

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA Y/O TOLERANCIA DE 24
VARIEDADES DE PAPA NATIVAS AL PARASITISMO DEL
NEMATODO DEL QUISTE DE LA PAPA (*Globodera pallida*) EN
INVERNADERO CUTUGLAHUA – PICHINCHA. 2009

AUTOR: RIERA SUÁREZ WILSON IVÁN

DIRECTOR: ING. TAFUR VALDANO

Cayambe, Diciembre 2009

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

CAYAMBE, Diciembre - 16 - 2009.

(f).....

Riera Suárez Wilson Iván

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi familia la cual fue parte principal de mi inspiración, de luchar día a día para cumplir una meta más en el camino.

A todas las personas de las cuales recibí su apoyo, a los amigos que sufrimos juntos esta dura y hermosa travesía.

A Jesús por todas las oportunidades y bendiciones a lo largo del camino.

Riera W.

AGRADECIMIENTO

A mi familia quien fue parte fundamental en mi formación académica, profesional y personal.

A las instituciones que formaron parte del proceso educativo, (CAAP, SEIC, UPS, INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Raíces y Tubérculos Rubro-Papa y el Área de Nematología del departamento de protección vegetal

Un profundo Agradecimiento por el apoyo prestado para la elaboración de este documento a las siguientes personas: Ing. Jorge Revelo y Ing. Jorge Rivadeneira, como Codirectores de tesis, Ing. Iván Reinoso, Ing. Javier Cuesta, Ing. Cristina Tello, Ing. Leonardo Hinojosa, Tglo. Carlos Guilcaso, Lic. Efrén Carrera, Lic. Néstor Castillo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS	10
ÍNDICE DE ANEXOS	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo general	14
2.2. Objetivos Específico	14
3. MARCO TEÓRICO	15
3.1. Importancia del cultivo	15
3.2. Origen	16
3.3. Taxonomía	16
3.4. Aspectos fisiológicos del cultivo de papa	16
3.4.1. Floración	17
3.4.2. Tuberización	17
3.4.2.1. Inicio o inducción de la tuberización	17
3.4.2.2. Tuberización o llenado	17
3.4.3. Madurez	17
3.5. Nematodos (<i>Globodera pallida</i>)	17
3.5.1. Ciclo de vida	18
3.5.2. Vías de dispersión	18
3.5.3. Síntomas	19
3.5.4. Epidemiología	20
3.5.5. Importancia Económica	20
3.5.6. Manejo Integrado del Nematodo (MIN)	20
3.5.7. Control Químico	22
3.6. Mejoramiento para resistencia	22
3.6.1. Resistencia	23
3.6.2. Tolerancia	24
3.6.2.1. Utilización de los niveles de tolerancia	25
4. UBICACIÓN	26
4.1. Ubicación Político Territorial	26
4.2. Ubicación Geográfica	26
4.3. Condiciones Climáticos del invernadero	26

5. MATERIALES Y METODOS	27
5.1. Materiales	27
5.1.1. Material vegetal	27
5.1.2. Material infectivo	28
5.1.3. Equipos y materiales laboratorio	28
5.1.4. Materiales de invernadero	28
5.1.5. Material de oficina	28
5.2. Métodos	29
5.2.1. Diseño Experimental	29
5.2.2. Tratamientos	30
5.2.3. Unidad Experimental	31
5.3. Variables y Métodos de Evaluación	31
5.3.1. Rendimiento.	31
5.3.2. Incremento del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) (Resistencia)	31
5.3.3. Tolerancia	32
5.3.3.1. Calificación y selección de la respuesta de las variedades mediante los criterios de COOK.....	32
5.3.4. Análisis Funcional.....	33
5.4. Croquis del Ensayo	34
6. HIPÓTESIS	35
7. ESPECÍFICO DEL ENSAYO	36
7.1. Preparación del ensayo	36
7.2. Sustrato para las macetas	36
7.3. Obtención de inóculo de <i>Globodera pallida</i>	36
7.4. Extracción del inóculo	36
7.5. Calibración del inóculo	38
7.6. Inoculación y siembra	38
7.7. Riego	38
7.8. Fertilización	38
7.9. Control de plagas y enfermedades	38
7.10. Cosecha	39
7.11. Extracción de los quistes y conteo	39

8. RESULTADOS Y DISCUSIONES	40
8.1. Rendimiento	40
8.1.1. Rendimiento de variedades no inoculadas	40
8.1.2. Rendimiento de variedades inoculadas	44
8.2. Incremento de la reproducción del nematodo del quiste de la papa <i>Globodera pallida</i> (Resistencia).....	47
8.3. Comparación de los rendimientos de las variedades no inoculadas versus inoculadas tomando en cuenta el incremento	51
8.4. Tolerancia	56
8.5. Calificación y selección de las variedades mediante los criterios de COOK	56
9. CONCLUSIONES	60
10. RECOMENDACIONES	61
11. RESUMEN	62
12. SUMMARY	67
13. BIBLIOGRAFÍA	72
14. ANEXO	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de variedades de papas nativas y sus características a ser estudiadas.....	27
Cuadro 2. Análisis de la varianza para la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades.	29
Cuadro 3. Análisis de la varianza para variedades no inoculadas, variedades inoculadas e incremento.	29
Cuadro 4. Tratamientos a evaluar en el ensayo de variedades de papas nativas resistentes y/o tolerantes al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>).	30
Cuadro 5. Términos para describir la respuesta de las plantas a nematodos COOK.	32
Cuadro 6. Rendimiento en kg / planta de las 24 variedades no inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	40
Cuadro 7. Análisis de la Varianza para el rendimiento promedio por planta de las 24 variedades no inoculadas, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	41
Cuadro 8. Tukey al 5% para el rendimiento de las 24 variedades no inoculadas, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	43
Cuadro 9. Rendimiento en kg / planta de las 24 variedades inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.....	44
Cuadro 10. Análisis de la Varianza para el rendimiento kg por planta de las 24 variedades inoculadas, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	45

Cuadro 11. Tukey al 5% para el rendimiento de las variedades inoculadas, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	46
Cuadro 12. Incremento de la población del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia en Cutuglahua, Pichincha 2009.	47
Cuadro 13. Análisis de varianza para el incremento del nematodo del quiste en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas en Cutuglahua, Pichincha 2009.	48
Cuadro 14. Tukey al 5% para el incremento en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	50
Cuadro 15. Rendimiento Promedio del rendimiento kg / planta e incremento de las 24 variedades de papas nativas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	51
Cuadro 16. Análisis de la varianza para la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	54
Cuadro 17. Tukey al 5% para niveles y variedades en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	55
Cuadro 18. Comportamiento de las 24 variedades de papas nativas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Rendimiento promedio kg / planta de las variedades no inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	42
Gráfico 2. Rendimiento promedio de las variedades inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	45
Gráfico 3. Incremento promedio de la población del nematodo del quiste de la papa (NQP) de las variedades inoculadas en Cutuglahua, Pichincha 2009.	49
Gráfico 4. Rendimiento total de los niveles de inoculación en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	52
Gráfico 5. Promedio del rendimiento de todas las variedades no inoculadas y inoculadas y el incremento en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	53
Gráfico 6. Comportamiento de las variedades en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	58
Gráfico 7. Porcentaje del comportamiento de las variedades, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de registro de rendimiento de las 24 variedades no inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	76
Anexo 2. Hoja de registro de rendimiento de las 24 variedades inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en Cutuglahua, Pichincha 2009.	77
Anexo 3. Hoja de registro del incremento de la población del nematodo del quiste de la papa (<i>Globodera pallida</i>) en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas a su parasitismo.....	78
Anexo 4. Álbum fotográfico.....	79

1. INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los principales cultivos en la sierra ecuatoriana y fuente de carbohidratos para la alimentación de sus habitantes, con un consumo anual per cápita de 25 Kilogramos en el 2007, además se estimó una superficie sembrada de 52000ha con una producción de 355 000 toneladas y un rendimiento promedio de 6.8 t/ha.¹

Los nematodos del quiste de la papa son una plaga seria en algunas de las principales zonas de cultivo de papa. Originarios de la zona andina, se han diseminado a algunas regiones de clima templado, altas y tropicales, donde reducen considerablemente los rendimientos. El ataque de los nematodos favorece las infecciones de las plantas causadas por la marchitez bacteriana y la marchitez por *Verticillium*.²

En el Ecuador el nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) es uno de los factores que limita el cultivo de papa, con pérdidas de hasta el 30% en su rendimiento. Se encuentran en la mayoría de zonas paperas, presentándose en los campos de los pequeños agricultores de las zonas central y sur de la Sierra (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar), los mayores niveles de infestación (>100huevos y larvas/gramo de suelo, tomando en cuenta que el nivel de equilibrio es de 10 huevos y larvas/gramo de suelo dependiendo la susceptibilidad de las variedades) se deben a siembras continuas de papa, a períodos cortos de rotación, y el desconocimiento de la existencia de esta plaga, cuyo daño está asociado a la falta de nutrientes en el suelo o denominado cansancio del suelo por los agricultores³.

Para el control del nematodo del quiste de la papa existe varias estrategias que comprenden el uso del manejo integrado, resistencia genética, rotación de cultivos, cultivos no hospederos, control mecánico, control químico y control biológico.⁴

¹ FAO, 2008, <http://www.fao.com> 11- 09 – 2009.

² CIP, 1996, CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1996. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa, CIP, Lima, 72p. síntomas).

³ REVELO, J. 1984. Dinámica poblacional de *Globodera pallida* (Stone, 1972) y combate mediante manejo integrado de la población en el Ecuador. En: Memorias de la XII reunión de la Asociación Latinoamericana de Papa. Papa- Boyaca- Colombia. Pp. 461 – 472.

⁴ NICKS, R. 2004. Curso sobre mejoramiento para resistencia a enfermedades y plagas. Daniel, D ed. 3^{ra} ed. PREDUZA. Quito – Ecuador. 216p.)

Para el manejo integrado del nematodo (MIN) Revelo estableció un método de control, en donde se determinó un rango de hospederos que comprende, todas las variedades de papa, hierba mora (*Solanum nigrum*), guantug (*Datura sanguinea*) y tomate de mesa (*solanum esculentum*). Además, se estableció que por semestre el trigo, la cebada, los pastos, el maíz, el haba y la quinua, reducen la población del nematodo en un 30 a 40%. Por otra parte la zanahoria amarilla y el chocho en un 40 a 80%. También determinó que el barbecho reduce la población en 30% y el barbecho más remoción de suelo en 73%. Igualmente estableció que las plantas voluntarias de papa, en los cultivos de rotación, incrementan la población de 1 a 2 veces por lo cual se recomienda eliminarlas. Op.cit.³

Para el control genético se han identificado como estrategia el uso de la resistencia y la tolerancia. La resistencia, es la capacidad de la planta para reducir el crecimiento y/o desarrollo del parásito después de que este se ha iniciado o establecido en contacto íntimo con el hospedero, la resistencia se mide comparando la cantidad del patógeno por planta con la cantidad de patógeno en una planta susceptible. Mientras que la tolerancia es un mecanismo de la planta, en el que el parásito después de su establecimiento no afecta al rendimiento significativo. La severidad de los síntomas no está bien correlacionada con la cantidad del patógeno en la planta. Además el daño que ocasiona este parásito usualmente se lo asocia con el cansancio de los suelos, y por la característica del patógeno de no presentar síntomas observables en el follaje del cultivo se lo ha calificado como “El enemigo invisible”. Debido que los nematodos no pueden ser eliminados totalmente, la única salida con ellos es reduciendo y manteniendo su densidad de población lo más bajo como sea posible y evitar el enfrentamiento entre plantas susceptibles y la especie patógena mediante medidas que no afecten la producción agrícola, el ambiente, economía y salud de los agricultores y consumidores. Op.cit.³

En la actualidad para reducir el daño que ocasionan los nematodos parásitos de las plantas, se requiere combinar medidas de prevención y de control en un programa de manejo integrado, como son los controles culturales, físicos, químicos, biológicos, antagonistas y de resistencia genética como el uso de variedades resistentes y/o tolerantes para establecer un método más práctico, económico y ambiental.⁵

³ REVELO, J. 2003. Manejo Integrado de nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Ecuador. En:XXXV Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópica Americanos. Guayaquil – Ecuador. Pp. 27 Op.cit.-

⁵ Nematodos parásitos de plantas J. Revelo Pg. 2,3,7,11.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento de 24 variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).

