inicial para el experimento de 126.3 Juveniles (J2).
- Antes de sembrar el tubérculo semilla de papa, se efectuó el muestreo de la población inicial de *Globodera pallida* en 100 g de suelo. El procedimiento del muestreo fue al azar, trabajando con 10 sub-muestras del surco central de cada uno de los tratamientos para formar una muestra compuesta de 1 kg por cada parcela. Estas fueron procesadas en el Laboratorio de Nematología de la UNALM.

Muestreo de población media de *Globodera pallida* en 100 g de suelo.

- Para población media de individuos juveniles, se realizó a los 45 días después del trasplante, seleccionando 10 planta señaladas con cinta pajarrafia del surco central por repetición.
- El procedimiento para población media de *Globodera pallida* será de la siguiente manera, de las 10 plantas marcadas, alrededor de las raicillas de cada planta se tomó una submuestra hasta formar una muestra compuesta de 1 kg.
- Las muestras de suelo fueron procesadas en el Laboratorio de Nematología de la UNALM.

Muestreo de la población final de *Globodera pallida* en 100 g de suelo.

- Se realizó al momento de la cosecha de la papa, siendo las mismas 10 plantas que se seleccionaron y marcaron, cuando se extrajo la población media.
- El procedimiento para la población final de *Globodera pallida* fué de la siguiente manera, de las 10 plantas marcadas, alrededor de las raicillas de cada planta se tomó una submuestra hasta formar una muestra compuesta de 1 kg. Las muestras de suelo fueron procesadas en el Laboratorio de Nematología de la UNALM.
- El método de extracción del nematodo el cual se empleó fué el de tamizado con centrifugación y flotación en azúcar descrito por (Caveness y Jensen, 1955).

Método de centrifugación y flotación en azúcar

- Se colocó 100 g de suelo homogenizado cuidadosamente en un balde y agregar agua hasta completar dos litros agitando la suspensión para facilitar la separación de los nematodos *Globodera Pallida* de las partículas del suelo.
- Se dejó reposar por 10 s para permitir que las partículas más grandes sedimenten.

- Luego se pasó lentamente la suspensión del a través del tamiz de 40 mesh colocando, sobré el tamiz de 325 mesh sin dejar de rotar el balde para que las partículas de tierra se vayan depositando en las paredes de este.
- Se agregó nuevamente 2 lt de agua al suelo que quedó en el balde, agitando y dejando reposar por 10 segundos adicionales y pasando la suspensión a través de los tamices, agregando por tercera vez 2 lt de agua al suelo que quedó en el balde y repitiendo la operación. Descartar el material grueso que quedó en el tamiz de 40 mesh.
- Los nematodos y partículas pequeñas que quedaron en el tamiz de 325 mesh, fueron concentrados en un borde del tamiz y luego transferido a un tubo de centrifuga de 65 ml siendo necesario completar el volumen con agua hasta que dos terceras partes del tubo, agitando la suspensión y centrifugando durante 3.5 min a 2000 rpm, los nematodos con el suelo quedan en el fondo del tubo. En el tubo queda el agua (sobrenadante) sin nematodos y en la superficie del agua restos orgánicos.
- Se eliminó el agua y los residuos orgánicos. El mismo tubo que contiene el suelo se agregó la solución de azúcar al 50% hasta la mitad. Se agitó para suspender el suelo y los nematodos, completando el volumen con la solución de azúcar hasta las dos terceras partes del tubo y centrifugar a 2500 rpm durante 2.5 min.
- Se vació el sobrenadante sobre el tamiz de 325 mesh e inmediatamente se enjuagó con agua, para evitar que los nematodos se plasmolizen. Se concentró los nematodos en una esquina del tamiz y con ayuda del agua de una pizeta, se llevó a una placa para luego realizar el contaje baja el estereoscopio. (Caveness y Jensen, 1955).

Tasa de reproducción de población final entre población media del nematodo

- La relación de la población final, entre la población media, se ejecutó para verificar las poblaciones de los nematodos si incrementaron o disminuyeron con la aplicación

de los productos, además hacer comparación de los productos orgánicos con el nematicida y el testigo sin aplicación. La fórmula, Tasa de reproducción de población final entre población media de *Globodera pallida* es:

$$TRN = \frac{Pf}{Pm}$$

Dónde:

TRN =Tasa Reproducción Nematodo

Pf = Población final

Pm = población media

Tasa de reproducción de población final entre población media de *Globodera pallida*

- La relación de la población final, entre la población inicial, se ejecutó para verificar las poblaciones de los nematodos si incrementaron o disminuyeron con la aplicación de los productos, además hacer comparación de los productos orgánicos con el testigo sin aplicación.
- La fórmula Tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Globodera pallida* es:

$$TRN = \frac{Pf}{Pi}$$

Dónde:

TRN =Tasa Reproducción Nematodo

Pf = Población final

Pi = Población inicial

Eficiencia de control de población media en número de juveniles J2 de *Globodera pallida* en 100 g de suelo

- Esta prueba se realizó con la finalidad de observar la efectividad de los productos orgánicos, si los productos logran establecerse en actuar en contra de *Globodera pallida*.
- Se trabajó con los resultados de la población media, llevando a la siguiente Fórmula.

$$EC = \frac{Ta - To}{Ta} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta = Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

Eficiencia de control de población final número de juveniles J2 de *Globodera pallida* en 100 g de suelo

- Este parámetro se utilizó para evaluar la eficiencia de control de los productos orgánicos, el nematicida Vydate, si ascendieron o descendieron la población final.
- La fórmula para estimar la eficiencia control de población final, es la siguiente:

$$EC = \frac{Ta - To}{Ta} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta = Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

Eficiencia de control de población final número individuos de *Globodera pallida* en 100 g de suelo

- Este parámetro se utilizó para evaluar la eficiencia de control de los biocontroladores, el nematicida Vydate, si o descendieron en la población final.

- La fórmula para estimar la eficiencia control de población final, es la siguiente:

$$EC = \frac{Ta - To}{Ta} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta = Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

➤ **En raíces:** Índice de quistes

Se realizó al final de la cosecha, de las 10 pantas señalizadas en momento del muestreo de la población media, fue evaluado el número de nódulos en las raíces de 10 plantas por parcela extraídas de los dos surcos centrales. El conteo de nódulos en promedio de 10 plantas por repetición, se midió en la siguiente escala.

Tabla 3. Escala medición del grado de quistes.

Grado de ataque	Nº de quistes
0	0
1	1-2
2	3-10
3	11-30
4	31-100
5	>100

Eficiencia de control de quistes

Con los resultados del registro de quistes de la escala, se transforman estos datos en eficiencia de control de quistes.

Se trabajó con la siguiente fórmula establecida:

$$EC = \frac{Ta - To}{Ta} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta = Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

3.5.2 Descripción de los instrumentos

El registro de evaluaciones de campo por bloque y tratamiento de las evaluaciones de biométricas en el campo, se empleó la siguiente cartilla. (Ver anexo, Tabla 9).

3.6 Técnicas para el procesamiento de la información

El análisis estadístico de las variables estudiadas se realizará mediante el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS, Versión 9.3, estableciéndose la significación estadística para $P=0,05$. Cuando el análisis es estadísticamente significativo para las diferentes variables evaluadas (F-test), se utilizará la prueba de TUKEY para la separación de las medias, con un nivel de significación del 5 %.

3.7 Diseño estadístico

Esta es una investigación de tipo experimental, se realizó un diseño de bloques completamente al azar DBCA con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor observado debido a la variación de los tratamientos y bloques.

U = Media general.

T_i = Efecto de tratamientos.

B_j = Efecto de bloques.

E_{ij} = Efecto del error.

Tabla 4. Propuesta del Análisis de Varianza

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F CAL.	F TAB. 0.05 0.01	Signif
Bloques	3	SCbloque	SCbloque/3	CMblo/CME		
Tratamientos	5	SCtratam	SCtratam/4	CMtrata/CME		
Error	15	SC error	SC error/12	CMerror/CME		
Total	23	SC total	SC total/19	CMtotal/CME		

IV. RESULTADOS

4.1 Número de juveniles J2 de la población inicial de *Globodera pallida*.

El análisis de varianza para la variable número de individuos o juveniles (J2) de la población inicial de *Globodera pallida* detectó diferencias altamente significativas (Tabla 5). Es decir, que los tratamientos tienen un comportamiento heterogéneo. Para la fuente de bloques, no se encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 19.28% valor que indica que los datos son homogéneos.

