

Evaluación de la eficacia de Fluensulfone sobre ciclo de vida de (*Globodera pallida* S) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en una zona productora del departamento de Nariño.

Mario Fernando Estrada Uscategui

Karen Paola Estupiñan Micolta

Universidad de Nariño

facultad de Ciencias Agrícolas

programa de Ingeniería Agronómica

San Juan de pasto, Colombia

2021

Evaluación de la eficacia de Fluensulfone sobre ciclo de vida de (*Globodera pallida* S.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en una zona productora del departamento de Nariño.

Mario Fernando Estrada Uscategui

Karen Paola Estupiñan Micolta

Director

Ph. D. Carlos Betancourth García.

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título

Ingeniero Agrónomo

Universidad de Nariño

facultad de Ciencias Agrícolas

programa de Ingeniería Agronómica

San Juan de Pasto, Colombia

2021

Nota de responsabilidad

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Carlos Betancourth García.

Firma del director del trabajo de grado

Claudia Milena Quiroz Ojeda.

Firma del jurado

Francisco Guillermo Santander Erazo.

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por las bendiciones en nuestras vidas, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Gustavo Estupiñan y Marcia Micolta; Efrén Estrada y Patricia Uscategui, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad de Nariño por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Doctor Carlos Betancourth García tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente no solo a nosotros si no ha muchos de nuestros compañeros con su valioso aporte para nuestra investigación.

De manera especial también agradecemos al ingeniero Agrónomo Félix Arteaga por su acompañamiento y entrega, a nuestras amigas y compañeras Jennifer Almeida y Karina Cañar por estar junto a nosotros en todo momento.

DEDICATORIA

A Dios gracias por la vida y salud.

Este trabajo está dedicado a todas las personas que nos han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos y en gran medida a nuestros familiares, profesores y amigos.

A nuestra Universidad de Nariño, a la Facultad de Ciencias Agrícolas y al departamento de Producción y Sanidad Vegetal por abrirnos las puertas y brindarnos oportunidades incomparables y sobre todo por habernos llenado con un poco de su sabiduría y experiencia.

Evaluación de la eficacia de Fluensulfone sobre ciclo de vida de (*Globodera pallida* S.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en una zona productora del departamento de Nariño.

Evaluation of the efficacy of Fluensulfone on the life cycle of (*Globodera pallida* S.) in potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation in a producer area of the Department of Nariño.

Carlos Arturo Betancourth¹; Mario Fernando Estrada U²; Karen Paola Estupiñan M³

1. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.
2. Estudiante de Ingeniería Agronómica Universidad de Nariño.
3. Estudiante de Ingeniería Agronómica Universidad de Nariño.

RESUMEN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es una de las actividades económicas que genera más empleos directos e indirectos en diferentes departamentos del país. Este cultivo presenta diversos problemas fitosanitarios durante su ciclo fenológico, destacándose los nematodos del género *Globodera*: *G. rostochiensis* y *G. pallida*, agentes causales de los quistes radicales, que pueden reducir el rendimiento hasta en un 80% si no se hace un control. Para su manejo se han empleado productos como el Carbofuran, el cual ha sido retirado del mercado por su alta toxicidad, por lo cual se hace necesario la búsqueda de alternativas para el manejo de este problema fitosanitario, siendo el Fluensulfone una alternativa para su manejo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia del nematicida Fluensulfone a diferentes dosis y momentos de aplicación sobre el nematodo *G. pallida*. Este trabajo se llevó a cabo en la finca las Guacas, municipio de Pupiales, departamento de Nariño, en donde se estableció un diseño BCA, se marcaron las 3 repeticiones de 6 x 45.3 metros, se distribuyeron 6 parcelas para un total 18 unidades experimentales, cada una con 36 m², con un total de 887.4 m², en donde se recolectaron quistes mediante la toma de muestras de suelo. Se evaluaron los tratamientos correspondientes a dosis de 0.5, 1.0, 1.5 L-kg/ha a los 20 y 40 DDS y dosis de 0.5 L-kg/ha a los 20, 40 Y 60 DDS, más un testigo comercial Rugby® 10 G (Cadusafos), bajo una dosis de 9,0 L-kg/ha, acompañado de un testigo absoluto. De acuerdo a los resultados la molécula Fluensulfone no mostró diferencias estadísticas significativas respecto a los quistes de *G. pallida* iniciales, tampoco respecto a el rendimiento, sin embargo, se encontró que a una dosis de 1.0 L-kg/ha hubo una disminución de la infección de hembras por planta con respecto al testigo absoluto.