2.2. Objetivos Específico

2.2.1. Evaluar la resistencia de las variedades de papas nativas al parasitismo de *Globodera pallida*.

2.2.2. Evaluar la tolerancia de las variedades de papas nativas al parasitismo de *Globodera pallida*.

2.2.3. Seleccionar las variedades de papa nativas con resistencia y/o tolerancia, para iniciar un programa de mejoramiento genético.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Importancia del cultivo

La papa en Ecuador, en la década pasada (1990 - 1999), obtuvo una producción promedio anual aproximada de 419 mil toneladas métricas, con una tasa de crecimiento de 8.6%, es uno de los principales cultivos tradicionales, orientado al consumo interno de la población. La papa está presente en la dieta diaria de la población, especialmente de la Sierra. En el mismo período, la superficie dedicada a su cultivo en promedio fue de 56 mil hectáreas, a diferencia de la producción, refleja una tasa de crecimiento negativa de 4.2%.⁶

De acuerdo a los resultados del III Censo Nacional Agropecuario, realizado entre octubre de 1999 y septiembre del 2000, el cultivo de papa, vincula a 88.130 productores, en ese año alcanzó una superficie sembrada de 49.700ha con una producción de 240 mil toneladas métricas, destinándose al comercio el 83%. Op.cit.-⁶

Entre los años 2000-2006, la producción creció en el orden del 69%, e incrementó el rendimiento en un 71%, en cambio la superficie decreció en el 1.23%. Las siembras y cosechas de papa durante todo el año, permite abastecer suficientemente el consumo nacional. Op.cit.-⁶

El cultivo de papa en Ecuador se realiza en la Sierra, en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, sin embargo los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2.900 y 3.300 msnm donde las temperaturas fluctúan entre 11 °C y 20 °C. La papa se produce en las diez provincias de la Sierra, constituyéndose las más representativas por el volumen de producción, Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi. Las variedades cultivadas preferentemente en la zona Norte son Superchola, Gabriela, Esperanza, Roja, Fripapa y María; en la zona Centro Cecilia, Gabriela, Esperanza y María, Frypapa y las nativas Uvilla y Leona Blanca; y en la zona Sur Bolona, Esperanza, Gabriela y Jubaleña. Op.cit.-⁶

⁶ <http://www.SICA.com>_11- 09 – 2009 Op.cit.-

3.2. Origen

El estudio genético realizado demostró en el 2005, a través del análisis de marcadores genéticos de unas 350 especies de *Solanum*, que todas las variedades cultivadas actualmente se originaron a partir de la domesticación del *Solanum bukasovii* en el sur del Perú y oeste de Bolivia, alrededor de 8000 años antes de Cristo.⁷

3.3. Taxonomía

La papa *Solanum tuberosum* Linneo es una planta de la familia de las solanáceas que ha sido cultivada en todo el mundo por su tubérculo comestible. Su clasificación científica es:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Solanum*

Especie: *S. tuberosum*

Subespecies: *tuberosum*, *Andigena*, *Phureja*, *Chaucha*. Op.cit.-^{7,9}

3.4. Aspectos fisiológicos del cultivo de papa

3.4.1. Floración

La floración se inicia cuando el tallo principal ha finalizado su crecimiento y es cuando el pedúnculo floral y la inflorescencia crecen, a este proceso se conoce como la primera floración, al mismo tiempo se inicia el crecimiento de una rama o se acelera el crecimiento de un tallo secundario en cuyo extremo crecerá otra inflorescencia que da la apariencia de una segunda floración. Op.cit.-⁹

⁷ CERÓN C. 2003. Manuel de Botánica, Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador. Herbario "Alfredo Paredes" QAP Universidad Central del Ecuador. Escuela de Biología y Química. P: 84.

⁸ AGRIOS, G. 2002. Fitopatología. Editorial Limusa. 2^{da} ed. México

⁹ EGUSQUIZA, B. 2000. La papa producción, transformación y comercialización. Lima. p: 186- 189

3.4.2. Tuberización

La tuberización se realiza en dos etapas consecutivas:

3.4.2.1. Inicio o inducción de la tuberización

Acontece cuando los azúcares se depositan en forma de almidón, las células se multiplican a lo largo del ápice del estolón y estos dejan de crecer, esto ocurre en una o dos semanas a nivel de la planta. Op.cit.-⁹

3.4.2.2. Tuberización o llenado

Esto ocurre cuando las células del ápice del estolón se multiplican radialmente y el tubérculo se expande por acumulación de agua y de sólidos, esta fase dura hasta la muerte del follaje. Op.cit.-⁹

3.4.3. Madurez

Cuando la planta ha pasado la fase de pleno crecimiento donde alcanzó su máximo tamaño, las hojas inferiores de la planta empiezan a amarillarse, el follaje se vira suceso conocido como acame. Op.cit.-⁹

3.5. NEMATODO (*Globodera pallida*)

Globodera pallida es un nematodo formador de quistes y una de las plagas más severas que atacan al cultivo de la papa a nivel mundial.

En el Ecuador, la especie de nematodo del quiste de la papa más importante es (*Globodera pallida*). Esta especie está distribuida en casi toda la región andina, y son muy pocas las zonas paperas que están libres de este patógeno. Las pérdidas dependen de la población inicial del nematodo, variedad de papa, calidad de semilla y época de siembra. El nematodo del quiste presenta mayor infestación en la zona central (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo). Los únicos hospederos en

⁹ EGUSQUIZA, B. 2000. La papa producción, transformación y comercialización. Lima. Op.cit.-

nuestro medio son la hierba mora (*Solanum nigrum*), el guantug (*Datura sanguinea*) y el tomate de mesa (*solanum esculentum*) y la papa. Ataca a todas las variedades de papas nativas y mejoradas. Op.cit.-³

3.5.1. Ciclo de vida

El nematodo del quiste de la papa es endoparásito sedentario y presenta un notable dimorfismo sexual. Al crecer, la hembra comienza a tomar forma esférica y los machos se mantienen vermiformes.

La pared del cuerpo de la hembra madura hasta formar un quiste resistente el cual puede contener más de 400 huevos de los cuales, hasta el 80% eclosionan en presencia de una planta huésped. En ausencia de huéspedes, se mantienen latentes por largos períodos.¹¹

Su ciclo en el huésped comienza con el segundo estado juvenil el cual, después de emerger del huevo, se localiza en la raíz de la planta. Op.cit.-¹⁰

Los individuos que darán origen a los machos, continúan su forma de verme y salen de la raíz. Las hembras, aumentan en tamaño e irrumpen a través de la raíz exponiendo sus cuerpos esféricos fuera de ésta pero con la cabeza y cuello embebidos en ella para continuar alimentándose y produciendo huevos. Op.cit.-¹⁰

La hembra exuda un atrayente para el macho y una vez producida la fertilización, el embrión se desarrolla dentro del huevo dando origen al segundo estado juvenil. Cuando la hembra muere, la cutícula se endurece formando un quiste resistente con 200 a 500 huevos en su interior. En presencia de un huésped, los juveniles eclosionan desde el huevo y comienza un nuevo ciclo de vida. Op.cit.-¹⁰

3.5.2. Vías de dispersión

El nematodo se dispersa principalmente a través de tubérculos infestados, maquinaria, recipientes y herramientas de campo. Op.cit.-¹⁰

¹⁰FRANCO, J.; GONZALES, A.; MATOS, A. 1990. Evaluación de resistencia de la papa al nematodo del quiste *Globodera pallida*. CIP, Lima, Perú. 64 p. Op.cit.-

3.5.3. Síntomas

La sintomatología se caracteriza por una disminución en el desarrollo de las plantas que se visualiza focalizadamente. Estos focos se agrandan cada vez que se cultiva una variedad susceptible.¹¹

En general, las plantas enfermas presentan una disminución del sistema radicular. El nematodo extrae los nutrientes de las raíces y reduce el suministro de nutrientes y agua a los tallos y hojas de las plantas. Ello se traduce en una disminución en el rendimiento. Un examen cuidadoso de raíces infestadas realizado en floración, revela la presencia de pequeños cuerpos de color blanco o marrón que miden entre 0.1mm a 1mm de diámetro. Estos cuerpos corresponden a las hembras inmaduras que han emergido a través de la epidermis de las raíces. Cuando la hembra se vuelve de color café oscuro, significa que se ha transformado en quiste el cual luego se desprende de la raíz y permanece en el suelo por largo tiempo. Op.cit.-¹¹

Plantas afectadas por un bajo número de nematodos no presentan síntomas específicos en la parte aérea. Por ello, es difícil que el agricultor reconozca a tiempo su presencia. Sin embargo, en cultivos sin síntomas se han constatado pérdidas de hasta un 25%. De manera general, en cultivos afectados se observan plantas o grupos de plantas pequeñas distribuidas en forma de parches, con cierta decoloración y marchitez en días soleados, síntomas que pueden ser confundidos con deficiencias nutricionales. Los parches se agrandan por el frecuente cultivo de papa en la parcela hasta homogenizar la infestación en todo el campo. En este punto el suelo ya no es fértil, un fenómeno conocido como fatiga. Op.cit.-¹¹

En casos severos, puede llegarse inclusive a cosechar menos tubérculos que los sembrados. Un suelo fértil con contenido adecuado de humedad puede enmascarar una infestación mayor.¹²

¹¹ <http://magallanes.sag.gob.cl/globodera.htm>. Op.cit.-

¹² J. REVELO, recopilado por PUMISACHO M. Y SHERWOOD S. (2002) El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito – Ecuador. Pg. 119

3.5.4. Epidemiología

La papa es atacada por *Globodera pallida*, es la que prevalece en el país. Se encuentra desde los 2.500 hasta los 3.500 m.s.n.m. y prospera mejor en suelos franco-arenosos. Su diseminación ocurre principalmente por medio del suelo adherido a los tubérculos, a las herramientas y al calzado. El monocultivo de papa incrementa considerablemente la población. Op.cit.-¹¹

3.5.5. Importancia Económica

Es una plaga seria en algunas de las principales zonas de cultivo de la papa. Son originarios de la zona andina, se ha diseminado a algunas regiones de clima templado y a las zonas altas de algunos lugares tropicales, donde reducen considerablemente los rendimientos de un 25 a 30%. Se han determinado pérdidas de hasta dos toneladas por hectárea cuando la infestación supera a los 20 huevos/gramo de suelo y reducciones proporcionales similares al aumento de la población.¹³

3.5.6. Manejo Integrado del Nematodo (MIN)

En campos de agricultores de Santa Fe de Galan, Cahuaji Alto (Chimborazo) y de Santa Cruz (Cotopaxi), se evaluó las siguientes alternativas: variedades con diferentes niveles de tolerancia (Uvilla-Gabriela e INIAP-Santa Catalina), el clon 1-3-34 (resistente), cultivos no hospedantes (haba y cebada), barbecho con remoción de suelo y la eliminación de plantas voluntarias de papa, combinadas en ocho esquemas de rotación, durante cuatro ciclos. Op.cit.-¹³

El objetivo principal de este ensayo fue seleccionar las alternativas más convenientes para desarrollar un sistema de manejo integrado del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*), económico y de fácil aplicación, para reducir o mantener las poblaciones a niveles que permitan un cultivo de papa exitoso y rentable, y a la vez proteger el ambiente al excluir el uso de nematicidas. Del análisis de la información

¹¹ <http://magallanes.sag.gob.cl/globodera.htm> Op.cit.-

¹³ INIAP. 1986. Memorias del IV Curso sobre tecnología del cultivo y manejo de semilla de papa. Quito- Ecuador.Op.cit.-

parcial, se comprueba por un lado los diferentes niveles de tolerancia de las variedades Uvilla e INIAP-Gabriela, y por otro lado se determina el beneficio de dichos niveles para evitar el daño, si se usan en un orden adecuado. Op.cit.-¹³

Las disminuciones en la población del nematodo de 45,5, 35,3, 54,6 y 21,4 por ciento, registradas en el clon I-3-34, haba, barbecho y cebada, respectivamente, muestran que el uso de estas alternativas dentro de un sistema de manejo integrado del nematodo, para reducir la población es factible. El clon I-3-34 mostró cierta susceptibilidad en la localidad de Santa Cruz. Se observó que en la variedad Uvilla el nematodo presentó un índice de reproducción máximo de 17 veces, niveles de equilibrio de 180 Lv y h/gS y de tolerancia de 2,5 Lv y h/gS y causó pérdidas en un rango de 0 a 18 t/ha (0 a 49 por ciento), según la población inicial. En la variedad INIAP-Gabriela se determinó la reproducción máxima del nematodo de 40 veces, nivel de equilibrio de 180 Lv y h/gS y de tolerancia de 30-40 Lv y H/gS y pérdidas de 0 a 9 t/ha (0 a 21 por ciento). Op.cit.-¹²