Tabla 5. Análisis de varianza para la población inicial de número de juveniles J2 de *Globodera pallida*.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal	P	Significación
Bloque	3	1921.87	640.62	1.84	0.1824	ns
Tratamiento	5	6938.60	1387.72	4	0.1421	ns
Error	15	5208.45	347.23			
Total	23	14068.92				
C.V. = 19.28%		Promedio general = 96.64				

Ns No significativa

** Significación al 1% de probabilidad

La prueba de comparación de medias para los tratamientos a través de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 6 y Figura 1) muestran que el testigo sin control con 126.3 juveniles (J2) reportó el mayor valor junto a *Paecilomyces lilacinus* y melaza de caña de azúcar con 124.7 y 124.5 juveniles respectivamente, seguido la tecnología EM con 124.3 juveniles, los demás tratamientos Vydate y enmienda orgánica con 123.1 y 122.1 numero de juveniles, que representó el bajo valor del estudio.

Tabla 6. Comparación de medias para la población inicial de número de juveniles J2 de *Globodera pallida*.

Tratamientos	Medias
--------------	--------

Testigo sin control	126.3	a
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	124.7	a
Melaza de caña azúcar	125.5	a
Tecnología E. M.	124.3	a
Vydate	123.1	a
Enmienda orgánica	122.1	a

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

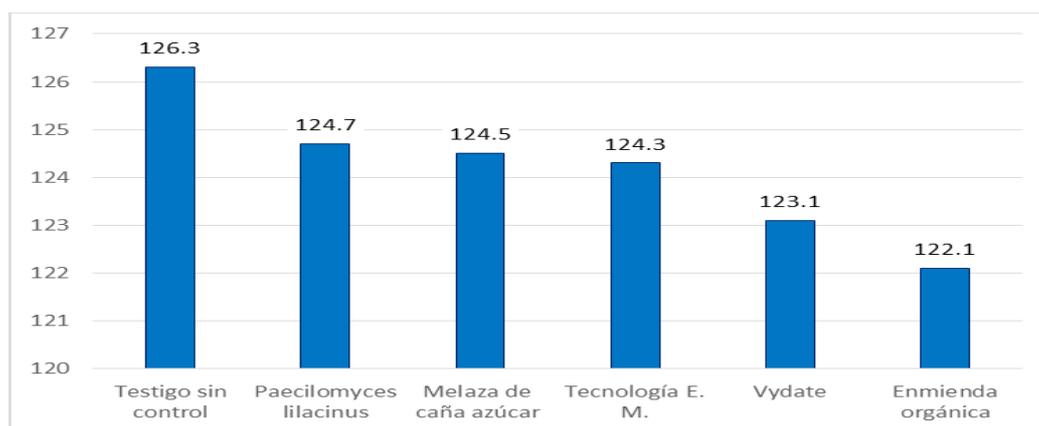


Figura 2. Número de juveniles J2 de la población inicial de *Globodera pallida*.

4.2 Número de juveniles J2 de la población media de *Globodera pallida*.

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 7, indica que existe diferencias altamente significativas para la fuente de tratamientos, mostrando un comportamiento diferencial en el número de juveniles J2 de la población media de *Globodera pallida*. La fuente de variación de bloques, no se reportó diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 9.59% valor bajo, que indica buena precisión experimental.

Tabla 7. Análisis de varianza para la población media del número de juveniles J2 de *Globodera pallida*.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	522.0923	174.03077	2.16	0.1354	ns
Tratamiento	5	6226.7952	1245.359	15.45	<,0001	**
Error	15	1208.9375	80.59583			

Total	23	7957.8249
C.V. = 9.59%	Promedio general = 93.58	
Ns No significativo		
** Significación al 1% de probabilidad		

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% (Tabla 8 y Figura 2) mostró diferencias significativas entre los promedios, reportando al tratamiento testigo sin control con 116.44 juveniles J2 con el más alto valor, sin diferir estadísticamente de los tratamientos enmienda orgánica y *Paecilomyces lilacinus* con valores de 105.60 y 96.82 juveniles J2. Asimismo, se observa que la tecnología E. M. con 79.05 y vydate con 67.82 juveniles J2 fueron los que mostraron los valores más bajos en la prueba.

Tabla 8. Comparación de medias para la población media del número de juveniles J2 de *Globodera pallida* en 100 g de suelo.

Tratamientos	Medias	
Testigo sin control	116.44	a
Enmienda orgánica	105.60	ab
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	96.82	abc
Melaza de caña azúcar	95.74	bc
Tecnología E. M.	79.05	cd
Vydate	67.82	d

DM Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<0.05).

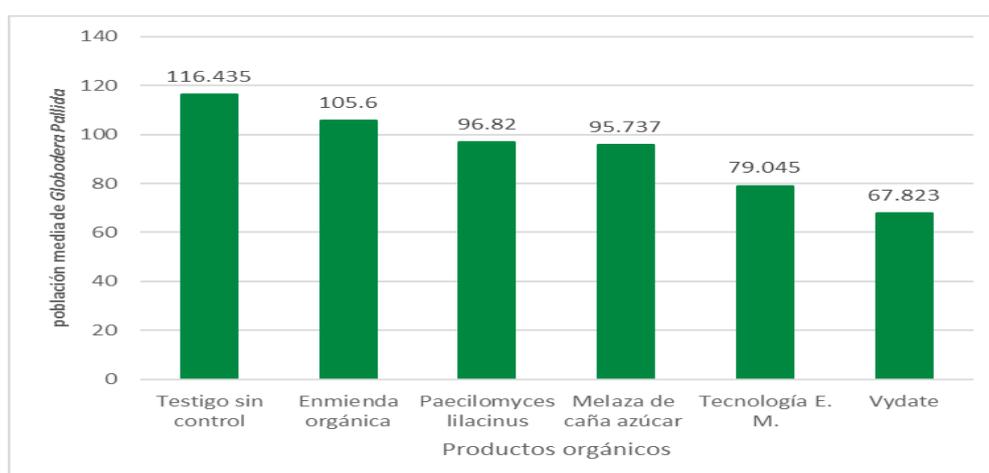


Figura 3. Número de juveniles J2 de la población media de *Globodera pallida*.

4.3 Número de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida*.

Para la variable número de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida* (Tabla 9), se encontró diferencias altamente significativas para la fuente de tratamientos (<.0001), es decir que los tratamientos se comportan de forma heterogénea. La fuente de variación de bloques, no se encontró diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 12.33% valor bajo, que indica buena precisión experimental.

Tabla 9. Análisis de varianza para la población final del número de juveniles J2 de *Globodera pallida*.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	857.42908	285.80969	2.37	0.1119	ns
Tratamiento	5	48837.486	9767.4972	80.87	<.0001	**
Error	15	1811.6898	120.77932			
Total	23	51506.605				
C.V. = 12.33%	Promedio general = 89.10					

Ns No significativa

** Significación al 1% de probabilidad

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% (Tabla 10 y Figura 3) mostró diferencias significativas entre promedios de los tratamientos, señalando que el testigo sin control superó estadísticamente a los demás tratamientos con 177.52 juveniles J2. Seguido se encuentra un grupo con valores similares entre sí, encontrándose a vydate y tecnología E. M con 76.97 y 56.23 juveniles J2 respectivamente. Mientras *Paecilomyces lilacinus* reportó el valor más bajo con 36.54 juveniles J2.

Tabla 10. Comparación de medias para la población final del número de juveniles J2 de *Globodera pallida*

Tratamientos	Medias	
Testigo sin control	177.52	a
Melaza de caña azúcar	107.08	b
Enmienda orgánica	80.28	c
Vydate	76.97	c

Tecnología E. M.	56.23	cd
Paecilomyces lilacinus	36.54	d

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

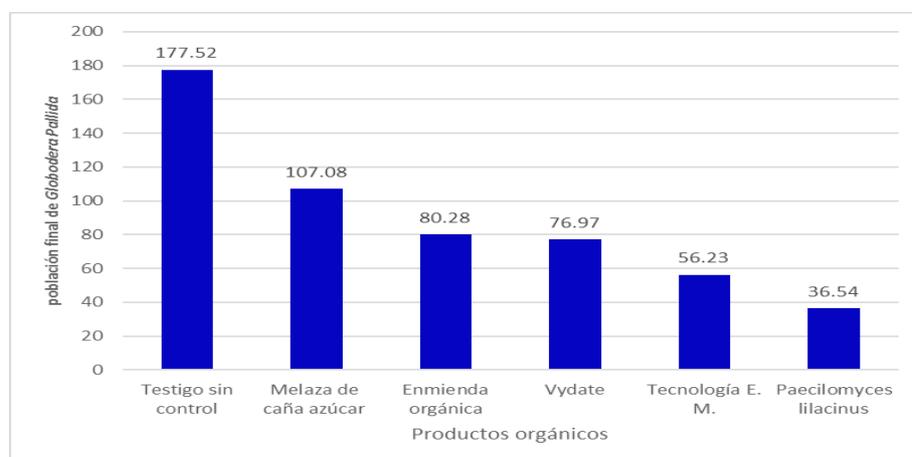


Figura 4. Número de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida*.