Palabras clave: Nematodo fitoparásito, Papa, Carbamatos, Momentos de aplicación.

ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum*) cultivation is one of the economic activities that generates more direct and indirect jobs in different departments of the country. This crop presents various phytosanitary problems during its phenological cycle, especially the *Globodera* genus nematodes: *G. rostochiensis* and *G. pallida*, causal agents of radical cysts, which can reduce yield by up to 80% if not controlled. For its management products such as carbofuran have been used, which has been withdrawn from the market due to its high toxicity, for which it is necessary to search for alternatives for the management of this phytosanitary problem, being Fluensulfone an alternative for its management. The objective of this work was to evaluate the efficacy of the nematicide Fluensulfone at different doses and times of application on the nematode *G. pallida*. This work was carried out in the farm Las Guacas, municipality of Pupiales, department of Nariño, where a BCA design was established, 3 replicates of 6 x 45.3 meters were marked, 6 plots were distributed for a total of 18 experimental units, each with 36 m², with a total of 887.4 m², where cysts were collected by taking soil samples. Treatments corresponding to doses of 0.5, 1.0, 1.5 L-kg/ha at 20 and 40 DDS and doses of 0.5 L-kg/ha at 20, 40 and 60 DDS were evaluated, plus a commercial control Rugby® 10 G (Cadusafos), under a dose of 9.0 L-kg/ha, accompanied by an absolute control. According to the results, the Fluensulfone molecule did not show significant statistical differences with respect to the initial *G. pallida* cysts, affecting yield; however, it was found that at a dose of 1.0 L-kg/ha there was a decrease in the infection of females by silver with respect to the absolute control.

Key words: Phytoparasitic nematode, Potato, Carbamates, Applications times.

Tabla de contenido

	Pagina
Nota de responsabilidad	III
Nota de aceptación	IV
Agradecimiento	V
Dedicatoria	VI
Resumen	VII
Abstract	VIII
Glosario.....	XI
Capítulo 1:	
Introducción.....	1-2
Capítulo 2:	
Materiales y métodos	3
2.1 Localización	3
2.1.2 Área experimental	3
2.1.3 Tratamientos	3
Variables evaluadas	4
2.2.1 Población de quistes presentes en 100gr de suelo.....	4
2.3.1 Población de hembras inmaduras.....	5
2.3.2 Rendimiento.....	6
2.3.3 Análisis estadístico.....	6
Capítulo 3:	
Resultados y discusión.....	7
3.1 Población de quistes presentes en 100gr de suelo.....	7
3.2 Población de hembras inmaduras.....	7
3.3 Rendimiento.....	9
Capítulo 4:	

Conclusiones	9
Capítulo 5:	
Bibliografía	9
Anexos.....	12-17

Lista de Tablas

Tabla 1. Tratamientos y dosificación dados por la empresa ADAMA para llevar a cabo el ensayo	4
Tabla 2. Clasificación de tubérculos por su peso, para categorización por clases.....	6
Tabla 3. Comparación de medias por Duncan para el conteo y agrupación de la población de hembras.....	

Tabla de anexos

Anexo 1 Trazado de área experimental	13
Anexo 2 Proceso para la extracción de quistes	13
Anexo 2.1 Tamizaje de muestras.....	13
Anexo 2.2 Extracción de quistes por precipitación	14
Anexo 3 Conteo de quistes.....	15
Anexo 4 Aplicación de productos en campo.....	16
Anexo 5 Muestreo de hembras en campo.....	17
Anexo 6 Viabilidad de quistes.....	17
Anexo 7 sintomatología en campo	18

Glosario

Acciones pleiotrópicas: Incide sobre un gen que tiene uno o más de un efecto el cual afecta múltiples características de fenotipo.

Biomasa: Fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico que se generan de actividades agrarias, entre algunas de ellas las sustancias de origen vegetal y origen animal entre otras.

Crecimiento exponencial: Implica que el aumento en la función es cada vez mas rápido en el tiempo.

Eclosión: Apertura de algo que se expande y se muestra por completo al descubierto.

Exudados: Refiere a sustancias que son secretadas a través de tejidos dañados o enfermos de plantas, por ejemplo, aceites, gomas, resinas que suelen ser utilizadas con fines determinados como lo es la industria.

Incidencia: Es la cantidad de “casos” nuevos de una lesión, enfermedad, muerte o un síntoma que se presenta durante un periodo de tiempo.