Una vez que el nematodo se ha establecido en el campo, es muy difícil, si no imposible, su erradicación. Sin embargo, existen diversos métodos para reducir su daño. El manejo se basa en integrar un programa de prevención y control, cuyo objetivo es tomar medidas de prevención para mantener la población a niveles que no afecten los rendimientos. Op.cit.-¹³

Cuando las poblaciones son altas, ningún método de control utilizado individualmente provee una protección adecuada. Basados en la experiencia investigativa, se ha logrado establecer un sistema de manejo para nuestro medio, integrando técnicas como:

- Sucesión de otros cultivos en la rotación
- Limpieza de equipos Erradicación de papas voluntarias
- Uso de variedades resistentes y tolerantes
- Barbecho, más remoción de suelo en época seca
- Cultivos trampas como el chocho (*Lupinus spp*).
- Uso de biocontroladores (hongos y nematodos benéficos). Op.cit.-¹³

¹² J. REVELO, recopilado por PUMISACHO M. Y SHERWOOD S. (2002) El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito – Ecuador. Pg. 119 Op.cit.-

¹³ INIAP. 1986. Memorias del IV Curso sobre tecnología del cultivo y manejo de semilla de papa. Quito- Ecuador. Op.cit.-

3.5.7. Control Químico

Se han realizado trabajos de investigación para determinar umbrales de acción de la plaga; no existe un criterio técnico definido para recomendar productos, dosis ni momentos de aplicación. Se manifiesta que sólo los nematicidas autorizados para el cultivo pueden dar resultado si se aplican a la hora de la siembra, al fondo del surco; siempre y cuando se cuente con la recomendación de un profesional en ciencias agrícolas debidamente colegiado y que lo haga saber al productor mediante receta profesional con su respectiva firma que respalde su criterio técnico. Es oportuno indicar que los nematicidas existentes en el mercado tienen su clasificación toxicológica y su leyenda según el color de la banda; por lo tanto se debe utilizar el Equipo de protección personal completo para los aplicadores del producto y respetar los períodos de carencia (tiempo de espera entre la última aplicación y la cosecha) para evitar que las papas listas para consumo, ingresen a los puntos de venta al público con residuos de plaguicidas que infrinjan las regulaciones estipuladas por las autoridades de salud de cada país. Op.cit.-³

3.6. Mejoramiento para resistencia

Todos los mejoramientos de papa tiene presente la resistencia a nematodos del quiste de la papa (*Globodera pallida*), rendimiento, precocidad, sensibilidad a otras enfermedades y la calidad de presentación del tubérculo como principales criterios de selección; y aptitud para la conservación, cualidades culinarias y de sabor como criterios secundarios para la selección y obtención de nuevas variedades. La mejora genética de las plantas cultivadas en procura de incrementar la producción viene siendo practicada por el ser humano desde hace miles de años, seguramente desde el inicio mismo de la agricultura. Para ello, el hombre ha empleado los cruzamientos con el fin de incrementar la variabilidad genética, paso inicial en el proceso de mejoramiento. De esta manera la hibridación entre especies diferentes permitió aumentar de modo significativo la productividad de diversos cultivos, sin embargo, hay cultivos donde esta estrategia no resultó exitosa a causa de esterilidad sexual o incompatibilidad genética.¹⁴

³ REVELO, J. 1984. Dinámica poblacional de *Globodera pallida* y combate mediante manejo integrado de la población en el Ecuador. En: Memorias de la XII reunión de la Asociación Latinoamericana de Papa. Papa- Boyaca- Colombia. Pp. 461 – 472. Op.cit.-

¹⁴ ARCE, A. 2002. El cultivo de la patata, 2^{da} ed. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid- España. P: 139- 141.

La transferencia de genes entre especies vegetales ha desempeñado una importante función en el mejoramiento de los cultivos desde hace algunos años, permitiendo transferir características útiles como la resistencia a plagas y enfermedades de plantas no cultivadas a variedades comerciales. Algunos sistemas de transferencia se basan en el ADN recombinante, que se pueden emplear en varias especies cultivadas.¹⁵

3.6.1. Resistencia

En términos simples, la resistencia puede ser definida como el carácter o caracteres, de una planta que inhibe la reproducción de un nematodo; sin embargo, es necesario considerar que la respuesta de las plantas varía grandemente incluso dentro de la misma especie. Op.cit.-¹⁰

La búsqueda de resistencia (*Globodera pallida*) en diversas colecciones de material genético de papa, tanto en cultivado como silvestre ha ocupado hace mucho tiempo y en diversos países la atención de numerosos investigadores. Op.cit.-¹⁰

La metodología a emplearse en la identificación de estas fuentes y el tamizado de las progenies resultantes de los trabajos de mejoramiento, para incorporar esta resistencia al material genético avanzado, ha jugado un rol determinante del éxito o fracaso de este esfuerzo conjunto que llevan a cabo tanto los nematólogos como los especialistas dedicados al mejoramiento de cultivos. Op.cit.-¹⁰

El desarrollo de clones y variedades con resistencia, ha requerido de una detallada secuencia de pasos de laboratorio, invernadero y campo. Op.cit.-¹⁰

Al respecto FRANCO J. manifiesta que para una evaluación más completa de la respuesta de las plantas al ataque de nematodos, es necesario medir los parámetros reproducción del nematodo y el daño causado a la planta por el nematodo. Op.cit.-¹⁰

¹⁰ FRANCO, J.; GONZALES, A.; MATOS, A. 1990. Evaluación de resistencia de la papa al nematodo del quiste *Globodera pallida*. CIP, Lima, Perú. 64 p. Op.cit.-

¹⁵ POLCI., P. y FRIEDRICH, P. sf. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal.

COOK Señala que la eficiencia del hospedero, está dada por el grado de reproducción del nematodo que resulta de dividir la población final (Pf) del nematodo para la población inicial (Pi), dando como resultado las siguientes clases de hospederos: hospedero eficiente cuando la relación $Pf/Pi > 1$ y hospedero no eficiente cuando la relación $Pf/Pi < 1$. Indican además que la eficiencia del hospedero es expresada por el número de veces que la población inicial (huevos/g de suelo o por g de raíz) es incrementada o reducida. Respecto al rendimiento del hospedero, los anteriores autores manifiestan que esta variable es utilizada para determinar el efecto causado por el nematodo en el sentido de pérdidas (rendimiento menor y estadísticamente significativo) o ningún efecto (rendimiento normal y estadísticamente no significativo), en relación al rendimiento de un testigo (rendimiento de la planta sin nematodos)¹⁶

3.6.2. Tolerancia

La tolerancia es un mecanismo de acción que reduce la cantidad de daño o síntomas por la unidad de parásitos presente. La presencia de un parásito sobre la planta conlleva a menos daño (expresado como menor reducción de rendimiento) o permite síntomas más ligeros que en una planta sensible. La sensibilidad es lo opuesto a la tolerancia. Tolerancia y sensibilidad son caracteres cuantitativos y relativos, estos se miden mediante la determinación del daño por unidad de cantidad de parásito; mientras más baja es la proporción, la planta es más tolerante y es la habilidad para recuperarse de la infestación.⁴

⁴(Nicks 2004, NICKS, R. 2004. Curso sobre mejoramiento para resistencia a enfermedades y plagas. Daniel, D ed. 3^{ra} ed. PREDUZA. Quito – Ecuador. 216p.)

¹⁶ COOK, R. 1974. Nature and inheritance of Nematode resistance in cereals. Journal of Nematology. Minnesota, USA. 6:165-172.

3.6.2.1. Utilización de los niveles de tolerancia

El uso de tolerancia es una medida práctica, efectiva y económica. De un estudio realizado con diez variedades locales y una de Colombia se determinaron tres diferentes niveles de tolerancia varietal al ataque del nematodo. Presenta diferentes umbrales de daño y niveles de equilibrio del Nematodo del quiste para distintas variedades de papa.¹³ Con infestaciones mayores de 60 larvas o huevos/gramo de suelo no es conveniente cultivar papas comercialmente. En terrenos con poblaciones entre 12 a 23 larvas o huevos/gramo de suelo se puede cultivar cualquiera de las variedades comerciales.¹⁷

En caso de proceder a sembrar por segunda vez papas en el mismo terreno, se recomienda usar variedades como INIAP-Gabriela y INIAP-Esperanza con umbrales de daño 40 – 47 larvas o huevos/gramo de suelo y nivel de equilibrio 410 - 437 larvas o huevos/gramo de suelo. Posteriormente, se deberá cambiar de cultivo.¹⁷

En terrenos con poblaciones de campo entre 2 a 11 larvas o huevos/gramo de suelo se puede sembrar variedades de la Chola, Uvilla y Yema de huevo con un umbral de daño de 3 – 11 larvas o huevos/gramo de suelo y niveles de equilibrio de 150 - 275 larvas o huevos/gramo de suelo, para luego con una pausa del cultivo de al menos tres años.¹⁷

¹⁷ AUTOR CORPORATIVO Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Est. Exp. Santa Catalina. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, rubro papa; Título Principal Validación de alternativas para estructurar un sistema de control integrado del nematodo del quiste de la papa, Paginas, pp. 38-40; Informe Técnico Anual - INIAP (Ecuador).Año 1995.

4. UBICACIÓN

4.1. Ubicación Político Territorial

País	Ecuador
Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Cutuglahua
Comunidad	Cutuglahua
Lugar	INIAP – Estación Experimental Santa Catalina (EESC)

4.2. Ubicación Geográfica

Longitud	78°33'15" W
Latitud	0°22'04" S
Altitud	3058 m.s.n.m

4.3. Condiciones Climáticas del invernadero

Temperatura máxima	36°C
Temperatura mínima	4.5 °C
Humedad relativa	70 – 90%

Información del PNRT – papa

Características físicas y químicas del sustrato utilizado en la investigación.



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre: PNRT-PAPA Dirección: QUITO, Km 1 PANAMERICANA SUR	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: PICHINCHA Cantón: MEJIA Parroquia: CUTUGLAHUA
--	--

N de Muestra Laboratorio	Identificación del lote	pH	ppm					mg/100ml			ppm			
			NH ₄	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
71694	M1-1	7.0	38	200	7.80	0.39	8.20	1.20	7.50	3.50	146.00	6.00	0.80	

N de Muestra Laboratorio	Identificación del lote	Mg/100ml			dS m (%)		CaMg			Textura (%)			Clase Textural
		Al-H	Al	Na	CE	M.O	Ca	Mg	Ca+Mg	Arema	Limos	Arcilla	
71694	M1-1	0	0	0.05	0.44	2.40	6.83	3.08	24.10	70	24	5	Franco-Arenoso

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORISTA

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Material vegetal

- Tubérculos de papa

Cuadro 1. Lista de variedades de papas nativas y sus características a ser estudiadas.

Nombre	Especie	Número de genes	Color de Piel	Forma	Color de Pulpa	Rendimiento
						Kg/Planta
Bolona	Phureja	2x	rosada	redondo		
Calvache	Andigena	4x	rojo	oblongo-alargado		
Carrizo Cotopaxi	Phureja	2x	Blanco crema intenso con manchas moradas dispersas	oblongo con ojos profundo	Crema con morado	1.11 kg/planta
Chaucha Amarilla	Phureja	2x	amarillo	elíptico		
Chaucha Blanca	Phureja	2x	blanco crema	oblongo-alargado		
Chaucha Colorada	Phureja	2x	Rojo intenso oscuro	elíptico con ojos medios	Amarillo intenso	0.88 kg/planta
Coneja Blanca	Andigena	4x	blanco-crema	fusiforme con ojos medios	Blanco	1.95 kg/planta
Coneja Negra	Andigena	4x	negruzco	oblongo-alargado		
Curipamba	Andigena	4x	rojo-morado	oblongo		
INIAP-Gabriela (Testigo)*	Tuberosum	4x				
Jubaleña	Phureja	4x	rojo-morado	oblongo		
Leona blanca	Andigena	4x	blanco-crema	oblongo		
Leona Negra Norte	Phureja	2x	blanco crema	oblongo-alargado		
Macholulo	Andigena	4x	negruzco	oblongo-alargado		
Milagrosa	Andigena	4x	rosado	redondo		
Norte Roja	Andigena	4x	morado	oblongo		
Osito	Phureja	2x	blanco crema	oblongo		
Poluya	Stenotomum	2x				
Puca Huayro	Chaucha	3x				
Rosada	Andigena	4x	rosado	redondo		
Unknown	Andigena	4x				
Uvilla	Andigena	4x	Amarillo con rojo morado alrededor de los ojos	redondo con ojos superficiales	Crema con pocas manchas moradas	0.65 kg/planta
Violeta	Andigena	4x	amarillo	oblongo		
Yema De Huevo	Phureja	2x	amarillo	redondo		

Fuente: PNRT-papa

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible a *Globodera pallida*

5.1.2. Material infectivo

- Inóculo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*)

5.1.3. Equipos y materiales laboratorio

- Elutriador de Fenwick
- Microscopio
- Estéreo microscopio
- Bomba de aire para pecera
- Contador
- Pipetas
- Caja de pinceles
- Acetona
- Balanza
- Cajas contadoras de nematodos
- Tamices de 250 micras
- Elermeyers de 150 cc
- Beaker de 100 cc
- Piceta de plástico de 250 cc
- Papel filtro

5.1.4. Materiales de invernadero

- Suelo esterilizado
- Cámara fotográfica
- Fundas de 3.5 kg
- Etiquetas
- Marcadores

5.1.5. Material de oficina

- Computadora
- Calculadora
- Papelería

5.2. Métodos

5.2.1. Diseño Experimental

Se realizó un Diseño de Parcelas Divididas (DPD), con 48 tratamientos y 5 repeticiones. Donde la parcela grande fueron los niveles de inoculación, y las subparcelas las variedades. Adicional a este diseño se utilizó un DBCA para evaluar el rendimiento de las variedades no inoculadas, variedades inoculadas e incremento, con 24 tratamientos y 5 repeticiones.