4.4 Tasa de reproducción de población final entre población media de *Globodera pallida*.

El análisis de varianza para la variable tasa de reproducción de población final entre población media de *Globodera pallida* se encontró diferencias altamente significativas (Tabla 11). Es decir, los tratamientos tienen un comportamiento heterogéneo. Para la fuente de bloques, no se encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 16.87% valor que indica que los datos son homogéneos.

Tabla 11. Análisis de varianza para la tasa de reproducción de población final entre población media de *Globodera pallida*.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0.13	0.04	1.69	0.2125	ns
Tratamiento	5	3.33	0.67	26.17	<.0001	**
Error	15	0.38	0.03			
Total	23	3.84				

C.V. = 16.87% Promedio general = 0.95

Ns No significativa

** Significación al 1% de probabilidad

La prueba de comparación de medias para los tratamientos a través de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 12 y Figura 4) muestran diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos. Encontrándose al testigo sin control con 1.53% el cual superó estadísticamente a todos los tratamientos. Seguido por un grupo homogéneo de tres tratamientos con valores que oscilan entre 0.77 a 1.17% de tasa de reproducción correspondientes a la enmienda orgánica, melaza de caña azúcar y a vydate respectivamente. Por último, se ubica tecnología E. M. y *Paecilomyces lilacinus* con 0.72 y 0.38% de tasa de reproducción de la población final entre la población media.

Tabla 12. Comparación de medias para la tasa de reproducción de población final entre población media de *Globodera pallida*.

Tratamientos	Medias (%)	
Testigo sin control	1.53	a
Vydate	1.17	b
Melaza de caña azúcar	1.12	b
Enmienda orgánica	0.77	b
Tecnología E. M.	0.72	c
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	0.38	c

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

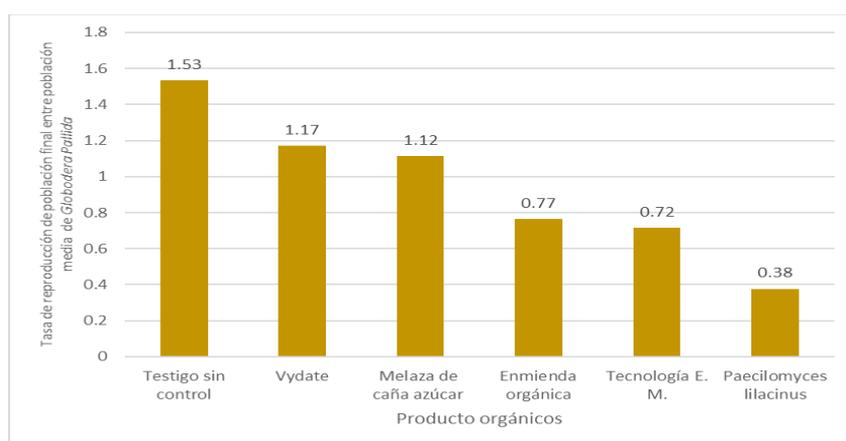


Figura 5. Tasa de reproducción de población final entre población media de *Globodera pallida*.

4.5 Tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Globodera pallida*.

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 13, indica que existe diferencias altamente significativas para la fuente de tratamientos, mostrando un comportamiento diferencial en la tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Globodera pallida*.

La fuente de variación de bloques, no se reportó diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 16.56% valor bajo, que indica buena precisión experimental.

Tabla 13. Análisis de varianza para la tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Globodera pallida*.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0.57	0.19	3.22	0.0528	ns
Tratamiento	5	2.99	0.60	10.23	0.0002	**
Error	15	0.88	0.06			
Total	23	4.44				
C.V. = 16.56%	Promedio general = 0.71					

* Significación al 5% de probabilidad

** Significación al 1% de probabilidad

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% (Tabla 14 y Figura 5) muestra diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, reportando al tratamiento testigo sin control, presenta la tasa de reproducción mas alta superando estadísticamente a los demás tratamientos con 1.43%. Asimismo, se observa que la tecnología E. M. con 0.45% y *Paecilomyces lilacinus* con 0.29% fueron los que mostraron las tasas más bajas de reproducción.

Tabla 14. Comparación de medias para la tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Globodera pallida*.

Tratamientos	Medias
Testigo sin control	1.43 a

Melaza de caña azúcar	0.85	b
Enmienda orgánica	0.66	c
Vydate	0.62	c
Tecnología E. M.	0.45	cd
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	0.29	d

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

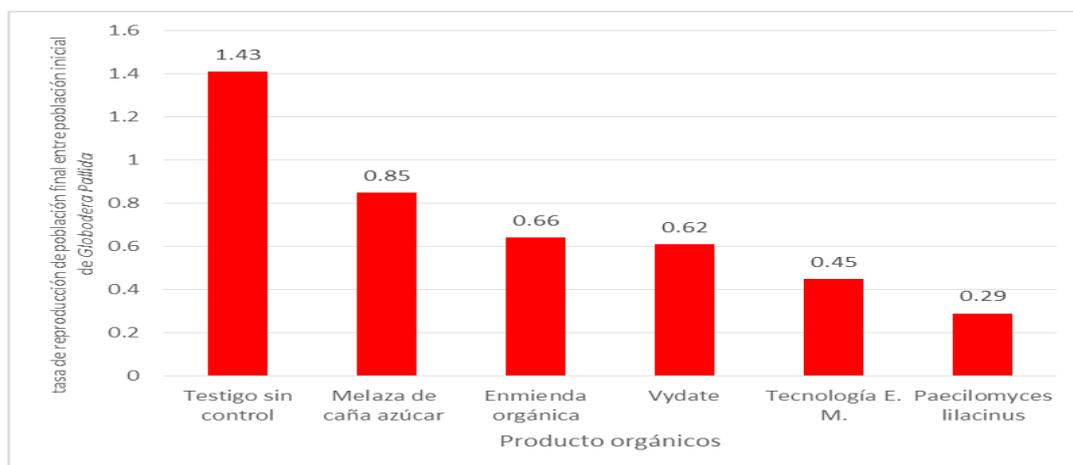


Figura 6. Tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Globodera pallida*.

4.6 Eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población media de *Globodera pallida*.

Para la variable eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población media de *Globodera pallida* (Tabla 15), se encontró diferencias altamente significativas para la fuente de tratamientos ($< .0001$), es decir que los tratamientos se comportan de forma heterogénea. La fuente de variación de bloques, no se encontró diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 26.94% valor que indica precisión experimental.

Tabla 15. Análisis de varianza para la eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población media de *Globodera pallida*.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	108.07	36.02	0.56	0.65	ns
Tratamiento	5	4665.19	933.04	14.49	<.0001	**
Error	15	966.08	64.41			
Total	23	5739.34				

C.V. = 26.94% Promedio general = 19.60

Ns No significativo

** Significación al 1% de probabilidad

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% (Tabla 16 y Figura 6) reportó diferencias significativas entre promedios de los tratamientos, mostrando a vydate y tecnología E. M con 41.93 y 32.23 % de eficiencia de control de la población media de *Globodera pallida* superando estadísticamente a todos los tratamientos. Mientras que enmienda orgánica y el testigo sin control reportaron los valores más bajos con 9.00 y 0.00 % de eficiencia de control.

Tabla 16. Comparación de medias para la eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población media de *Globodera pallida*.

Tratamientos	Medias	
Vydate	41.93	a
Tecnología E. M.	32.23	ab
Melaza de caña azúcar	17.70	bc
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	16.75	bc
Enmienda orgánica	9.00	c
Testigo sin control	0.00	c

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

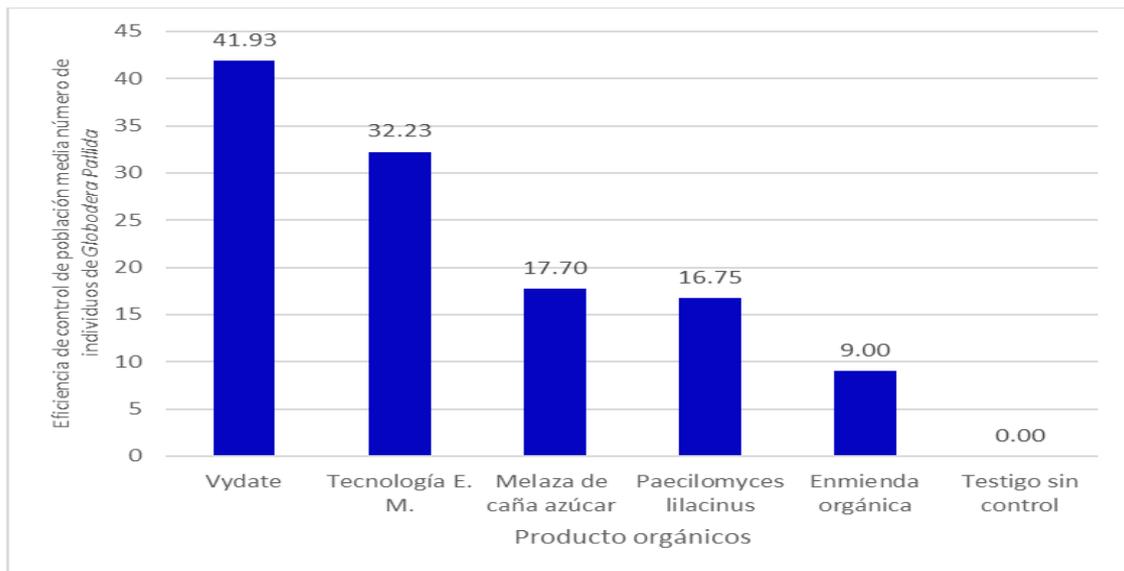


Figura 7. Eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población media de *Globodera pallida*.