Latencia: Describir un asunto, objeto o ser vivo que se encuentra en estado latente, describe algo que se encuentra oculto, no está a la vista o que, en apariencia, no está activo.

Organismo fitopatógeno: Se denomina fitopatógeno a un microorganismo que genera enfermedades en las plantas a través de disturbios en el metabolismo celular, al secretar enzimas, toxinas fitorreguladores y otras sustancias, además de absorber nutrientes de la célula para su propio crecimiento.

Producción: Es toda actividad económica en la que un conjunto de factores productivos crea bienes/ servicios, mediante un proceso que, a partir determinados insumos se obtiene productos. En los cuales interviene el trabajo la energía y materiales entre otros.

Quiste: Estado de reposo o inactividad de un microorganismo, usualmente protistas o bacterias, raramente un animal invertebrado, estructura que ayuda al individuo a sobrevivir en condiciones desfavorables.

Rendimiento: Es el beneficio obtenido en relación con los recursos que fueron utilizados para obtener un resultado.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los cultivos agrícolas de mayor importancia a nivel nacional, este tubérculo ocupó el 3,3% del PIB Agropecuario de Colombia en el año 2019. En Colombia para este mismo año la producción se concentró en 9 departamentos; Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia, Santander, Norte de Santander, Cauca, Tolima, y Caldas en los cuales para el año 2020 se proyectó un aumento del 1% esperando una producción de 2.780.000 toneladas/año con rendimientos en promedio de 22,24 ton/ha aumentado 3,4 % respecto al anterior año, por otra parte se esperó una leve disminución del área sembrada anual de 125.00 has 2,8 % menos respecto al año anterior (FEDEPAPA, 2020).

El departamento de Nariño en el año 2018 participó con el 3,5 % del PIB Agropecuario Nacional, según el DANE el 15 % de la economía total de esta región está representada por las actividades agropecuarias, sin embargo, la producción disminuyó 6% respecto al año anterior con un total de 541.412 ton, arrojando rendimientos de 22.37 ton/ha es decir 3.6 % menos a el año 2019. Además de esto menciona que el área sembrada fue de 24.200 hectáreas, 2,8 % menos que el año anterior (FEDEPAPA, 2020). La papa representa una actividad económica importante en la región. Sin embargo, uno de los principales problemas de pequeños y medianos productores de papa, es la alta incidencia de plagas y enfermedades, de las cuales algunas resultan ser muy limitantes en cuanto a la producción (AGROSAVIA, 2018).

Entre las plagas más limitantes se encuentran el nematodo quiste de la papa *G. pallida*. detectado por primera vez en 1971, en el departamento de Nariño por el servicio nacional de sanidad vegetal del ICA (Nieto, 1976). Es un organismo fitopatógeno proveniente del suelo, el cual infecta las raíces nutritivas desde su estado juvenil hasta la adultez, para su alimentación utilizan el estilete para penetrar las células de las plantas y extraer los nutrientes, las cuales causan el principal estado infectivo en la mayoría de especies. (Acuña y Tejada, 2017).

Las hembras se caracterizan por su forma esférica y por encontrarse adheridas a las raíces de donde se alimentan para posteriormente volverse sedentarias terminando su ciclo de vida, finalmente enquistando. Este proceso infectivo causa el retraso en el crecimiento de la planta, provocando un mal desarrollo de la raíz y causando la muerte temprana de la misma. (Jatala, 1986). Cuando el nivel poblacional del nematodo en el suelo alcanza entre 16 y 32 huevos/g causan una reducción del rendimiento entre el 20 y 50% (Greco, Di vito, Brandonisio, y Giordano, 1982). En casos más severos el cultivo puede ser destruido completamente cuando la población del nematodo es de 64 huevos/g de suelo al momento de la siembra. (Greco y Moreno, 1992).

En Nariño el control de nematodos se realizaba de manera indirecta utilizando productos como Carbofuran, pero la Agencia de Protección del Medio Ambiente, por sus siglas en inglés (EPA) llegó a la conclusión de que los riesgos dietéticos, laborales y ecológicos son inaceptables (EPA, 2011).

Como consecuencia de su alta toxicidad, los carbamatos están obligados a salir del mercado, siendo necesario buscar nuevas alternativas químicas para regular las infestaciones de *Globodera pallida* S. Existe la molécula conocida como Fluensulfone, la cual ha sido probada en 23 países obteniendo resultados favorables. Esta molécula actúa por contacto afectando todos los estados activos del nematodo, inhibiendo la alimentación y causando la muerte de adultos y juveniles. (ADAMA, 2019).