Para establecer las diferencias dentro de los factores y sus interacciones, se utilizó el análisis de variancia como se puede observar en el cuadro 2 y el cuadro 3.

Cuadro 2. Análisis de la variancia para la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	239
Recepciones	4
Niveles	1
Error(a)	4
Variedades	23
Variedades x Niveles	23
Error (b)	184
X	
CV (%)	

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Cuadro 3. Análisis de la variancia para variedades no inoculadas, variedades inoculadas e incremento.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	119
Recepciones	4
Variedades	23
Error	92
X	
CV (%)	

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

5.2.2. Tratamientos

Se evaluaron 48 tratamientos, resultantes de la combinación de los niveles del factor variedades y los niveles del factor nematodo como se encuentran distribuidos en el cuadro 3.

Cuadro 4. Tratamientos a evaluar en el ensayo de variedades de papas nativas resistentes y/o tolerantes al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).

VARIEDADES EN ESTUDIO					
N	CODIGO	VARIEDAD	N	CODIGO	VARIEDAD
1	v1n0	Chaucha Amarilla sin nematodos	25	v13n0	Leona Blanca sin nematodos
2	v1n1	Chaucha Amarilla con nematodos	26	v13n1	Leona Blanca con nematodos
3	v2n0	Bolona sin nematodos	27	v14n0	Milagrosa sin nematodos
4	v2n1	Bolona con nematodos	28	v14n1	Milagrosa con nematodos
5	v3n0	Coneja Blanca sin nematodos	29	v15n0	Chaucha Colorada sin nematodos
6	v3n1	Coneja Blanca con nematodos	30	v15n1	Chaucha Colorada con nematodos
7	v4n0	Uvilla sin nematodos	31	v16n0	Chaucha Blanca sin nematodos
8	v4n1	Uvilla con nematodos	32	v16n1	Chaucha Blanca con nematodos
9	v5n0	Rosada sin nematodos	33	v17n0	Coneja Negra sin nematodos
10	v5n1	Rosada con nematodos	34	v17n1	Coneja Negra con nematodos
11	v6n0	Violeta sin nematodos	35	v18n0	Leona Negra Norte sin nematodos
12	v6n1	Violeta con nematodos	36	v18n1	Leona Negra Norte con nematodos
13	v7n0	Jubaleña sin nematodos	37	v19n0	Yema de huevo sin nematodos
14	v7n1	Jubaleña con nematodos	38	v19n1	Yema de Huevo con nematodos
15	v8n0	Curipamba sin nematodos	39	v20n0	Macholulo sin nematodos
16	v8n1	Curipamba con nematodos	40	v20n1	Macholulo con nematodos
17	v9n0	Poluya sin nematodos	41	v21n0	Norte Roja sin nematodos
18	v9n1	Poluya con nematodos	42	v21n1	Norte Roja con nematodos
19	v10n0	Osito sin nematodos	43	v22n0	Puca huayro sin nematodos
20	v10n1	Osito con nematodos	44	v22n1	Puca huayro con nematodos
21	v11n0	Carrizo Cotopaxi sin nematodos	45	v23n0	Unknown sin nematodos
22	v11n1	Carrizo Cotopaxi con nematodos	46	v23n1	Unknown con nematodos
23	v12n0	Calvache sin nematodos	47	v26n0	INIAP- Gabriela sin nematodos
24	v12n1	Calvache con nematodos	48	v26n1	INIAP- Gabriela con nematodos

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

5.2.3. Unidad Experimental

Funda de plástico negra con 3.5 Kg de suelo como Maceta

Número de macetas:	240
Área total del invernadero:	96m ²
Distancia entre unidades experimentales:	0.15m x 0.20m
Número de tubérculos:	1 por unidad experimental

5.3. Variables y Métodos de Evaluación

5.3.1. Rendimiento.

A la madurez fisiológica, los tubérculos se separaron del suelo de la maceta, se registró el peso y se expresó en kg/ planta.

5.3.2. Incremento del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) (Resistencia)

La resistencia se evaluó midiendo el incremento (I) de los nematodos mediante la siguiente relación $I = (Pf/Pi)$ después de la cosecha, el sustrato fue procesado y lavado para obtener los quistes los cuales posteriormente fueron cuantificados.

Dónde:

I= número de veces que se incrementa la población.

Pi= población inicial (la población de 70000 huevos y larvas que se inocularon por maceta o su equivalente de 20 huevos y larvas por gramo de suelo).

Pf=población final del nematodo en la planta o maceta, a la cosecha.

Con el incremento mayor a uno ($I=Pf/Pi>1$) se consideró que la variedad es susceptible.

Con el incremento menor a uno ($I = Pf/Pi < 1$) se consideró que la variedad es resistente.

5.3.3. Tolerancia

La tolerancia se midió comparando los rendimientos entre las variedades no inoculadas con las variedades inoculadas.

Si el rendimiento de las variedades inoculadas es igual o mayor estadísticamente al de las variedades no inoculadas se consideró como tolerantes.

Para establecer diferencias estadísticas se utilizó la prueba de t de student al 5%.

5.3.3.1. Calificación y selección de la respuesta de las variedades mediante los criterios de COOK

Para calificar y seleccionar las variedades al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) fueron relacionadas mediante los criterios de COOK Según se describe en el cuadro 4.

Cuadro 5. Términos para describir la respuesta de las plantas a nematodos.

Eficiencia del hospedero para la reproducción del nematodo	Daño del nematodo a la planta	
	Significativo estadísticamente	No significativo estadísticamente
Eficiente ($Pf/Pi > 1$)	Susceptible no tolerante	Susceptible tolerante
No eficiente ($Pf/Pi < 1$)	Resistente no tolerante	Resistente tolerante

Pi = población inicial, Pf = población final

En forma detallada estos términos son:

RESISTENTE – TOLERANTE (RT)

Plantas inoculadas que presenten escasa reproducción del nematodo (incremento < 1) y rendimiento igual o mayor al registrado en la planta sin inocular.

RESISTENTE – NO TOLERANTE (RNT)

Plantas inoculadas que presenten escasa reproducción del nematodo (incremento < 1) y rendimiento menor al registrado en la planta sin inocular.

SUSCEPTIBLE – TOLERANTE (ST)

Plantas inoculadas que presenten alta reproducción del nematodo (incremento > 1) y rendimiento igual o mayor al registrado en la planta sin inocular.

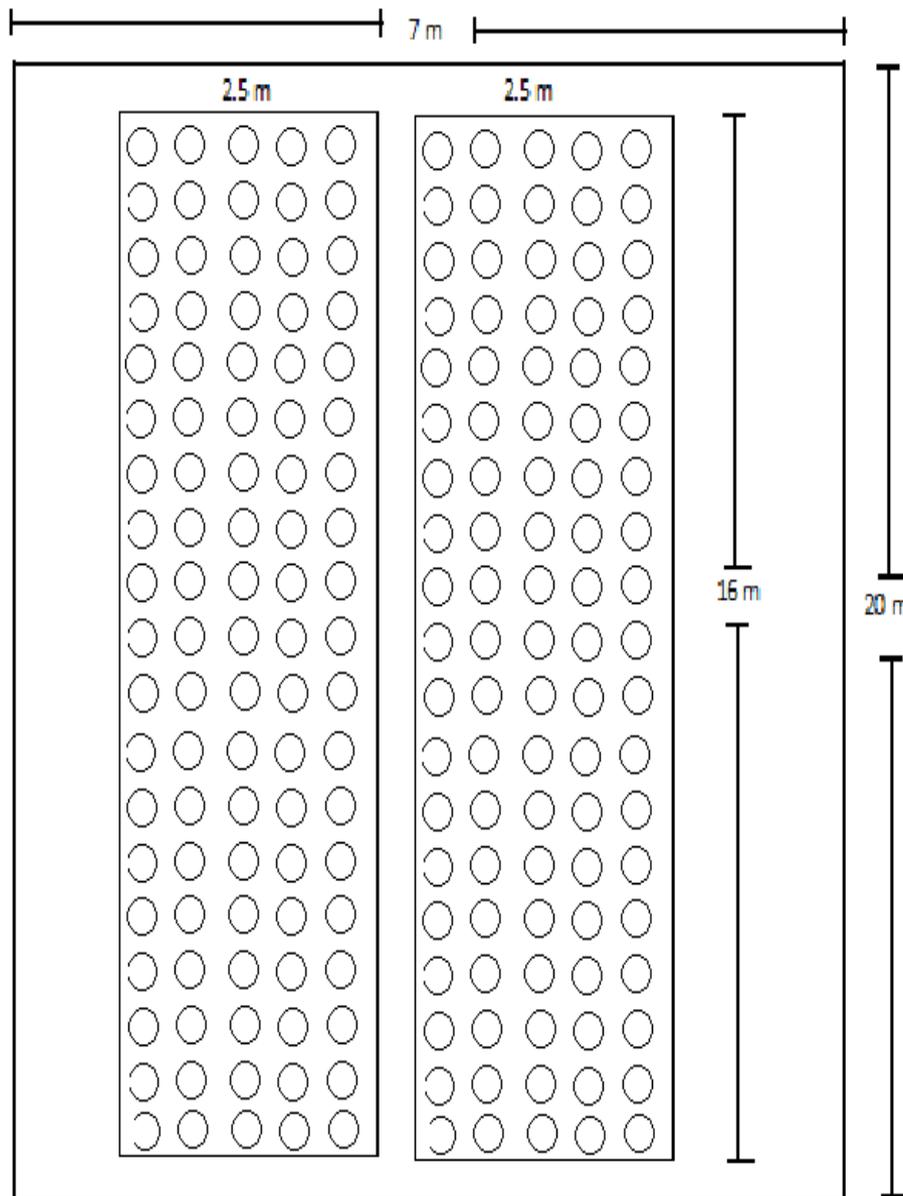
SUSCEPTIBLE – NO TOLERANTE (SNT)

Plantas inoculadas que presenten alta reproducción del nematodo (incremento > 1) y rendimiento menor al registrado en la planta sin inocular.

5.3.4. Análisis Funcional

Se registró el promedio (\bar{x}) y el coeficiente de variación (CV) se expresó en porcentaje (%).

5.3.5. Croquis del Ensayo



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

6. Hipótesis

Hipótesis nulas (H_0):

H_0 :1: Dentro de las 24 variedades de papas nativas estudiadas no se encontró presencia de resistencia y/o tolerancia.

H_0 :2: No se pudieron seleccionar variedades de papas nativas ya que todas presentaron un comportamiento susceptibles no tolerantes (SNT).

7. ESPECÍFICO DEL ENSAYO

7.1. Preparación del ensayo

De cada material se dispuso de 10 tubérculos de 40 g promedio; de estos, 5 se sembraron uno por maceta y se inóculo con en nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) y 5 se sembraron de igual forma y no se inocularon con nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).

Para el testigo referencial (variedad INIAP- Gabriela susceptible), se sembraron 5 tubérculos, uno por maceta y se inóculo con el nematodo y 5 tubérculos se sembraron de igual forma y no se inocularon, en el testigo (macetas inoculadas) se determinó que la población del nematodo tuvo un incremento mayor a 1, por lo que los resultados son considerados confiables.