4.7 Eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida*.

El análisis de varianza para la eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida* muestra diferencias altamente significativas (Tabla 17). Es decir, los tratamientos tienen un comportamiento heterogéneo. Para bloques no se encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 12.07% valor bajo que indica que los datos son homogéneos y existe buena precisión experimental.

Tabla 17. Análisis de varianza para la eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida*.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	77.19	25.73	0.71	0.4228	ns
Tratamiento	5	15481.52	3096.30	85.54	0.0009	**
Error	15	542.99	36.20			
Total	23	16101.70				
C.V. = 12.07%	Promedio general = 49.82					

Ns No significativa

** Significación al 1% de probabilidad

La prueba de comparación de medias para los tratamientos a través de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 18 y Figura 7) muestran diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos. Encontrándose a *Paecilomyces lilacinus* superando estadísticamente a todos los tratamientos con 79.41% de eficiencia del control de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida*. Seguido por un grupo con resultados homogéneos que van desde 68.29 a 54.78% quien corresponden a tecnología E. M., vydate, y enmienda orgánica, respectivamente. Por último, se ubica Melaza de caña de azúcar y testigo sin control con 39.80 y 0.00% de eficiencia.

Tabla 18. Comparación de medias para la eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida*.

Tratamientos	Medias	
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	79.41	a
Tecnología E. M.	68.29	ab
Vydate	56.65	b
Enmienda orgánica	54.78	b
Melaza de caña azúcar	39.80	c
Testigo sin control	0.00	d

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

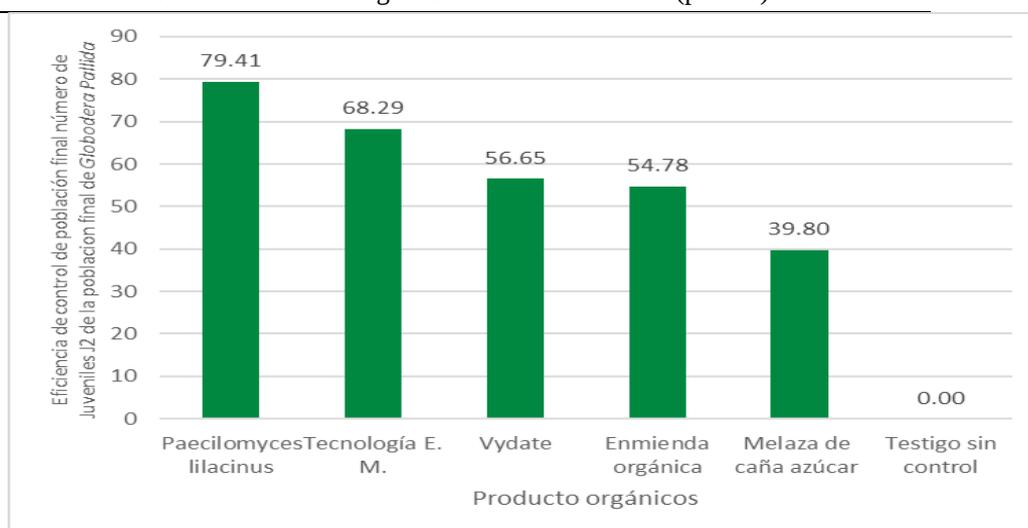


Figura 8. Eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida*.

4.8 Índice de quistes de *Globodera pallida* en la papa

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 19 muestra diferencias altamente significativas ($P < .001$) para el índice de quistes según la escala elaborada por el CIP y expresada en porcentaje. Es decir, los tratamientos tienen un comportamiento diferencial en el índice de quistes. Para la fuente de bloques, no se encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 13.56% valor que indica que los datos son homogéneos.

Tabla 19. Análisis de varianza para el índice de quistes de *Globodera pallida* en la papa

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0.46	0.15	0.60	0.6222	ns
Tratamiento	5	34.71	6.94	27.46	0.0009	**
Error	15	3.79	0.25			
Total	23	38.96				
C.V. = 13.56%		Promedio general = 3.71				

Ns No significativa

** Significación al 1% de probabilidad.

La prueba de comparación de medias para los tratamientos a través de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 20 y Figura 8) muestran que testigo sin control, junto a Melaza de caña azúcar y a enmienda orgánica como los tratamientos con valores más altos de quistes con promedios de 5.00, 4.75 y 4.50 respectivamente. Seguido por vydate con un índice de 3.75. Por último, Tecnología E. M. y *Paecilomyces lilacinus* con resultados similares que van de 2.50 y 1.75 del índice de quistes.

Tabla 20. Comparación de medias para el índice de quistes de *Globodera pallida* en la papa

Tratamientos	Medias	
Testigo sin control	5.00	a
Melaza de caña azúcar	4.75	ab
Enmienda orgánica	4.50	ab
Vydate	3.75	b
Tecnología E. M.	2.50	c
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	1.75	c

Promedio con la misma letra no es diferente significativamente según Tukey 0.05%

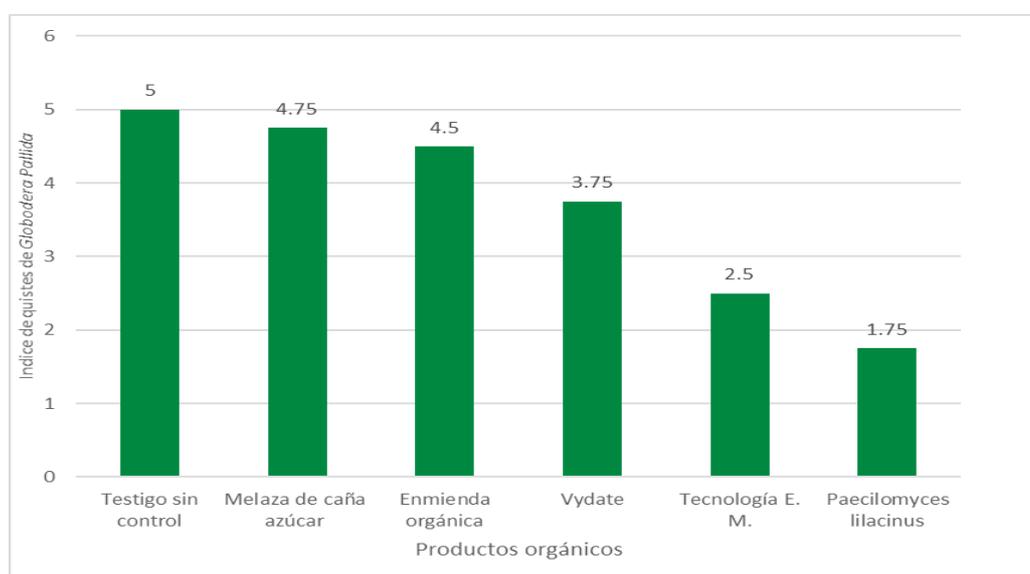


Figura 9. Índice de quistes de *Globodera pallida* en la papa.

4.9 Eficiencia en el control de la quistes de *Globodera pallida* en la papa

Para la variable eficiencia en el control de la quistes de *Globodera pallida* (Tabla 21), se encontró diferencias altamente significativas para la fuente de tratamientos ($P < .001$), es decir que los tratamientos se comportan de forma heterogénea. La fuente de variación de bloques, no se encontró diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 31.92% valor alto, sin embargo, para este estudio indica buena precisión experimental.

Tabla 21. Análisis de varianza para la eficiencia en el control de la quistes de *Globodera pallida* en la papa.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	183.33	61.11	0.60	0.6222	ns
Tratamiento	5	13883.33	2776.67	27.46	<.0001	**
Error	15	1516.67	101.11			
Total	23	15583.33				
C.V. = 29.92%		Promedio general = 25.83				

Ns No significativo

** Significación al 1% de probabilidad

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% (Tabla 22 y Figura 9) mostró diferencias significativas entre promedios de los tratamientos, mostrando a *Paecilomyces lilacinus* y Tecnología E. M. quienes superaron estadísticamente a todos los tratamientos con 70.00% y 50.00% de eficiencia en el control de la quistes de *Globodera pallida* en la papa. Asimismo, le sigue un grupo de 3 tratamientos con valores homogéneos siendo la melaza de caña azúcar la que mostró el más bajo valor con 5.00%.