Según ADAMA el producto lleva a cabo su funcionalidad únicamente sobre estados o formas activas del patógeno, (Barriga 1976) menciona que la eclosión de los estados inactivos del nematodo dependerá en gran manera de la proliferación de raíces y los exudados que produce la planta, la cual le propicia las condiciones óptimas para activar al nematodo. Por otra parte, el grupo de Investigación de Sanidad Vegetal de la Universidad de Nariño durante el año 2018 realizó dos ensayos para evaluar la eficiencia de Fluensulfone, los resultados no mostraron control efectivo sobre las poblaciones del nematodo, quedando el interrogante si fue debido a la ineficiencia de la molécula sobre el nematodo o un problema de la época de aplicación. (Comunicación personal Carlos Betancourt, 2019).

Por este motivo, este trabajo tuvo como finalidad identificar las épocas correctas de aplicación del Fluensulfone y determinar en forma definitiva si puede ser usada o no como una herramienta química de control sobre *Globodera pallida*, teniendo en cuenta el ciclo fenológico de la planta con relación a las diferentes fases del nematodo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Este experimento se llevó a cabo en la vereda Pusialquer, finca las Guacas, localizada en las coordenadas 0°52 '36.45'' latitud norte, 77°39' 57.22'' longitud oeste a una altitud de 3.013 msnm, en el municipio de Pupiales. La temperatura y precipitación anual es de 11.3 °C y 970 mm respectivamente, el área experimental se caracteriza por reportar antecedentes de ataques de *Globodera pallida*. Para determinar las poblaciones presentes se tomó como referencia el rendimiento y niveles de infestación de los suelos por *Globodera pallida* en base al número quistes y J2 por gramo de suelo mencionados por (Franco y González 1993).

Área y diseño Experimental

La distribución espacial del experimento se realizó en un lote previamente preparado de 43.5 x 20.4 metros, esto correspondió a un área total de 887.4 m², se realizó un diseño de bloques completos al azar (BCA), se marcaron las 3 repeticiones de 6 x 45.3 metros, en las cuales se distribuyeron 6 parcelas para un total 18 unidades experimentales, cada una con un área de 36m², con 5 surcos separados a una distancia de 1.20 m y plantas separadas a una distancia de 0.40 m. Durante todo el proceso del cultivo se llevó a cabo el manejo y labores correspondientes del mismo.

Tratamientos

En los tratamientos 1,2 y 3 se evaluaron diferentes dosis, T1 nematicida Nimitz 480 EC se usó una dosis de 0.5 L/ha, T2 nematicida Nimitz 480 EC se usó una dosis de 1.0 L/ha, T3 nematicida Nimitz 480 EC se usó una dosis de 1.5 L/ha, en los cuales se realizó la aplicación del producto en 2 momentos correspondientes a los 20 y 40 DDS (Días después de la siembra) a diferencia del T4, nematicida Nimitz 480 EC en el cual se usó una dosis de 0.5 L/ha pero el cual se aplicó en 3 momentos a los 20,40 y 60 DDS, el T5, correspondió a un testigo comercial nematicida Rugby en el que se usó una dosis de 9 Kg/ha al momento de la siembra, finalmente un T6, testigo absoluto (tabla 1).

Las aplicaciones del producto se llevaron a cabo con una bomba de aspersión espaldera Royal Condor con capacidad para 20 L, usando una boquilla de alta descarga, con la cual se calibró y calculó la dosis según lo recomendado por ADAMA.

Tabla 1. Tratamientos y dosificación

TRAT	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN	DOSIS P.C (L-Kg/ha)	DOSIS I.A (g/ha)
1	Fluensulfone	480 g/L	0.5	240
2	Fluensulfone	480 g/L	1.0	480
3	Fluensulfone	480 g/L	1.5	720
4	Fluensulfone	480 g/L	0.5	240
5	RUGBY 10G	100 g/Kg	9.0	900
6	TESTIGO ABSOLUTO			

Variables evaluadas

Se procedió a evaluar en cada unidad experimental las siguientes variables para lo cual se tuvo en cuenta la eliminación del efecto borde, seleccionando los tres surcos centrales y eliminando las plantas de los bordes.