7.2. Sustrato para las macetas

Se utilizó un sustrato pasterizado compuesto de 50% de suelo de zanja (es el suelo que se sedimenta en los desagües después de una lluvia), 25% de humus, 25% de pomina.

7.3. Obtención de inóculo de *Globodera pallida*.

El inóculo se obtuvo de un suelo proveniente de un lote de papa recién cosechado de la localidad de Quero, Tungurahua, cuya población de este nematodo corresponde a *Globodera pallida*. Ya que en esta zona se encuentran las poblaciones más altas del país (100 huevos y larvas por gramo de suelo), del suelo se extrajeron los quistes del nematodo y se emplearon como inóculo.

7.4. Extracción del inóculo

Los quistes del nematodo se extrajeron del suelo mediante la metodología fenwich, para lo cual se procesó la cantidad suficiente de suelo hasta obtener la cantidad de inóculo requerido.

El método de Fenwich se basa en que los quistes secos flotan y la tierra mojada, se precipita al fondo del tanque. Los quistes generalmente se tardan de 5 a 10 minutos en absorber el agua.

Descripción del método:

- Secar la muestra, pesarla y anotar.
- Llenar el tanque del equipo con agua y abrir la ducha.
- Colocar la muestra sobre el tamiz del embudo superior (1000 micras de apertura).
- Lavar la muestra con la ducha hasta que todo el suelo pase a través del tamiz del embudo. Algunas piedras y material vegetal queden retenidas en este tamiz.
- Los quistes que flotan al rebotar en el tanque salieron con el agua por el collar del aparato y se recolectaron en un tamiz de 175 a 250 micras.
- Lavar el material colectado en este tamiz usando un chorro suave de agua, colocar en un papel filtro o muselina el contenido en un embudo para facilitar el trabajo.

Se debe colocar la etiqueta anotando las características de la muestra.

7.5. Calibración del inóculo

En 10 muestras de 20 quistes cada una, se procedió a estimar la cantidad promedio de huevos y larvas por quiste, para conocer el número de quistes que se debe tomar para alcanzar la cantidad de 70 000 huevos y larvas que se inocularon a cada maceta de 3500g, o su equivalente de 20 huevos y larvas/gramo de suelo, nivel de inóculo recomendado para este tipo de estudio.

Los quistes de cada muestra se rompieron y su contenido se colocó en 100cc de agua contenida en un elermeyers de 150cc de capacidad, luego y previa homogenización de la suspensión agua nematodos con aire proporcionada por una bomba de pecera, se tomó una alícuota de 1cc con una pipeta automática y se colocó en una caja contadora para determinar el número de huevos y larvas con ayuda de un estéreo microscopio.

A continuación mediante una regla de tres simple, se realizó el siguiente cálculo: X número de huevos y larvas en la muestra de 1cc, cuantos huevos y larvas habrán en 100 cc de la suspensión agua nematodos. Luego, el resultado se dividió para el número de quistes triturados y se obtuvo la cantidad de huevos y larvas por quiste, finalmente, el promedio de las 10 muestras se consideró para determinar el número de quistes que se inocularon en cada maceta. Ejemplo, si el promedio es de 300 huevos y larvas/quiste, la cantidad de quistes a inocular será de 233 que proporcionan una población de 70 000 huevos y larvas.

7.6. Inoculación y siembra

La inoculación se realizó en el momento de la siembra de los tubérculos, primero se depositaron los quistes en la parte media de la maceta, entre la superficie y el fondo, luego se colocó el tubérculo, se cubrió con suelo y se aplicó un riego.

7.7. Riego

Se realizaron riegos frecuentes manteniendo el sustrato en capacidad de campo.

7.8. Fertilización

La fertilización se realizó a los 45 días de la siembra con abono compuesto 10-30-10 y ajustado los requerimientos con Metales pesados de macro y micro elementos.

7.9. Control de plagas y enfermedades

Se realizó un control de plagas y enfermedades evitando que estos afecten el normal desarrollo de las plantas: Para el control de la lancha (*Phytophthora infestans*) se aplicó Curzate (Cymoxanil al 50%), Ridomil (Mefenoxam 40 g/kg, Mancozeb 640 g/kg y Materias inertes 320 g/kg), para el control de mildiu polvoso se aplicó Nimrod (Bupirinate 250g/l); y para el ataque de pulgones se aplicó Desis (Deltametrina). Además las plantas coneja Negra repetición 2 sin inoculo y Macholulo repetición 4 con inoculo mostraron presencia de virus no identificado.

7.10. Cosecha

La cosecha se realizó en su madurez fisiológica donde las hojas estuvieron en estado de senescencia.

Durante la cosecha se realizó el registro del rendimiento de las variedades tanto inoculadas como no inoculadas en kilogramos por planta.

La extracción de quistes, trituración y conteo se realizaron en el laboratorio de Nematología del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP como se describe en el punto (7.11).

7.11. Extracción de los quistes y conteo

Se tomó una muestra de 100 gramos del sustrato y se realizó el mismo proceso que en el punto 6.4 más el método de acetona, este método sirve para separar los quistes de la materia orgánica ya que esta absorbe rápidamente la acetona y se precipita en el recipiente. En cambio, los quistes flotan puesto que tardan de 10 a 15 minutos en absorberla. Generalmente se utiliza acetona con un peso específico de 0.79.

Estos quistes aislados se trituraron, y se aforó a 100cc de los cuales se tomó 1cc, se vertió en una caja contadora y contó con la ayuda de un estéreo microscopio.

Al final de este proceso obtuvimos cuál es la población total en la maceta, este resultado se determinó como población final con el que calculamos el incremento.

8. RESULTADOS Y DISCUSIONES

8.1. Rendimiento

8.1.1. Rendimiento de variedades no inoculadas

Al registrar la variable rendimiento como se muestra en el cuadro 5 se observa claramente que existe variación entre las variedades, las variedades de mejor rendimiento son Puca huayro, Coneja blanca y Chaucha blanca con rendimientos promedios de 0.476, 0.408 y 0.400 kg por planta.

Cuadro 6. Rendimiento en kg / planta de las 24 variedades no inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

VARIEDADES	RENDIMIENTOS PROMEDIOS (kg/planta)
	VARIEDADES
Puca Huayco	0.476
Coneja Blanca	0.408
Chaucha Blanca	0.400
Violeta	0.396
INIAP-Gabriela *	0.386
Osito	0.376
Carrizo Cotopaxi	0.376
Rosada	0.374
Milagrosa	0.372
Yema De Huevo	0.372
Leona Negra Norte	0.370
Norte Roja	0.368
Unknown	0.362
Curipamba	0.332
Bolona	0.324
Chaucha Amarilla	0.314
Poluya	0.312
Chaucha Colorada	0.302
Macholulo	0.298
Jubaleña	0.292
Leona blanca	0.292
Calvache	0.290
Uvilla	0.284
Coneja Negra	0.260

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

En el análisis de varianza para el rendimiento de las variedades no inoculadas, cuadro 6, se estableció diferencia altamente significativa entre variedades y diferencia no significativa entre repeticiones, con un coeficiente de variación del 22.53%, tomando en cuenta que la variación se produjo por analizar 24 variedades, lo que abaliza los resultados del ensayo. El promedio general fue 0.35kg por planta.

Estos rendimientos son bajos comparados con los datos registrados por Programa Nacional de Raíces y tubérculos Rubro-papa (PNRT-papa) ya que esos rendimientos fueron registrados con cultivos de campo con el suficiente espacio físico a diferencia del ensayo que fue cultivado en fundas plásticas con sustrato restringido por esa razón los rendimientos son menores a 0.5kg como podemos apreciar en el grafico1.

Cuadro 7. Análisis de la Varianza para el rendimiento promedio por planta de las 24 variedades no inoculadas, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
TOTAL	119	
VARIETADES	23	0.013104**
REPETICIONES	4	0.005335ns
ERROR	92	0.006124

PROMEDIO
CV

0.35
22.53%

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Gráfico 1. Rendimiento promedio kg / planta de las variedades no inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

En la prueba de Tukey al 5%, cuadro 7, se determinaron ocho rangos de significación estadística, en donde, 13 variedades presentaron rendimientos superiores al promedio general (0.35kg/planta), el mejor rendimiento lo produjo la variedad Puca Huayro con un promedio de 0.476kg/planta ubicada en el primer rango, en el segundo rango está la variedad Coneja blanca con 0.408kg/planta y compartiendo el segundo y tercer rango están la variedades Chaucha blanca, Violeta y Gabriela con 0.400, 0.396 y 0.386Kg/planta respectivamente, la variedad coneja negra se ubico en el ultimo rango de significancia estadística, el rango h con 0.260kg / planta.

Cuadro 8. Tukey al 5% para el rendimiento de las 24 variedades no inoculadas, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

VARIEDADES	PROMEDIOS \bar{X} KG/PLANTA	RANGO DE SIGNIFICANCIA
Puca Huayco	0.476	a
Coneja Blanca	0.408	b
Chaucha Blanca	0.400	bc
Violeta	0.396	bc
INIAP-Gabriela *	0.386	bc
Osito	0.376	c
Carrizo Cotopaxi	0.376	c
Rosada	0.374	c
Milagrosa	0.372	c
Yema De Huevo	0.372	c
Leona Negra Norte	0.370	c
Norte Roja	0.368	cd
Unknown	0.362	cd
Curipamba	0.332	d
Bolona	0.324	d
Chaucha Amarilla	0.314	de
Poluya	0.312	ef
Chaucha Colorada	0.302	f
Macholulo	0.298	f
Jubaleña	0.292	fg
Leona blanca	0.292	fg
Calvache	0.290	fg
Uvilla	0.284	gh
Coneja Negra	0.260	h

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

8.1.2. Rendimiento de variedades inoculadas

Al registrar la variable rendimiento como se muestra en el cuadro 8 se puede observar diferencia entre las variedades, las variedades que mejor rendimiento produjeron son: milagrosa con 0.354kg por planta, Coneja blanca con 338kg por planta y Bolona con 298kg por planta.

Cuadro 9. Rendimiento en kg / planta de las 24 variedades inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

VARIETADES	RENDIMIENTO PROMEDIO (kg/planta)
Milagrosa	0.354
Coneja Blanca	0.338
Bolona	0.298
INIAP-Gabriela *	0.298
Carrizo Cotopaxi	0.294
Unknown	0.294
Uvilla	0.292
Puca Huayco	0.286
Norte Roja	0.278
Poluya	0.270
Violeta	0.268
Osito	0.266
Chaucha Blanca	0.258
Chaucha Colorada	0.250
Rosada	0.248
Leona blanca	0.248
Curipamba	0.238
Chaucha Amarilla	0.234
Yema De Huevo	0.224
Coneja Negra	0.216
Calvache	0.212
Macholulo	0.190
Jubaleña	0.186
Leona Negra Norte	0.166

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

En el análisis de varianza para el rendimiento de las variedades inoculadas, cuadro 9, se estableció diferencias altamente significativa entre variedades y diferencias no significativa entre repeticiones, con un coeficiente de variación del 18.87% lo que

abaliza los resultados del ensayo. El promedio general fue de 0.26kg por planta, menor al promedio de las variedades no inoculadas en 0.90kg / planta.