Tabla 22. Comparación de medias para la eficiencia en el control de la quistes de *Globodera pallida* en la papa.

Tratamientos	Medias	
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	70.00	a
Tecnología E. M.	50.00	a
Vydate	25.00	b
Enmienda orgánica	10.00	bc
Melaza de caña azúcar	5.00	bc
Testigo sin control	0.00	c
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<0.05)		

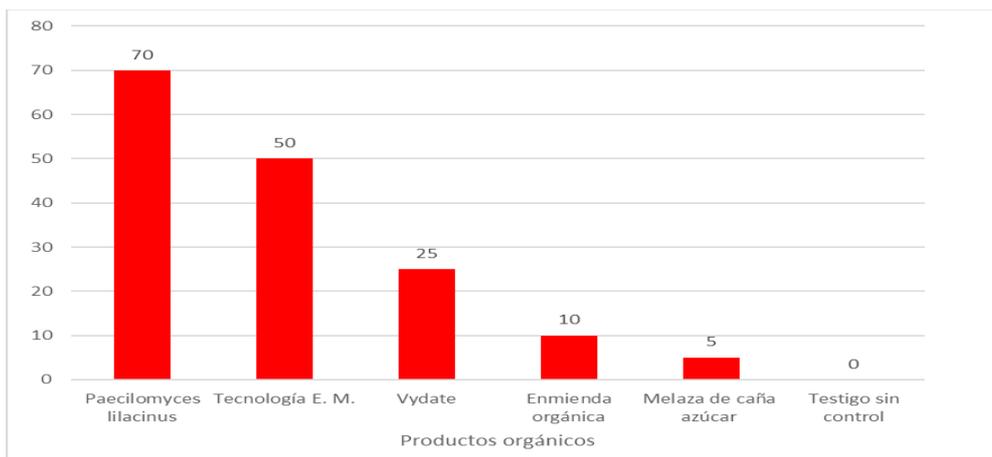


Figura 10. Eficiencia en el control de la quistes de *Globodera pallida*

4.10 Rendimiento de la papa

El análisis de varianza para la variable rendimiento de la papa detectó diferencias altamente significativas (Tabla 23). Es decir, que los tratamientos tienen un comportamiento heterogéneo. Para la fuente de bloques, no se encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 11.07% valor bajo que indica que los datos son homogéneos.

Tabla 23. Análisis de varianza para el rendimiento de la papa

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	22.82	7.61	1.39	0.285	ns
Tratamiento	5	2173.42	434.68	79.3	<.0001	**
Error	15	82.23	5.48			
Total	23	2278.46				
C.V. = 11.07%	Promedio general = 21.16					

Ns No significativa

** Significación al 1% de probabilidad

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% (Tabla 24 y Figura 10) muestran que *Paecilomyces lilacinus* y tecnología E. M. reportaron los valores más altos con 34.34 y 32.64 ton/ha, seguido por vydate con 21.10 el cual no difiere estadísticamente con el tratamiento enmienda orgánica con 17.59. Por último, se

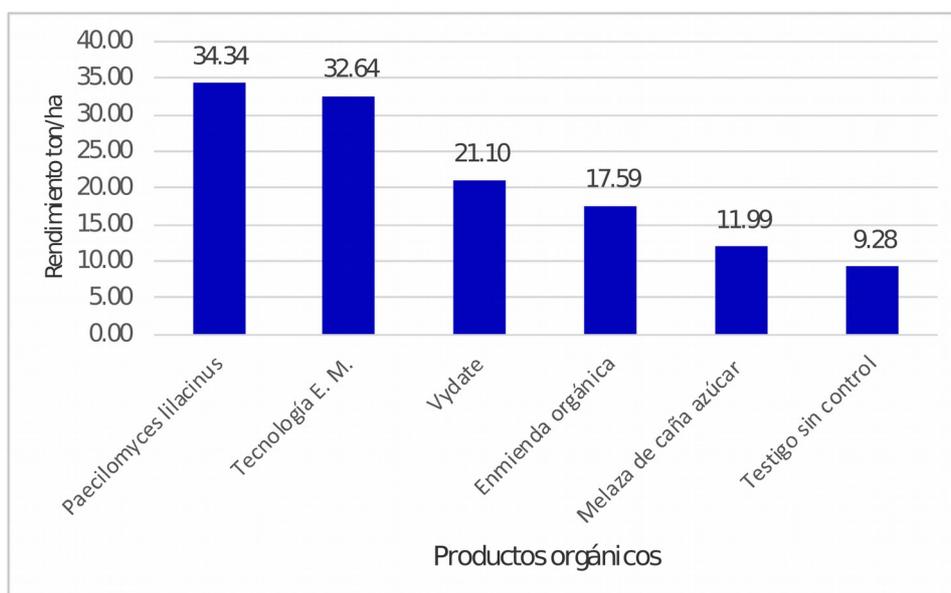
muestra a melaza de caña de azúcar con 11.99 y al testigo sin control con 9.28 ton/ha quienes presentaron los más bajos valores del estudio.

Tabla 24. Comparación de medias para el rendimiento de la papa

Tratamientos	Medias	
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	34.34	a
Tecnología E. M.	32.64	a
Vydate	21.10	b
Enmienda orgánica	17.59	b
Melaza de caña azúcar	11.99	c
Testigo sin control	9.28	c

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

Figura 11. Rendimiento de la papa.



V. DISCUSIONES

5.1 Número de juveniles J2 de la población inicial de *Globodera pallida*.

En cuanto al número de juveniles J2 de la población inicial de *Globodera pallida* fue de 126.03 juveniles J2 para los tratamientos juveniles de segundo estadio (J2). Para

Las poblaciones encontrados de *G. pallida* son calificativas como altas (98.196 juveniles en 100 gramos de suelo), lo que denota una alta infestación de los campos.

Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron similares a los registrados por Blanco (2013) quien en su estudio del efecto de productos orgánicos sobre el control del nematodo del nódulo de la raíz en el cultivo de páprika, obtuvo valores que variaron de 80.15 a 113.58 juveniles para la poblaci3n inicial de nematodo, asimismo, indica que las poblaciones encontrados de nematodo son calificativas como altas (98.196 juveniles en 100 gramos de suelo), lo que denota una alta infestaci3n de los campos. Además, señala que los nematodos en el suelo están distribuidos de forma irregular, por situaciones de presencia de hospederos, textura de suelo, disseminaci3n por agua de riego.

5.2 Número de juveniles J2 de la poblaci3n media de *Globodera pallida*.

Con respecto al número de juveniles de la poblaci3n inicial de *G. pallida* muestra al testigo sin control con 116.44 de juveniles J2 fue el que obtuvo el más alto, asimismo, se observa que la Tecnología EM con 79.05 y vydate con 67.82 de juveniles J2 fueron los que mostraron los valores más bajos de poblaci3n media, mostrando el mejor controlador de nematodos, causando una reducci3n. Los valores obtenidos en esta investigaci3n fueron similares a los observados por Blanco (2013) con promedios que oscilan de 101.65 a 71.70 juveniles en la poblaci3n media del nematodo para un grupo de 7 tratamientos.

5.3 Número de juveniles J2 de la poblaci3n final de *Globodera pallida*.

Para la poblaci3n final de *G. pallida* el testigo sin control super3 estadísticamente a los demás tratamientos con 177.52 de juveniles J2, mientras *Paecilomyces lilacinus*

reportó el valor más bajo con 36.54 juveniles. Los resultados obtenidos fueron similares a los mostrados por Blanco (2013) quien menciona que en su investigación los productos orgánicos variaron de 49.97 a 302.93 juveniles J2 para *Paecilomyces lilacinus* y el testigo. Según Rojas y Salazar (2013) aunque el nivel de inóculo inicial sea bajo en un suelo donde se desarrolle, tarde o temprano la población del nematodo alcanzará los más altos niveles. Es por ello la importancia de controlar tales poblaciones, por lo que *Paecilomyces lilacinus* reportó un buen control en la presente investigación. Saire (2017) indica que este parámetro tiene una relación directa con las escalas de quistes, es decir menos población de J2 en suelo se relaciona con un menor daño en la raíz expresado con la presencia de nódulos.

Soto (2016) quien evaluando el control poblacional de nematodos radicales, entre extractos vegetales y el testigo químico vydate (oxamil), demostró que los extractos vegetales son una valiosa opción para el productor no solo por las ventajas que muestran tales como: baja persistencia residual en el ambiente, bajo costo, menor toxicidad múltiples modos de acción, selectividad; sino también por las tendencias recientes de prohibición y restricción de plaguicidas como resultado de una mayor preocupación ambiental y sanitaria lo que ha generado la búsqueda de alternativas de control más aceptables con el ambiente para el manejo nematológico.