- **Población de quistes en 100 g de suelo**

Dentro de cada unidad experimental se hizo un recorrido en zigzag, se tomaron 10 submuestras de 100 g de suelo las cuales se mezclaron en una bolsa plástica, buscando obtener 1 kg de muestra como lo recomienda el INTA-Costa Rica, para el muestreo de cultivos de ciclos cortos.

(FHIA, 2015) agregó que las submuestras se deben tomar en los primeros 30 cm de profundidad utilizando palín o barreno, eliminando los primeros 5-10 cm descartando de esta manera materia orgánica entre otros residuos de la muestra para su posterior procesamiento y análisis.

En total se llevaron a cabo 4 conteos; el primero se hizo antes de establecer el diseño experimental, 40 días después de la siembra se realizó el segundo conteo, 60 días después de la siembra se realizó un tercer conteo y se realizó un último conteo dos semanas previas a la cosecha.

Para la extracción de los nematodos se llevó a cabo el método del embudo de Baermann, llevando a cabo la metodología recomendada por Agrios (2005).

Se dejó secar la muestra de suelo a temperatura ambiente por lo menos 2 días, una vez seco el suelo, con la utilización de un rodillo se procedió a destruir los terrones para obtener un suelo más fino, se tamizó la muestra obtenida, para lo cual se utilizó un tamiz No. 30.

De los 500 gr que se obtuvieron por cada parcela experimental, se pesaron 100 gr que fueron dispuestos en un balón aforado de 1000 cm³. Se agregó agua hasta la mitad del balón aforado y se realizó una agitación con el fin de mezclar muy bien el suelo con el agua, luego se agregó agua hasta el tope.

Se dejó decantar unos minutos para lograr que el suelo vaya al fondo del balón aforado y los quistes de nematodos floten. En una probeta de 500 ml se colocó un embudo con papel filtro previamente humedecido, en el cual se vertió la muestra contenida en el balón aforado, se esperó que la muestra filtrara totalmente y se dejó secar el residuo contenido en el papel filtro.

Una vez seca la muestra se continuó con el conteo de quistes del nematodo contenidos en la muestra.

Población de Hembras inmaduras

El producto se aplicó a los 20 días después de la siembra debido a que en este periodo se llevan a cabo procesos y factores que provocan las condiciones ideales para la eclosión como lo son la generación de exudados la cual produce un cambio en la cutícula del huevo dando lugar a la finalización de la latencia de los quistes (Beltrán, 2016; Desgarennes et al., 2006). Pasados 40 días desde la eclosión se hizo la segunda aplicación la cual pertenece al inicio del estado larval J4, correspondiente a la fase de diferenciación del sexo permitiendo hacer un conteo de la población de hembras adheridas a la raíz 60 días después de la siembra teniendo en cuenta los días de germinación del cultivo como tiempo cero del ciclo de vida del patógeno (Caicedo et al., 1980), se realizó la inspección visual en campo del material vegetal infectado llevando a cabo un conteo con la ayuda de una lupa con el fin de evaluar la cantidad de hembras inmaduras presentes adheridas

en las raíces y así estimar el efecto del nematicida sobre el ciclo de vida de *Globodera pallida*. la debido a que la molécula sólo controla los estados activos (Oka et al., 2009).

Rendimiento

Para evaluar la variable rendimiento, se llevó a cabo una clasificación de los tubérculos según su peso, (tabla 2) clasificación reportada por (Franco et al., 1999), para lo cual se tomó la producción de los tres surcos centrales por cada unidad experimental.

Tabla 2. Clasificación de tubérculos por su peso.

Clasificación	Peso en gramos
Primera	> 121 gramos
Segunda	70-120 gramos

(Franco et al., 1999)

Análisis estadístico

Las variables de respuesta (población de quiste, número de hembras y rendimiento) se evaluaron usando el programa SAS bajo modelo matemático para diseño de bloques completos al azar $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$. Todos los datos obtenidos fueron analizados aplicando estadística de tipo descriptiva y fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA), como también a una prueba de comparación de medias de DUNCAN, ($p < 0.05$) de comparación de medias por tratamiento, para determinar la existencia o no de diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Población de quistes presentes en 100gr de suelo.