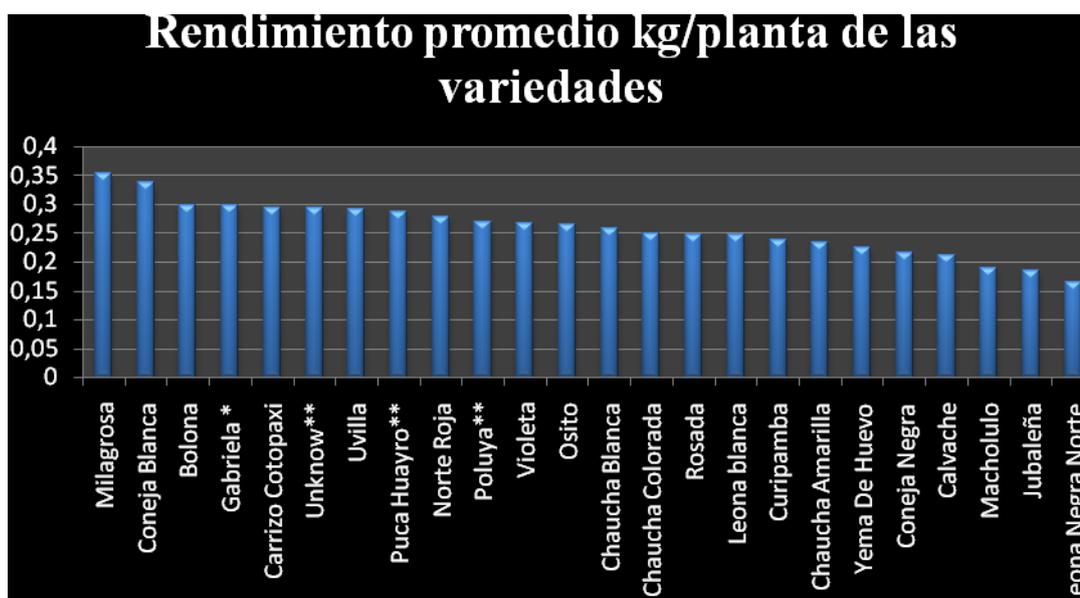
Cuadro 10. Análisis de la Varianza para el rendimiento kg por planta de las 24 variedades inoculadas, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
TOTAL	119	
VARIEDADES	23	0.01056431**
REPETICIONES	4	0.00385333ns
ERROR	92	0.00238116

PROMEDIO 0.259
CV 18.87%

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

En el grafico 2 podemos observar el comportamiento del rendimiento según las variedades



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Gráfico 2. Rendimiento promedio de las variedades inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

En la prueba de Tukey al 5%, cuadro 10, se determinaron diez rangos de significación estadística, en donde 12 variedades presentaron rendimientos superiores al promedio (0.259kg/planta). El mejor rendimiento lo produjo la variedad milagrosa con un promedio de 0.354kg/planta ubicada en el primer rango, el segundo rango lo obtuvo la variedad coneja negra con 0.338kg/planta, en el tercer rango se encuentran las variedades Bolona, Gabriela, Carrizo Cotopaxi, Unknown y Uvilla con rendimientos promedios de 0.298, 0.298, 0.294, 0.294 y 0.292 kg por planta respectivamente, los menores rendimientos promedio fueron de las variedades Macholulo, Jubaleña, Leona Negra del Norte con pesos (0.190kg/planta; 0.186kg/planta; 0.166kg/planta) respectivamente.

Cuadro 11. Tukey al 5% para el rendimiento de las variedades inoculadas, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

VARIETADES	PROMEDIOS \bar{X} KG/PLANTA	RANGO DE SIGNIFICANCIA
Milagrosa	0.354	a
Coneja Blanca	0.338	b
Bolona	0.298	c
INIAP-Gabriela *	0.298	c
Carrizo Cotopaxi	0.294	c
Unknown	0.294	c
Uvilla	0.292	c
Puca Huayco	0.286	cd
Norte Roja	0.278	cd
Poluya	0.270	cd
Violeta	0.268	df
Osito	0.266	df
Chaucha Blanca	0.258	df
Chaucha Colorada	0.250	f
Rosada	0.248	f
Leona blanca	0.248	f
Curipamba	0.238	fg
Chaucha Amarilla	0.234	fg
Yema De Huevo	0.224	g
Coneja Negra	0.216	gh
Calvache	0.212	gh
Macholulo	0.190	h
Jubaleña	0.186	i
Leona Negra Norte	0.166	J

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

8.2. Incremento de la reproducción del nematodo del quiste de la papa

Globodera pallida (Resistencia)

Al realizar el análisis nematológico se determinó los incrementos del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) como se muestran en el cuadro 11, las variedades de papas nativas presentan incrementos promedios bajos en seis variedades que van desde 2.64 a 5.32, seis variedades con incrementos promedios altos con un rango de 18.07 a 37.52 y doce variedades presentaron un incremento intermedio entre 7.08 a 16.96.

Cuadro 12. Incremento de la población del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Materiales	Poblaciones (h y l /Maceta)		Incremento (Pf/Pi)
	(Pi)	(Pf)	
Chaucha Amarilla	70000.00	184520.00	2.64
Violeta	70000.00	271320.00	3.88
Milagrosa	70000.00	351190.00	5.02
Coneja Negra	70000.00	354830.00	5.07
Coneja Blanca	70000.00	363720.00	5.20
Poluya	70000.00	372400.00	5.32
Bolona	70000.00	495810.00	7.08
Chaucha Blanca	70000.00	513590.00	7.34
Rosada	70000.00	630490.00	9.01
Unknown	70000.00	631330.00	9.02
Curipamba	70000.00	675500.00	9.65
Osito	70000.00	889490.00	12.71
Macholulo	70000.00	988610.00	14.12
Yema De Huevo	70000.00	1084090.00	15.49
Leona blanca	70000.00	1094100.00	15.63
Jubaleña	70000.00	1136730.00	16.24
Calvache	70000.00	1146810.00	16.38
Norte Roja	70000.00	1186990.00	16.96
INIAP-Gabriela *	70000.00	1264760.00	18.07
Carrizo Cotopaxi	70000.00	1347990.00	19.26
Puca Huayco	70000.00	1461320.00	20.88
Uvilla	70000.00	1586620.00	22.67
Chaucha Colorada	70000.00	1837780.00	26.25
Leona Negra Norte	70000.00	2626400.00	37.52

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

Las variedades Chaucha amarilla, Coneja blanca, Violeta, Poluya, Milagrosa, Coneja negra, presentan los incrementos bajos (2.64, 3.88, 5.02, 5.07, 5.20, 5.32 respectivamente), al contrario de los mayores incrementos observados en las variedades Leona Negra del Norte, Chaucha Colorada, Uvilla, Puca Huairo, Carrizo Cotopaxi y Gabriela 37.52, 26.25, 22.67, 20.88, 19.26, 18.07 respectivamente, para establecer diferencia estadística se corrió un análisis de varianza como se expresa en el cuadro 12.

El ensayo se realizó en condiciones climáticas controladas las cuales fueron favorables para el desarrollo del nematodo, y corroboramos con los resultados obtenidos en la variedad testigo susceptible con un incremento del 18.07, ya que Revelo en ensayos anteriores obtuvo incrementos de 16 a 20. En próximos ensayos se deberá utilizar la variedad Leona Negra del Carchi como testigo susceptible ya que su incremento es el mejor con 37.52 veces su población inicial.

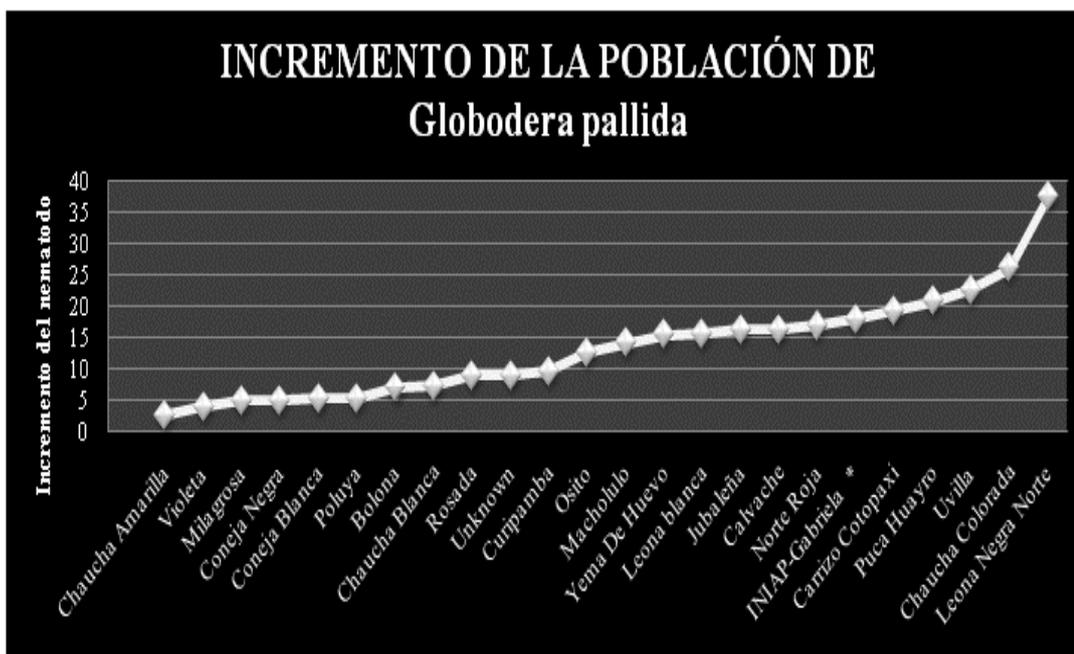
Cuadro 13. Análisis de varianza para el incremento del nematodo del quiste en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
TOTAL	119	
VARIETADES	23	346.249**
REPETICIONES	4	4.484ns
ERROR	92	54.426

PROMEDIO 13.39
CV 55.08%

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

En el grafico 3 se establece el comportamiento de las variedades de papas nativas como hospederos del nematodo del quiste de la papa, en el cual podemos ver que la variedad Chaucha Amarilla resulto ser el peor hospedero a diferencia de la variedad Leona Negra del Carchi la que mayor éxito produjo en la reproducción del nematodo del quiste de la papa *Globodera pallida*.



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Gráfico 3. Incremento promedio de la población del nematodo del quiste de la papa (NQP) de las variedades inoculadas en Cutuglahua, Pichincha 2009.

En la prueba de Tukey al 5%, cuadro 13, se determinaron 14 rangos de significación estadística, en donde 12 variedades presentaron incrementos superiores al promedio (13.39), el mejor incrementos lo produjo la variedad Leona Negra del Norte con un incrementos promedio de 37.52 ubicada en el primer rango, el rango a, en el séptimo rango, el rango g, se encuentra la variedad INIAP-Gabriela con un incremento promedio 18.07, los menores incrementos promedio fue de la variedad chaucha Amarilla con un incremento de 2.64 ubicada en el ultimo rango, rango n.

En el caso del incremento del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) la variedad de mayor incremento es la más susceptible y la de menor incremento es la menos susceptible, en este caso la variedad Leona Negra del Norte es la más susceptible y la variedad Chaucha Amarilla es la menos susceptible tomando en cuenta que la susceptibilidad es cuando el incremento es mayor que 1, como podemos ver en el cuadro 13 existe diferencia estadística significativa entre las variedades.

Cuadro 14. Tukey al 5% para el incremento en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

VARIETADES	\bar{X} INCREMENTO	RANGO DE SIGNIFICANCIA
Leona Negra Norte	37.52	a
Chaucha Colorada	26.25	bc
Uvilla	22.67	cd
Puca Huayco	20.88	de
Carrizo Cotopaxi	19.26	ef
INIAP-Gabriela *	18.07	Fg
Norte Roja	16.96	gh
Calvache	16.38	gh
Jubaleña	16.24	gh
Leona blanca	15.63	hi
Yema De Huevo	15.49	hi
Macholulo	14.12	ij
Osito	12.71	j
Curipamba	9.65	k
Unknown	9.02	k
Rosada	9.01	k
Chaucha Blanca	7.34	l
Bolona	7.08	l
Poluya	5.32	m
Coneja Blanca	5.20	m
Coneja Negra	5.07	m
Milagrosa	5.02	m
Violeta	3.88	mn
Chaucha Amarilla	2.64	n

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

8.3. Comparación de los rendimientos de las variedades no inoculadas versus inoculadas tomando en cuenta el incremento

Cuadro 15. Rendimiento Promedio del rendimiento kg / planta e incremento de las 24 variedades de papas nativas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Variedades	Rendimiento promedio (kg/planta) no inoculadas	Rendimiento promedio (kg/planta) inoculadas	Rendimiento promedio de la variedades inoculadas y no inoculadas	Incremento
Puca Huayro	0.48	0.29	0.39	20.88
Coneja Blanca	0.41	0.34	0.38	5.20
Milagrosa	0.37	0.35	0.36	5.02
Gabriela *	0.39	0.30	0.35	18.07
Violeta	0.40	0.27	0.34	3.88
Carrizo Cotopaxi	0.38	0.29	0.34	19.26
Chaucha Blanca	0.40	0.26	0.33	7.34
Unknown	0.36	0.29	0.33	9.02
Osito	0.38	0.27	0.33	12.71
Norte Roja	0.37	0.28	0.33	16.96
Bolona	0.32	0.30	0.31	7.08
Rosada	0.37	0.25	0.31	9.01
Curipamba	0.33	0.27	0.30	9.65
Yema De Huevo	0.37	0.22	0.30	15.49
Poluya	0.31	0.27	0.29	5.32
Uvilla	0.28	0.29	0.29	22.67
Chaucha Colorada	0.30	0.25	0.28	26.25
Chaucha Amarilla	0.31	0.23	0.27	2.64
Leona blanca	0.29	0.25	0.27	15.63
Leona Negra Norte	0.37	0.17	0.27	37.52
Macholulo	0.30	0.19	0.25	14.12
Calvache	0.29	0.21	0.25	16.38
Coneja Negra	0.26	0.22	0.24	5.07
Jubaleña	0.29	0.19	0.24	16.24