5.4 Tasa de reproducción de población final entre población media de *Globodera pallida* (TRN = Pf/Pm)

El testigo sin control resultó con el mayor porcentaje de la tasa de reproducción de población final entre población media de *G. pallida* con 1.53%. Por último, se ubica la Tecnología EM y *Paecilomyces lilacinus* con 0.72 y 0.38% cabe resaltar que este bajo

porcentaje indica que son los mejores controladores del nematodo en la tasa de reproducción. Resultado similar es reportado por Cáceres y Palomo (2016) quienes en su investigación sobre la reacción de 14 cultivares de pimiento paprika a diferentes densidades de *G. pallida* reportan que los 5 cultivares tienen una tasa de reproducción (Pf/Pi) mayor a 1.5 por lo que son considerados como hospedantes eficientes del nematodo en las diferentes densidades poblaciones inoculadas, mientras que en densidades altas estos se comportan como hospedantes no eficientes del nematodo con Pf/Pi menor a 1.5.

Asimismo, Palomo (2018) quien durante su investigación sobre la reproducción del nematodo en siete variedades de quinua indica que, en plantas inoculadas con mayor densidad poblacional, se genera entre los mismos juveniles una mayor competencia por nutrientes en la raíz, no todos los juveniles logran una alimentación óptima, y como consecuencia se observa menores tasas de reproducción.

5.5 Tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Globodera pallida*.

En la Figura 5, muestra que el tratamiento testigo sin control, la enmienda orgánica y melaza de caña de azúcar fueron los que presentaron las más altas tasas de reproducción de población final entre población inicial de *G. pallida* con 1.43 y 0.85 % respectivamente, por otro lado, la tecnología EM con 0.45% y *Paecilomyces lilacinus* con 0.29% fueron los que mostraron las tasas más bajas de reproducción, los cuales por su bajo porcentaje indican que son buenos controladores del nematodo debido a la disminución de la población de juveniles del nematodo menor a la población iniciada.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, son coincidentes con los obtenidos por Salazar y Guzmán (2013) quienes indican que la tasa reproductiva fue de 0,29

indicando que las poblaciones decrecieron en presencia del extracto, reduciéndose su capacidad de reproducirse e infectar las plantas. Además, señalan que el nematodo experimentó un crecimiento lineal durante las diferentes etapas de crecimiento del tomate. No obstante, al correlacionarse su densidad inicial con la tasa de reproducción se obtuvo una correlación inversa, este tipo de incremento poblacional está asociado a la susceptibilidad del hospedero y condiciones ambientales favorables al nematodo lo que provoca un incremento en su población.

5.6 Eficiencia de control del número de juveniles de la población media de *Globodera pallida*.

Con respecto a la Eficiencia de control del número de juveniles de la población media de *G. pallida*, muestran a vydate y tecnología E. M con 41.93 y 32.23 % de eficiencia. Mientras que enmienda orgánica y el testigo sin control reportaron los valores más bajos con 9.00 y 0.00 % de eficiencia de control. Por lo que vydate y tecnología EM ejercieron un mejor control sobre la población media del nematodo, mostrando al nematicida químico con mayor control en comparación al producto orgánico tecnología EM.

Resultado similar fueron obtenidos por Gusqui et al. (2014) quienes al evaluar la eficiencia de 4 productos ecológicos en el control del nematodo en tomate, quienes indican que los nematicidas botánicos reportan un control regular, con valores que varía de 0.34 y 0.36%, en tanto el nematicida químico obtuvo una influencia rápida en el control de la población de *Globodera pallida*.

5.7 Eficiencia de control del número de juveniles J2 de la población final de *Globodera pallida*.

Para la Eficiencia de control del número de juveniles de la población final de *G. pallida* a *Paecilomyces lilacinus* superando estadísticamente a todos los tratamientos

con 79.41% de eficiencia del control de juveniles J2 de la población final de *G. pallida* Seguido por un grupo con resultados homogéneos que van desde 68.29 a 54.78% quien corresponden a tecnología EM, vydate, y enmienda orgánica, respectivamente. Por último, se ubica Melaza de caña de azúcar y testigo sin control con 39.80 y 0.00% de eficiencia. Este resultado demuestra que el uso de *Paecilomyces lilacinus* (nematicida biológico) ejerce influencia sobre el control del nematodo en el suelo, superando así al nematicida químico mas usado en Huari, Lima, para el control del nemátodo en el suelo. Según a lo demostrado por Gusqui et al (2014) la eficiencia de 4 productos ecológicos en el control del nematodo en tomate demuestra una eficacia de control del 70.41 a 70.11% los cuales ejercieron un control óptimo en el grado de infestación de nematodo en el suelo y el sistema radicular, obteniendo también un efecto `positivo en comparación al nematicida químico más usado en Ecuador para el control de esta plaga.

5.8 Índice de quistes de *Globodera pallida* en la papa

La prueba de comparación de medias para los tratamientos a través de la prueba de Tukey al 5% (Tabla 3 y Figura 2) muestran que testigo sin control, junto a Melaza de caña azúcar y a enmienda orgánica como los tratamientos con valores más altos de quistes con promedios de 5.00, 4.75 y 4.50 respectivamente. Seguido por vydate con un índice de 3.75. Por último, Tecnología EM y *Paecilomyces lilacinus* con resultados similares que van de 2.50 y 1.75 del índice de quistes.

Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron similares a los registrados por Rado (2010) quien en su estudio del efecto del control del nemátodo del quiste usando materia orgánica compostada (estiércol de vacuno) en la ají reporta resultados menores que los que se obtuvieron en el presente estudio con un índice de quistes (grados 3 y 4), pero destacó el testigo con mayor índice de quiste (grado 4).

5.9 Eficiencia en el control del quiste de *Globodera pallida* en la papa

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% (Tabla 3 y Figura 2) mostró diferencias significativas entre promedios de los tratamientos, mostrando a *Paecilomyces lilacinus* y Tecnología EM quienes superaron estadísticamente a todos los tratamientos con 70.00% y 50.00% de eficiencia en el control de la quistes de *G. pallida* en la papa. Asimismo, le sigue un grupo de 3 tratamientos con valores homogéneos siendo la melaza de caña azúcar la que mostró el más bajo valor con 5.00%.

Estos valores fueron superiores a lo mostrado por Blanco (2013) el cual reporta que la eficiencia varía de 5 a 20%, siendo *Paecilomyces lilacinus* el que obtuvo mayor valor. Asimismo, Cepeda Gallegos (2003) quienes evaluando la efectividad biológica de Biostat y *P. lilacinus* sobre el control del nematodo en papa indican que *Paecilomyces lilacinus*, ha sido considerado como un hongo endoparásito del nemátodo agallador. Siendo *Paecilomyces lilacinus* y Tecnología EM una opción para el productor de papa como una alternativa de control nematológico aceptable con el ambiente evaluado.

La Tecnología EM es un producto microbiano multipropósito, que contiene varios tipos de organismos vivos. La tecnología EM fue desarrollada en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa, Profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón (Luna y Mesa, 2016). EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces, efectivos o eficientes), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros (Ecologic Maintenances, 2012 citado por Luna y Mesa, 2016).

Estos microorganismos se propagan entre ellos mismos si existen unas condiciones adecuadas de alimento y medios ambientales. Esta propagación se conoce como

activación y es de sencilla elaboración, logra hacer un uso de los EM mucho más económico. Cuando se usan EM para cualquier aplicación, el incremento de la densidad de población de estos microbios benéficos es la llave para alcanzar buenos resultados. Debido a la activación EM es posible aplicar este producto con más frecuencia, lo que reduce los gastos (Ramírez, 2009).

Otros usos de los EM Los Microorganismos Eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, y generan una agricultura y medio ambiente más sostenible. Pueden ser utilizados en la rama animal (porcicultura, ganadería y avicultura) para la cría de animales, el incremento de las variables productivas, esto maximiza la eficiencia de los sistemas y el manejo de excretas e instalaciones (Luna y Mesa, 2016).

5.10 Rendimiento de la papa

Los resultados del rendimiento de papa muestran a *Paecilomyces lilacinus* y tecnología EM con los valores más altos con 34.34 y 32.64 ton/ha. Por último, se muestra a melaza de caña de azúcar con 11.99 y al testigo sin control con 9.28 ton/ha quienes presentaron los más bajos valores del estudio.

Estos resultados es corroborado por Cepeda y Gallegos (2003) quienes indican que este alto rendimiento de papa se debe a la actividad parasítica de *P. lilacinus*, al ser aplicado al momento de la siembra de tubérculos de papa, y lograr su establecimiento en el suelo, así como su persistencia a lo largo del desarrollo fenológico del cultivo, obteniendo a la cosecha resultados favorables sobre la población del nematodo

agallador, pues se manifestó la actividad parasítica del hongo en huevos y en etapas juveniles del nematodo, dando origen a una baja población de hembras adultas que no llegaron a completar su ciclo biológico, por lo que se manifestó en un limitado número de agallas en tubérculos a la cosecha.