En el conteo inicial previo al montaje del experimento se pudo observar una distribución espacial de las poblaciones del nematodo en focos o agregados que se vio reflejado en el análisis de varianza con un p valor de ($p=0.7055$). (Verdejo, 2009) menciona que esto se debe a la dispersión pasiva presentada principalmente por herramientas, material vegetal infectado, como también por efecto del movimiento del suelo con la maquinaria, y a cortas distancias por movimiento propio, (OIRSA, 2015) menciona, que cada quiste puede llegar a contener 400 huevos, convirtiéndolo en un patógeno de crecimiento exponencial, por esta razón se tuvo en cuenta los conteos obtenidos los cuales oscilaron entre 200 y 390 quistes. (Krishna, 1993) menciona que en densidades iniciales de dos juveniles de *Globodera pallida* por gramo de suelo causaron pérdidas del 65 % en India. Por otra parte, Franco y González, (1993) corroboraron que si por cada 1g de suelo se presenta entre 1-5 huevos + juveniles es suficiente implementar un control, debido a que se puede generar un 5% de pérdidas en el rendimiento.

Para el segundo, tercer y último conteo de quistes, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos con (P: 0,5290), (P: 0,5053) (P: 0,6016) respectivamente; es decir, no hay modificación en las poblaciones de quistes presentes en los tratamientos (T1,T2,T3,T4,T5) con respecto a las iniciales en donde se utilizó Fluensulfone en dosis (0.5, 1, 1.5 L/ha) aplicados a los 20, 40 y 60 dds y el testigo comercial Rugby 10 G en dosis (9 kg/ha), ni en el testigo absoluto (T6), lo mencionado anteriormente está asociado a que Fluensulfone no tuvo un efecto directo en los quistes, Según Oka et al., (2009). Esto se debe a que solo controla los estados activos de *G. pallida* sumado a esto mencionan que el Fluensulfone presenta baja residualidad en el suelo, la cual varía entre 11 a 12 días, generando un problema, ya que una menor persistencia en el suelo significa un menor tiempo de control del nematodo aumentando la cantidad de quistes en el área experimental, finalizando con poblaciones similares a las iniciales estadísticamente. Resultados similares fueron reportados por (Betancourth et al., 2021) en donde mencionan que no se encontró un efecto positivo sobre las poblaciones del nematodo al evaluar la eficacia de la molécula Fluensulfone.

Población de Hembras inmaduras

El análisis de varianza muestra diferencias estadísticas altamente significativas ($p=0.0007$) entre los tratamientos para la variable hembras por planta (hpp), donde los valores más bajos de hpp según la comparación de medias de Duncan, se observaron en el T2 (Fluensulfone 1 L/ha) aplicado a los 20 y 40 dds con un promedio de 55,33 hpp, seguido de T5 (Cadusafos 9 Kg/ha) con 61 hpp y

T4 (Fluensulfone 0.5 L/ha) aplicado a los 20, 40 y 60 dds con 108,67 hpp. Todos los anteriores son diferentes a nivel estadístico con respecto al testigo absoluto T6 con 133 hpp. (Tabla 3.) En primera instancia se observa que la dosificación media en T2 (1L/ha) obtuvo mejores resultados de control en comparación a su homólogo con dosificación alta T3(1,5 L/ha). es decir que el producto alteró de una u otra manera las poblaciones del nematodo, viéndose reflejado en la reducción de la infección de raíz, estos resultados son similares a los descritos por Holden et al., (2014) quienes afirmaron que la molécula tiene acciones pleiotrópicas e inhibe el desarrollo, la puesta e incubación de huevos, la alimentación y locomoción. Esto se puede ver respaldado ya que Fluensulfone actúa sobre estados juveniles o estados activos del nematodo.

En cuanto a la dosificación (Norshie et al., 2016). Encontraron resultados similares al evaluar el Fluensulfone para el control de *Globodera pallida* en papa, reportando que al utilizar dosis de 4.05 kg IA /ha se obtuvo mayor reducción del número de juveniles hasta (4.1 juveniles por gr de suelo) que con dosis más altas correspondientes a 5 y 6 kg IA /ha los cuales disminuyeron a (4.6 juveniles por gr de suelo).

Tabla 3. Comparación de medias de Duncan para el conteo de la población de hembras.

TRAT	POBLACIÓN HEMBRAS (MEDIA)	DUNCAN AGRUPAMIENTO			
3	221.00	A			
6	133.00		B		
1	126.00		B		
4	108.67		B	C	
5	61.00			C	D

2	55.33				D
---	-------	--	--	--	---

*Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Rendimiento

Según los análisis de varianza de papa de primera y segunda clase no se observó existencia de diferencias significativas entre los tratamientos con p valores ($p=0.2733$) y ($p= 0.5213$) respectivamente. Resultados similares a los descritos por (Norshie et al., 2016), reportaron que no existen diferencias entre tratamientos para las variables biomasa por planta ni rendimiento de tubérculos en t /ha, en donde se evaluaron dosificaciones de (1.95, 3, 4.05, 5.05, 6 Kg IA /ha) en presentación comercial de (G, EC) es decir que estadísticamente la molécula Fluensulfone no presentó un rendimiento superior al testigo comercial Rugby 10G, tampoco lo presentó con el testigo absoluto, es decir la molécula de Fluensulfone bajo las condiciones del ensayo no tuvo efecto positivo sobre el rendimiento del cultivo.