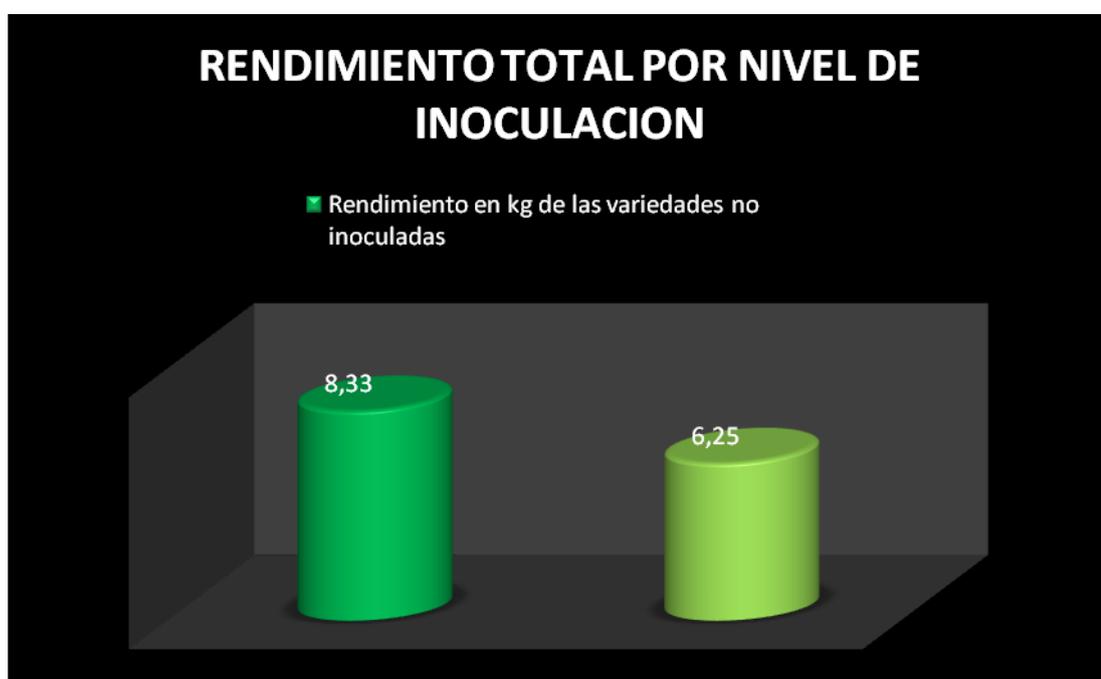
Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

Las variedades Chaucha amarilla, Coneja blanca, Violeta, Poluya, Milagrosa, Coneja negra, presentan los incrementos bajos (2.64, 3.88, 5.02, 5.07, 5.20, 5.32 respectivamente), al contrario de los mayores incrementos observados en las variedades Leona Negra del Norte, Chaucha Colorada, Uvilla, Puca Huairo, Carrizo Cotopaxi, Gabriela (37.52, 26.25, 22.67, 20.88, 19.26, 18.07 respectivamente).

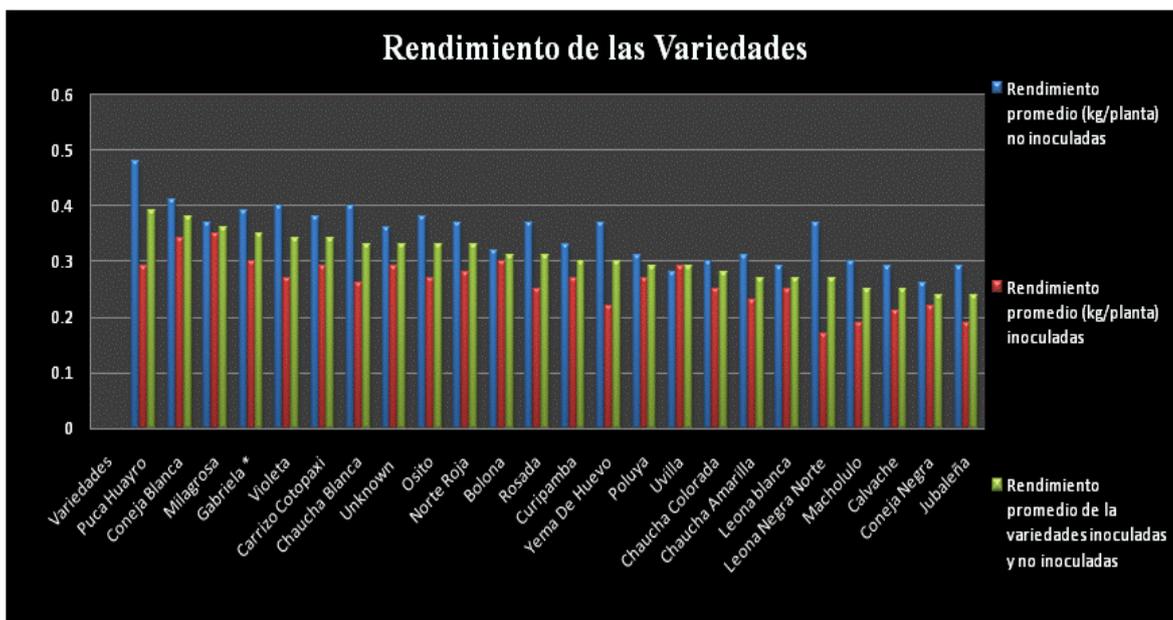
El rendimiento total entre las variedades inoculadas versus las no inoculadas se comportan distinto según nivel de así lo podemos ver en el grafico 4 que las variedades inoculadas con (20huevos y larvas por gramo de suelo) producido en este ensayo se reduce en un 24.97 % y coincide con el reporte de Revelo 2002 en donde señalan que los nematodos afectan hasta en un 30% en su rendimiento.



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Gráfico 4. Rendimiento total de los niveles de inoculación en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Además en el grafico 5 podemos observar los rendimientos de cada variedad y el nivel de inoculación, y entender el comportamiento de todas las variedades.



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Gráfico 5. Promedio del rendimiento de todas las variedades no inoculadas y inoculadas y el incremento en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

En el análisis de varianza, Cuadro 15, se observa alta significancia estadísticamente para niveles de inoculación, variedades y diferencia no significancia estadísticamente para repeticiones y para la interacción variedades por niveles, el promedio del experimento fue 0,303 gramos por planta siendo este un dato referencial, debido a que en el ensayo el tamaño de las macetas no ayudó que los tubérculos engrosen de una mejor forma, los coeficientes de variación encontrados fueron 15.98% para la parcela grande y 40.81% para la subparcelas, este coeficiente de variación es alto por los niveles de inoculación de 20 huevos y larvas por gramo de suelo provocando pérdida en el rendimiento de las variedades inoculadas y en el otro nivel no existió presencia de nematodos por ende no hubo influencia de los nematodos sobre el rendimiento de las variedades, con lo que se explica la razón del porque el coeficiente de variación de las subparcelas es alto.

Cuadro 16. Análisis de la varianza para la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
Total	239	
Repeticiones	4	0.00684ns
Nivel de inoculación	1	0.47259**
Error(a)	4	0.00234
Variedades	23	0.01706**
N X V	23	0.00661ns
Error (b)	184	0.00425

Promedio (Kg/planta)

0.303

CV a

15.98%

CV b

40.81%

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

En lo que es niveles de inoculación no corremos Tukey al 5% por que dé ante mano sabíamos que existiría diferencia altamente significativa, por el nivel 1 fue (20 huevos y larvas por gramo de suelo) y por el nivel 0 fue (0 huevos y larvas por gramo de suelo).

La prueba de Tukey al 5 % para el incremento (niveles) y variedades se observa en el Cuadro 16, encontrándose 14 rangos de significación para los niveles y 8 rangos para las variedades, la mejor respuesta fue la variedad con menor incremento y diferencia no significativa, en este caso la variedad Milagrosa se encontró un incremento de 5.02 y rendimientos 0.360 kilogramos por planta y en el último lugar del catorceavo rango la variedad Leona Negra del Norte con un incremento de 37.52 con rendimiento de 0.27 kilogramos por planta.

Cuadro 17. Tukey al 5% para niveles y variedades en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

VARIETADES	INCRMENTO	NIVELES DE INOCULACIÓN		Rendimiento promedio de la variedades inoculadas y no inoculadas	
		SIN INÓCULO	CON INÓCULO		
Leona Negra Norte	37.52 A	0.37 c	0.17 j	0.27	g *
Chaucha Colorada	26.25 Bc	0.3 f	0.25 f	0.28	f ns
Uvilla	22.67 Cd	0.28 gh	0.29 c	0.29	e ns
Puca Huayco	20.88 De	0.48 a	0.29 c	0.39	a *
Carrizo Cotopaxi	19.26 Ef	0.38 c	0.29 c	0.34	bc Ns
Gabriela *	18.07 Fg	0.39 bc	0.3 c	0.35	b Ns
Norte Roja	16.96 Gh	0.37 cd	0.28 cd	0.33	bc Ns
Calvache	16.38 Gh	0.29 fg	0.21 gh	0.25	g Ns
Jubaleña	16.24 Gh	0.29 fg	0.19 i	0.24	h *
Leona blanca	15.63 Hi	0.29 fg	0.25 f	0.27	g Ns
Yema De Huevo	15.49 Hi	0.37 c	0.22 g	0.30	d *
Macholulo	14.12 Ij	0.3 f	0.19 h	0.25	g *
Osito	12.71 J	0.38 c	0.27 df	0.33	bc *
Curipamba	9.65 K	0.33 d	0.24 fg	0.29	e Ns
Unknown	9.02 K	0.36 cd	0.29 c	0.33	bc Ns
Rosada	9.01 K	0.37 c	0.25 f	0.31	c *
Chaucha Blanca	7.34 L	0.4 bc	0.26 df	0.33	bc Ns
Bolona	7.08 L	0.32 d	0.3 c	0.31	c Ns
Poluya	5.32 M	0.31 ef	0.27 cd	0.29	e Ns
Coneja Blanca	5.2 M	0.41 bc	0.34 b	0.38	ab *
Coneja Negra	5.07 M	0.26 h	0.22 gh	0.24	h Ns
Milagrosa	5.02 M	0.37 c	0.35 a	0.36	b Ns
Violeta	3.88 Mn	0.4 bc	0.27 df	0.34	bc *
Chaucha Amarilla	2.64 N	0.31 de	0.23 fg	0.27	g *

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

8.4. Tolerancia

La tolerancia se midió comparando los rendimientos entre las variedades no inoculadas con las variedades inoculadas. Si el rendimiento de las variedades inoculadas es igual o mayor estadísticamente al de las variedades no inoculadas se consideradas como sensibles.

Para establecer diferencias estadísticas se utilizo la prueba de t de student al 5%.

8.5. Calificación y selección de las variedades mediante los criterios de COOK

En cuanto a la respuesta de las variedades de papas nativas al parasitismo de *Globodera pallida* en el cuadro 5, se observan que todos se comportan como susceptibles porque su incremento de la población del nematodo del quiste de la papa está en un rango de 2.64 a 37.52 veces.

De acuerdo con los resultados consignados en el cuadro 17, las variedades Bolona, Uvilla, Violeta, Curipamba, Poluya, Carrizo Cotopaxi, Calvache, Leona Blanca, Milagrosa, Chaucha Colorada, Coneja Negra, Norte Roja, Unknown y Gabriela (Testigo), presentan un comportamiento susceptible tolerante al ataque de *Globodera pallida* al presentar incremento mayor a 1 y no ser afectados sus rendimientos.

Por otra parte las variedades Chaucha Amarilla, Coneja Blanca, Rosada, Osito, Leona Negra del Norte, Yema de Huevo, Macholulo y Puca huayro, presentan un comportamiento susceptibles no tolerantes que además de presentar un incremento mayor a 1, estas han sido afectadas en su rendimiento.