Piedra (2008) los hongos nematófagos son microorganismos con la capacidad de atacar, matar y digerir nematodos (adultos, juveniles y huevos). Aparte de su habilidad nematófaga, muchos de estos hongos pueden también vivir saprofiticamente en materia orgánica muerta, atacar a otros hongos (microparásitos) y colonizar raíces de plantas como endófitos.

VI. CONCLUSIONES

Los productos orgánicos ejercieron influencia sobre el control del nematodo del quiste (*Globodera pallida*) en el cultivo de papa, superando al nematicida químico más usado en Cajay, siendo una opción para los productores de papa siendo esta una alternativa para el control nematológico aceptable con el ambiente en estudio.

Los tratamientos *Paecilomyces lilacinus* y tecnología EM fueron los que registraron mayor porcentaje de eficiencia en el control de la población media, final y en la tasa de reproducción de la población final entre la población media e inicial de *G. pallida* en el cultivo de papa, presentando una actividad parasítica sobre el nematodo.

El biocontrolador *Paecilomyces lilacinus* y la Tecnología EM presentaron una alta eficiencia en el control de los quistes de las raíces del nematodo *Globodera pallida*.

El biocontrolador *Paecilomyces lilacinus* y la tecnología EM obtuvieron los rendimientos más altos en el cultivo de papa debido a un buen control de la *Globodera pallida* bajo las condiciones edafoclimáticas del distrito de Cajay – Ancash.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones sobre el parasitismo de huevos de *Globodera pallida* utilizando el biocontrolador *Paecilomyces lilacinus* en el cultivo de papa bajo las condiciones edafoclimáticas del distrito de Cajay – Ancash.

Para una mejor estimación de los resultados se requiere de realizar una validación de los datos obtenidos usando la misma metodología.

Difundir los productos orgánicos (*Paecilomyces lilacinus* y la tecnología EM) a los productores de papa para el inicio de un mejor manejo en el control de *Globodera pallida* permitiendo así un ahorro en los costos de producción y manteniendo saludable a los agricultores, al suelo y al medio ambiente.

VIII. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Agrios, N. (2002). *Fitopatología*. México. Editorial LIMUSA, S.A. IIV ed.

Alonso, F. (2002). *El cultivo de la patata*. Madrid. Ed. Mundiprensa.

Alarcon, C. y Meneses L. (2016). *Evaluacion de nematodos de quiste asociados al cultivo de papa solanum tuberosum en el centro poblado de Huancabamba -*

- Apurimac. (Tesis de pregrado). Universidad tecnológica de los andes. Apurimac. Perú.
- Blanco, J. (2013). *Efecto de Paecilomyces lilacinus, Pochonia clamidospora, Trichoderma harzianum, tecnología E.M, melaza caña de azúcar, enmienda orgánicas sobre el control del nematodo del nódulo de la raíz (meloidogyne incognita), en el cultivo de páprika variedad king (Capsicum annum)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lima. Perú.
- Cáceres, C. y Palomo, A. (2016). *Reacción de 14 cultivares de pimiento paprika (Capsicum annum L.) a diferentes densidades del nematodo del nódulo meloidogyne incognita (Kofoid & White)*. Analisis Científico. Chitwood.
- Camacho (1979) *Nematodo quiste de la papa Globodera rostochiensis*. (Tesis de pregrado). Universidad de Chapingo. México.
- Cepeda S. M.; Gallegos M. G. (2003). *Evaluación de la efectividad biológica, de bioestat Paecilomyces lilacinus (Thom) Samsom, para el control de nematodos en papa (Solanum tuberosum L.)* Navidad, Galeana, Nuevo León. México.
- Cetz, J. I., Alejo, J., Tún, J. M., Peraza, F. A., y Candelero de la Cruz, J. (2018). *Especies nativas de Trichoderma spp. y su actividad antagónica contra Meloidogyne incognita en Solanum Lycopersicum L.* Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México.
- Cortez, M. y Hurtado, G. (2002). *Guía técnica del cultivo de la Papa*. Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria Y Forestal (CENTA). San salvador.
- Egúsquiza, B. (2000). *La papa producción, transformación y comercialización*. Perú.
- FAO, 2016. (2018, 02 de septiembre). la papa. *Tesoro enterrado*. recuperado de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0611sp1.htm>

- Finkers, A. (2011). *Co-evolution between Globodera rostochiensis and potato driving sequence diversity of NB-LRR resistance loci and nematode suppressors of plant immunity*. Thesis Wageningen University. Wageningen. The Netherlands.
- Franco, P. y González V. (2011). *Pérdidas causadas por el nematodo Quiste de la papa (Globodera sp.) en Bolivia y Perú*. Revista Latinoamericana de la Papa.
- García, D., García, C., Montero, Z., Salazar, L., Brenes, A. and Gómez-Alpizar, L. (2009). *Morphological and molecular identification of potato cyst-forming nematode Globodera pallida in soil samples. from Costa Rica*. Revista Latinoamericana de la Papa.
- García, R., Arcia, M., Pérez, M. y Riera, R. (2012). *Efecto de Trichoderma sobre el desarrollo de papa y el biocontrol de Rhizoctonia solani bajo tres tiempos de inicio de aplicación*. Agronomía Trop.
- Goswami, B. K., Pandey, R. K., Rathour, K. S., Bhattacharya, C., & Singh, L. (2006). *Integrated application of some compatible biocontrol agents along with mustard oil seed cake and furadan on Meloidogyne incognita infecting tomato plants*. Journal Zhejiang University Science B.
- Gusqui, L., Oña, V.C., Ramírez, A.A. y Mackliff. L. (2014). *Eficiencia de cuatro productos ecológicos en el control del nematodo Meloidogyne sp, en el cultivo de tomate riñon bajo invernadero*. Tsafiqui-Revista de investigación científica UTE, 5: 38-47.
- Hinojosa, I, (2009). *Estudio del comportamiento agronómico de genotipos de papa (Solanum spp.) bajo estrés hídrico en invernadero*, Universidad Central del Ecuador. Quito.

- Inostroza, J. (2009). Manual de papa para Araucanía: manejo y plantación, Instituto de Investigación Agropecuarias, Ministerio de Agricultura Centro Regional Carillanca, boletín INIA °193.
- Jatala, P. (1986). Biological Control of Plant Parasitic Nematodes *Ann. Rev. Phitopath.* 24,453 – 489.
- Martinez, S. (2017). *Detección de nematodos fitopatógenos en los suelos cultivados con papa (Solanum tuberosum) en la comunidad de Aypa Yauruta del departamento de la Paz.* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor De San Andrés. Bolivia.
- Martinotti, M., Castellanos S., del Toro, M., (2013). Susceptibilidad *in vitro* de *Meloidogyne incognita* a extractos acuosos de material vegetal. *Nematropica.* 43(2): 309-310.
- Nuez, F; Gil, R. Y Costa, J. (1996). *El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes.* España. Edit. Mundi Prensa.
- Núñez, A. (2002). *Aislamiento y evaluación de hongos nematófagos asociados a quistes de Globodera rostochiensis (Woll) en la región del Cofre de Perote.* (Tesis de pregrado) Universidad de Colima. México.
- Lopes, C. y Buso, J. (1997). Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.). Embrapa, Hortalizas.
- Luna, M. A. y Mesa, J. R. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista científica Agroecosistemas.* Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>.
- Olivas, T. (2014). Fraccionamiento del fertilizante en la absorción de nutrientes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). (Tesis de pregrado). UNALM. Lima. Perú.

- Ochoa, C. (1999). Las Papas de Sudamérica. *Perú*. 15(1): 24-46.
- Palomo, A. (2018). *Reproducción de Meloidogyne incognita (Kofoid & White) Chitwood en siete variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en invernadero*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Paucar, L. (2006). *Evaluación de nemátodos de quiste asociados al cultivo de papa Solanum tuberosum L. en el centro poblado de Huancabamba – Andahuaylas – Apurímac*. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica De Los Andes. Apurímac. Perú.
- Piedra, R. (2008). Manejo biológico de nematodos fitoparásitos con hongos y bacterias. *Tecnología en Marcha*, 21(1): 123-132.
- Piedra, R.. (2015). *Guía de muestreo de nematodos fitoparásitos en cultivos agrícolas*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. INTA. Costa Rica Diseño Editorial M&F S.A. 26p.
- Quispe, D. (2016). *Evaluación de dos variedades de papa (Solanum ssp.), bajo tres niveles de K₂O con la aplicación de ceniza como abono natural en la comunidad Finaya*. (Tesis de pregrado). Universidad Mayor De San Andrés. La Paz. Bolivia.
- Rado, C. 2010. Control del nemátodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne incognita* Cbitw.) con materia orgánica compostada (estiércol de vacuno) en el cultivo de páprika (*Capsicum annuum* L. var. Queen) en el valle de Ite – Tacna. Tesis. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna. 178p.
- Ramírez, A. (2009). *Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible*. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.