Al no encontrarse diferencias estadísticas significativas para la variable rendimiento entre los tratamientos se puede inferir que las poblaciones del nematodo se mantuvieron por efecto de los mismos, generando bajo rendimiento en primera y en segunda categoría.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:

- El efecto de la molécula Fluensulfone sobre las poblaciones de los quistes de *G. pallida* a los 20, 40 y 60 después de la siembra, no mostraron disminución a lo largo del ciclo del cultivo.
- Según los resultados obtenidos bajo las condiciones en las que se desarrolló el ensayo, la variable rendimiento no tuvo efectos positivos, dado que en su clasificación al momento de la cosecha más del 65% de los tubérculos estuvieron en segunda y tercera categoría.
- La molécula Fluensulfone controló ligeramente las formas activas como lo indican los resultados obtenidos para la variable hembras por planta, sin embargo, no es lo bastante eficiente para generar un control en poblaciones tan altas.

Bibliografía

- Acuña, I.; Tejada, P. (2017) Nematología - Nematodo en papa: Nematodo dorado - Nematodo pálido de la papa. Santiago de Chile: Ficha Técnica (INIA)- Programa de sanidad Vegetal. recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/66978>
- Adama, (2019) ficha técnica de productos fitosanitarios. México: ficha técnica NIMITZ® 480 EC [Adama] P, 1. Recuperada de: https://www.adama.com/documents/466793/470082/_FT_NIMITZ.pdf
- Agrios. G. (2005). Método de extracción de nematodos con el embudo de Baermann. (Limusa, Ed.). México
- AGROSAVIA, (2018). Seminario sobre problemas fitosanitarios en el cultivo de papa
- Barriga, R. (1976). El nematodo quiste o nematodo dorado de la papa (*Heterodera* spp.). recuperado por AGROSAVIA (2019), tomado de : <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/23449>
- Beltrán, A. (2016). Efecto de extractos acuosos del compost y del follaje de árboles nativos en la eclosión de juveniles de *Globodera rostochiensis*. Universidad Austral de Chile. Memoria presentada para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Valdivia, Chile. Recovered from <http://Cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fab452e/doc/fab452e.pdf>
- Betancourth, C., Moran-Toro, J.-D., Portillo-Rosero, L.-M., Realpe-Realpe, L., & Urrego-Otero, K. (2021). Life cycle and morphological identification of *Globodera* spp. related to potato (*Solanum tuberosum* L.) phenology in Nariño, Colombia. *Revista De Ciencias Agrícolas*, 38(1), 97-110. <https://doi.org/10.22267/rcia.213801.147>
- Caicedo, G. y Canal, J. (1980). Ciclo de vida del nematodo quiste de la papa *Globodera pallida* Stone en el altiplano de Pasto. Universidad de Nariño. Pasto, Nariño Colombia.
- Desgarennnes, D.; Carrión, G.; Nuñez-Sanchez A. E.; Núñez- Camargo, M. C. (2006). Distribution stages and vitro larval hatching in *Globodera rostochiensis* cysts. *Nematropica*. 36(2): 251- 260.

EPA US. Environmental Protection Agency. Carbofuran Risk Assessment; Notice of Availability. Federal Register: June 24, 2005 (Volume 70, Number 121)] [Notices]. En: <http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/2005/June/Day-24/p12446.htm>.

FEDEPAPA, (2020) informe trimestral iv trimestre - 2020 sistema de información y estudios económicos. Obtenido de : <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2020/12/BOLETIN-REGIONAL-TERCER-TRIMESTRE-2020.pdf>.

Franco, J.; A. Gonzales; A. Matos. 1993. Manejo integrado del nematodo quiste de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP), Programa de Investigación de la Papa (PROINPA), Cochabamba, Bolivia. 172 pp.

Franco, J.; J. Ramos; R. Oros; G. Main; N. Ortuño. 1998/1999. Pérdidas económicas causadas por *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en el cultivo de la papa en Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa 11: 40-66

Greco, N., y Moreno, I. 1992. Influence of *Globodera rostochiensis* on yield of summer. *Nematopica* 22, 165-173.