- Requena, A. (2013). *Control Biológico de Meloidogyne incognita en Pimiento (Capsicum annuum)*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Cartagena. España.
- Rojas, M. y Salazar, L. (2013). Densidad crítica de *Meloidogyne exigua* en plantas de almácigo de café variedad caturra. *Agronomía Costarricense* 37(2): 115-123.
- Rowe, JA; Evans, K. (2002). Morfología de la familia Heteroderinae, Nematodos formadores de quistes: taxonomía, *biología y control*. Montecillo. México.
- Rueda, E., Tarazón, M., García, J., Murillo, B., Holguín, R. y García, J. (2006). Presencia del Nematodo Dorado *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Skarbilovich, en Lotes de Papa (*Solanum tuberosum* L.) del Estado de Coahuila, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 24(1): 20-26.
- Saire, L. (2017). *Productos químicos alternativos e ingredientes activos comercialmente nuevos para el control de Meloidogyne incognita en tomate en invernadero*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Salazar, A. y Guzmán, H. (2013). Efecto de poblaciones de *Meloidogyne* sp. en el desarrollo y rendimiento del tomate. *Agron. Mesoam.* 2(1): 15-32.
- Siddiqi M. (2000). *Tylenchida: Parasites of Plants and Insects*. Wallingford, Oxon (UK). Ed Siddiqi MR. CABI Publishing,
- Soto, L. (2016). *Control poblacional de Meloidogyne spp en el cultivo de Tomate (Lycopersicon esculentum) mediante extractos vegetales bajo ambiente protegido en San Carlos*. (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico De Costa Rica Sede Regional San Carlos. San Carlos. Costa Rica.

- Sullivan M., Inserra R., Franco J., Morenoleheudé I., Greco N.(2007). Potato cyst nematodes: plant host status and their regulatory impact. *Nematropica* 37(2): 193-201.
- Varela, I., Durán, J. y Guzmán, T. (2016). Evaluación in vitro de diez cepas de hongos nematófagos para el control de *Meloidogyne exigua*, *Meloidogyne incognita* y *Radopholus similis*. *Tecnología en Marcha* 30(1): 27-37.
- Vergara, M., Morera, G. y Araya. M. (2017). Control químico de *Globodera pallida* (Stone) Behrens y la producción de papa (*Solanun tubersoum* L.), variedad Floresta. *Rev. Protección Veg.*, 32(3): 1-10.
- Vilca, R. (2013). *Evaluación de tres cultivos para su uso como plantas trampa del nematodo quiste de la papa Globodera spp. en invernadero*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
- Zepeda, M. y Menjivar, W. (2016). *Evaluación de tres variedades de papa (Solanum tuberosum L.) multiplicadas in vitro en dos volúmenes de sustrato para la producción de mini tubérculos bajo invernadero*. (Tesis de pregrado). Universidad De El Salvador. El Salvador.

ANEXO

Tabla 25. Datos de la población media

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Melaza de caña azúcar	102.21	78.32	104.21	98.21	382.95	95.74
T2: Tecnología E. M.	83.21	69.34	74.32	89.31	316.18	79.05
T3: Enmienda orgánica	103.21	118.42	98.43	102.34	422.40	105.60
T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	98.43	87.43	99.12	102.3	387.28	96.82
T5: Vydate	88.32	58.42	63.21	61.34	271.29	67.82
T6: Testigo sin control	123.12	111.85	109.44	121.33	465.74	116.44
Total	598.5	523.78	548.73	574.83	2245.84	93.58

Tabla 26. Datos de la población final

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Melaza de caña azúcar	128.92	83.45	118.53	97.43	428.33	107.08
T2: Tecnología E. M.	69.03	48.67	56.34	50.87	224.91	56.23
T3: Enmienda orgánica	67.32	79.43	89.14	85.23	321.12	80.28
T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	44.98	30.2	37.85	33.12	146.15	36.54
T5: Vydate	71.01	86.24	87.43	63.2	307.88	76.97
T6: Testigo sin control	174.56	169.32	193.21	172.98	710.07	177.52
Total	555.82	497.31	582.5	502.83	2138.46	89.10

Tabla 27. Datos de la Tasa de reproducción de población final entre población inicial.

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Melaza de caña azúcar	1.02	0.66	0.94	0.77	3.39	0.85
T2: Tecnología E. M.	0.55	0.39	0.45	0.40	1.78	0.45
T3: Enmienda orgánica	0.53	0.63	0.71	0.68	2.54	0.64
T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	0.36	0.24	0.30	0.26	1.15	0.29
T5: Vydate	0.56	0.68	0.69	0.50	2.44	0.61
T6: Testigo sin control	1.39	1.34	1.53	1.37	5.63	1.41
Total	4.42	3.95	4.63	3.99	16.97	0.71

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Melaza de caña azúcar	16.98	29.98	4.78	19.06	70.79	17.70
T2: Tecnología E. M.	32.42	38.01	32.09	26.39	128.90	32.23
T3: Enmienda orgánica	16.17	-5.87	10.06	15.65	36.01	9.00

T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	20.05	21.83	9.43	15.68	67.01	16.75
T5: Vydate	28.27	47.77	42.24	49.44	167.72	41.93
T6: Testigo sin control	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Total	113.88	131.71	98.60	126.22	470.42	19.60

Tabla 28. Datos de la Tasa de reproducción de población final entre población media

Tabla 29. Datos de la eficiencia de control de población media.

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Melaza de caña azúcar	1.26	1.07	1.14	0.99	4.46	1.11
T2: Tecnología E. M.	0.83	0.70	0.76	0.57	2.86	0.71
T3: Enmienda orgánica	0.65	0.67	0.91	0.83	3.06	0.77
T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	0.46	0.35	0.38	0.32	1.51	0.38
T5: Vydate	0.80	1.48	1.38	1.03	4.69	1.17
T6: Testigo sin control	1.42	1.51	1.77	1.43	6.12	1.53
Total	5.42	5.77	6.33	5.17	22.70	0.95

Tabla 30. Datos de la eficiencia de control de población final.

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Melaza de caña azúcar	26.15	50.71	38.65	43.68	159.18	39.80

T2: Tecnología E. M.	60.45	71.26	70.84	70.59	273.14	68.29
T3: Enmienda orgánica	61.43	53.09	53.86	50.73	219.11	54.78
T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	74.23	82.16	80.41	80.85	317.65	79.41
T5: Vydate	59.32	49.07	54.75	63.46	226.60	56.65
T6: Testigo sin control	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Total	281.58	306.28	298.51	309.31	1195.70	49.82

Tabla 31. Índice de quistes de *Globodera Pallida* en la papa.

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Melaza de caña azúcar	5.00	5.00	5.00	4.00	19	4.75
T2: Tecnología E. M.	2.00	3.00	2.00	3.00	10	2.50
T3: Enmienda orgánica	4.00	4.00	5.00	5.00	18	4.50
T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	2.00	2.00	1.00	2.00	7	1.75
T5: Vydate	4.00	4.00	3.00	4.00	15	3.75
T6: Testigo sin control	5.00	5.00	5.00	5.00	20	5.00
Total	258.81	319.41	228.58	317.59	89	3.71

Tabla 32. Eficiencia de control de quiste de *Globodera Pallida* en la papa.

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Melaza de caña azúcar	0.00	0.00	0.00	20.00	20	5.00
T2: Tecnología E. M.	60.00	40.00	60.00	40.00	200	50.00
T3: Enmienda orgánica	20.00	20.00	0.00	0.00	40	10.00
T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	60.00	60.00	80.00	60.00	260	65.00
T5: Vydate	20.00	20.00	40.00	20.00	100	25.00
T6: Testigo sin control	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Total	160.00	140.00	180.00	140.00	620	25.83

Tabla 33. Datos del Rendimiento de producción Tn/Ha

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Melaza de caña azúcar	12.43	11.23	12.65	11.66	47.965	11.99

T2: Tecnología E. M.	28.63	33.13	37.46	31.35	130.57	32.64
T3: Enmienda orgánica	18.32	16.35	17.24	18.45	70.36	17.59
T4: <i>Paecilomyces lilacinus</i>	38.42	31.35	37.45	30.12	137.335	34.33
T5: Vydate	21.04	19.45	22.36	21.56	84.41	21.10
T6: Testigo sin control	9.23	10.43	8.90	8.56	37.12	9.28
Total	128.07	121.93	136.05	121.7	507.76	21.16