Greco, N.; Di vito, M.; Brandonisio, A. y Giordano, I. 1982. The effect of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* on potato yield. *Nematologica* 28, 379-386.

Holden, D.; O'connor, V.; Dillon, J.; Ludlow, E.; kearn, J.; (2014). Fluensulfone is a nematocide with a mode of action distinct from anticholinesterases and macrocyclic lactones. Pesticide biochemistry and physiology. 109: 44-57. doi: 10.1016/j.pestbp.2014.01.004.

INTA, (2015). instituto nacional de innovación y transferencia en tecnología agropecuaria (inta- costa rica) Ricardo Piedra Naranjo guía de muestreo de nematodos fitoparásitos en cultivos agrícolas. Obtenido de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10789.PDF>.

Jatala, P. 1986. Nematodos parásitos de la papa. Boletín de información técnica 8. Centro internacional de la papa, Lima, Perú 19p.

Krishna PKS. Nematode problems of potato. In Sitaramaiah K, Singh RS. (Eds.), Hand book of economic nematology. Cosmo Publications, New Delhi. 1993. p. 139-156.

Nieto, L. (1976). Aspectos generales del nematodo quiste de la papa en Nariño. Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. Curso sobre enfermedades y plagas de la papa en Nariño. Pasto Colombia, 28-38 Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/23307/22417_3176.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Norshie, P.; Groveb, I.; Backb, M. (2016). Field evaluation of the nematicide fluensulfone for control of the potato cyst nematode *Globodera pallida*. Pest management science. 72: 2001-2007. doi: 10.1002/ps.4329

Oka, Y.; Shuker, S.; Tkachi. N. (2009). Nematicidal efficacy of mcw-2, a new fluoroalkenyl group nematicide, against the root knot nematode *Meloidogyne javanica*. Pest management science, 65, 1082 - 1089. doi: 10.1002/ps.1796.

Oirsa. (2015). Organismo internacional regional de sanidad agropecuaria. Ficha técnica nematodo dorado *Globodera rostochiensis*. aspectos biológicos; ciclo de vida, 5-6 p. obtenido de: <https://www.oirsa.org/contenido/documentos/FICHA%20TECNICA%20NEMATODO%20DORADO.pdf>

Verdejo, S. (2009) manejo integrado de nematodos. Seminario organizado por DuPont. Murcia. Recuperada de https://recercat.cat/bitstream/id/16521/verdejo_09.pdf.

ANEXOS

Anexo 1. Trazado del área experimental.



Anexo 2. Proceso para la extracción de quistes según el método del embudo de Baerman



2.1 tamizaje de muestras



2.2 Extracción de quistes por precipitación



Anexo 3. Conteo de quistes con ayuda de estereoscopio.



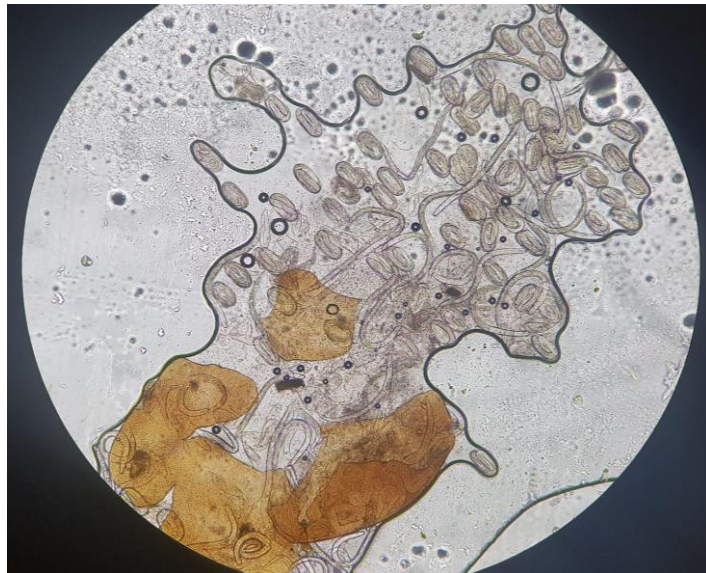
Anexo 4. Aplicación de productos en campo.



Anexo 5. Muestreo de hembras en campo



Anexo 6. Viabilidad de quistes con presencia de larvas en estado J2. 40 x. Fuente propia.



Anexo 7. Sintomatología en campo