Cuadro 18. Comportamiento de las 24 variedades de papas nativas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Materiales	Poblaciones (h y l /Maceta)		Incremento (Pf/Pi)	Rendimiento		Prueba de "t" (0.05) Para rendimientos	Respuesta
	(Pi)	(Pf)		Kg/Planta			
				Sin nematodos	Con nematodos		
Chaucha Amarilla	70000.00	184520.00	2.64	0.31	0.23	*	SNT
Violeta	70000.00	271320.00	3.88	0.40	0.27	*	SNT
Milagrosa	70000.00	351190.00	5.02	0.37	0.35	ns	ST
Coneja Negra	70000.00	354830.00	5.07	0.26	0.22	ns	ST
Coneja Blanca	70000.00	363720.00	5.20	0.41	0.34	*	SNT
Poluya	70000.00	372400.00	5.32	0.31	0.27	ns	ST
Bolona	70000.00	495810.00	7.08	0.32	0.30	ns	ST
Chaucha Blanca	70000.00	513590.00	7.34	0.40	0.26	ns	ST
Rosada	70000.00	630490.00	9.01	0.37	0.25	*	SNT
Unknown	70000.00	631330.00	9.02	0.36	0.29	ns	ST
Curipamba	70000.00	675500.00	9.65	0.33	0.24	ns	ST
Osito	70000.00	889490.00	12.71	0.38	0.27	*	SNT
Macholulo	70000.00	988610.00	14.12	0.30	0.19	*	SNT
Yema De Huevo	70000.00	1084090.00	15.49	0.37	0.22	*	SNT
Leona blanca	70000.00	1094100.00	15.63	0.29	0.25	ns	ST
Jubaleña	70000.00	1136730.00	16.24	0.29	0.19	*	SNT
Calvache	70000.00	1146810.00	16.38	0.29	0.21	ns	ST
Norte Roja	70000.00	1186990.00	16.96	0.37	0.28	ns	ST
Gabriela *	70000.00	1264760.00	18.07	0.39	0.30	ns	ST
Carrizo Cotopaxi	70000.00	1347990.00	19.26	0.38	0.29	ns	ST
Puca Huayco	70000.00	1461320.00	20.88	0.48	0.29	*	SNT
Uvilla	70000.00	1586620.00	22.67	0.28	0.29	ns	ST
Chaucha Colorada	70000.00	1837780.00	26.25	0.30	0.25	ns	ST
Leona Negra Norte	70000.00	2626400.00	37.52	0.37	0.17	*	SNT

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible; CYTED; H y l. /maceta = huevos y larvas/ maceta; Pf =Población final; Pi = Población Inicial NS = No significativo (0.05); S = Significativo (0.05);

ST = Susceptible tolerantes; SNT= Susceptible no tolerantes.

Estos resultados muestran la susceptibilidad al parasitismo de *Globodera pallida* se encuentran en todas las variedades analizadas en este ensayo, tomando en cuenta que la variedad testigo (I-Gabriela) tiene un comportamiento susceptible tolerante con lo que se corrobora lo indicado por Revelo.

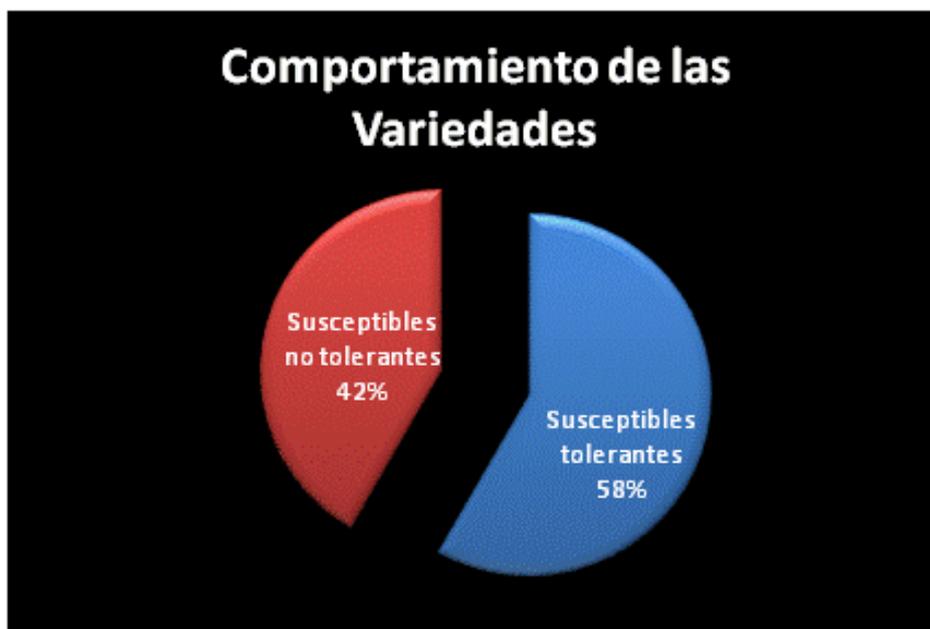


Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Gráfico 6. Comportamiento de las variedades en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Sin embargo, los resultados muestran que existen 15 variedades para establecer sistemas de rotación, tomando en cuenta, que mostraron un comportamiento susceptibles tolerantes, para evitar pérdidas en los cultivos por el ataque del nematodo del quiste de la papa *Globodera pallida*.

Según los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis Ho:1: y se rechaza las hipótesis Ho:2: ya que 15 variedades mostraron tolerancia al parasitismo de nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) como se muestran en el gráfico 6 y 7, de las cuales se seleccionaron variedades tolerantes y con los incrementos menores de (Violeta, Coneja Negra, Bolona y Poluya).



Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

Gráfico 7. Porcentaje del comportamiento de las variedades, en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

9. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se emiten las siguientes conclusiones:

1. Los rendimientos de las papas nativas fueron reducidos considerablemente por la influencia de los nematodos, estableciendo entre variedades los mejores hospederos como es el caso de la variedad Leona Negra del Carchi.
2. Las variedades de papas nativas tienen un gran potencial genético con niveles de tolerancia al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).
3. De 15 de las 24 variedades de papas que fueron evaluadas presentaron un comportamiento susceptible tolerante al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) con incrementos que van 5.02 a 26.25.
4. Además variedades como Milagrosa, Coneja Negra, Bolona y Poluya presentaron incrementos menores a 7 y comportándose como susceptibles tolerantes al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).
5. Las variedades de papas nativas evaluadas y que presentaron un comportamiento susceptible tolerante con diferentes rangos de incremento permitirá adicionarles al MIN determinando los umbrales de daño de las variedades que presentaron tolerancia.

10. RECOMENDACIONES

1. Usar en los programas de mejoramiento de papa del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro papa (PNRT-rubro papa), las variedades Milagrosa, Coneja Negra, bolona y Poluya que mostraron un comportamiento susceptible tolerancia al ataque del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*)
2. Trabajar con Milagrosa, Coneja Negra, Bolona y Poluya que mostraron tolerancia y un menor incremento al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) e integrales dentro del manejo integrado de nematodo (MIN).
3. Considerar a la variedad nativa Leona Negra del Carchi como variedad susceptible no tolerante al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en futuras investigaciones, como referencia.

11. RESUMEN

El cultivo de la papa es uno de los más importantes, ya que es fuente de carbohidratos dentro de la dieta de los ecuatorianos, el consumo per cápita es de 25kg anuales, además en el 2006 se estimó una superficie sembrada de 52000ha con un rendimiento promedio 6.8t/ha estos bajos rendimientos están influidos por factores bióticos y abióticos.

Dentro de los factores bióticos se encuentra los nematodos del quiste de papa (*Globodera pallida*) considerado como una plaga que reduce el rendimiento hasta en 30% en su primer año, se encuentran en la mayoría de zonas paperas especialmente en la provincia de Tungurahua donde se encuentran los mayores niveles de infestación con poblaciones que superan los 100 huevos y larvas / gramo de suelo, tomando en cuenta que el nivel de equilibrio es de 10 huevos y larvas / gramo de suelo dependiendo la susceptibilidad de las variedades.

Los síntomas que causa esta plaga no son fácilmente identificado ya que muchas veces se lo confunde con el agotamiento de los suelos, cuando existe presencia del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en el campo se puede ver focos circulares de plantas mal desarrolladas y amarillas en los lotes de cultivos.

En esta investigación se evaluó la resistencia y/o tolerancia de 24 variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en el invernadero del Departamento de Nematología apoyados por el mismo y bajo asistencia del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos Rubro Papa (PNRT-Papa) en la Estación Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP”.

Entre las 24 variedades utilizadas se trabajó 20 variedades nativas (Yema de Huevo, Chaucha Colorada, Coneja Blanca, Coneja Negra, Osito, Chaucha Amarilla, Carrizo Cotopaxi, Chaucha Blanca, Uvilla, Milagrosa, Jubaleña, Rosada, Violeta, Leona Negra del norte, Bolona, Leona Blanca, Calvache, Curipamba, Puca Huayro, Poluya, Unknow Macholulo y Norte roja) y una variedad como testigo susceptible la I-Gabriela.

El nematodo fue evaluado mediante dos niveles de inoculación; nivel 0 (n0) sin nematodos y el otro nivel 1 (n1) con nematodos (20 huevos y larvas por gramo de suelo), la extracción de los quistes para ser utilizado como inóculo se realizó en el área de Nematología del Departamento de Protección Vegetal, se obtuvo suelo infestado por nematodos del quiste de la papa (*Globodera pallida*), luego de su extracción se procedió a calibrar el inóculo y se determinó cuántos huevos y larvas tenía cada quiste.

Se utilizó 3.5kg de sustrato pasterizado 50% de suelo zanja (es el suelo que se sedimentan en los desagües después de una lluvia), 25% de humus, 25% de pomina, en una maceta (Funda) de 3.5kg, para las variables de rendimiento e incremento se utilizó Diseño de Bloques Completos al Azar con cinco repeticiones y para la variable resistencia y/o tolerancia a un Diseño de Parcela Dividida, en donde la parcela grande se consideró los niveles de inoculación y en la sub parcela las variedades, para la calificación y selección de las variedades se utilizaron los criterios de COOK en el que se puede calificar como resistentes-tolerantes, resistentes no tolerantes, susceptibles tolerantes y resistentes no tolerantes, estos comparando los rendimientos y observando que si el incremento es mayor a uno ($I = P_f/P_i = I > 1 =$ susceptibles) se consideran como susceptibles.

En el momento de la siembra de los diez tubérculos en las macetas a cinco de estas se las inoculó (n1), el riego se lo hizo permanentemente manteniendo el sustrato a capacidad de campo, a 45 días después de la siembra se aplicó una fertilización de macro y micro elementos en tipo drench para cubrir los requerimientos nutricionales de la planta, además el control de plagas y enfermedades de lo realizó sólo con pesticidas de contacto para reducir daño a los nematodos y que sean estos los únicos que influyan en desarrollo de la planta.

Las variables evaluadas fueron: Rendimiento (Tolerancia), Incremento (Resistencia), Resistencia y/o tolerancia y selección.

Los resultados encontrados fueron:

En la variable Rendimiento (Tolerancia) del nivel 0 (n0 = sin nematodos), las variedades que presentaron mejor respuesta fueron Puca Huayro con un promedio de 0.476kg/planta, Coneja blanca con 0.408kg/planta y Chaucha Blanca con 0.400Kg/planta, Los menores rendimientos promedio fueron de las variedades Calvache, Uvilla y Coneja Negra con pesos promedios (0.290kg/planta; 0.284kg/planta; 0.260kg/planta) respectivamente.

En la variable Rendimiento (Tolerancia) del nivel 1 (n1 = con nematodos 20 huevos y larvas por gramo de suelo), las variedades que presentaron mejor respuesta fueron milagrosa con un promedio de 0.354kg/planta, variedad coneja negra con 0.338kg/planta, Bolona, Gabriela, Carrizo Cotopaxi, Unknown y Uvilla con rendimientos promedios de (0.298, 0.298, 0.294, 0.294 y 0.292kg por planta) respectivamente, los menores rendimientos promedio fueron de las variedades Macholulo, Jubaleña, Leona Negra del Norte con pesos (0.190kg/planta; 0.186kg/planta; 0.166kg/planta) respectivamente.

En la variable incremento (resistencia): Al realizar el análisis nematológico se determinó los incrementos del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) como se muestran que las variedades de papas nativas presentan incrementos promedios, bajos en seis variedades que van desde 2.64 a 5.32, seis variedades con incrementos promedios altos con un rango de 18.07 a 37.52 y doce variedades presentaron un incremento intermedio entre 7.08 a 16.96.

Las variedades Chaucha amarilla con un incremento con 2.64, Violeta con 3.88, Milagrosa con 5.02, Coneja negra con 5.07, Coneja blanca con 5.20, Poluya con 5.32, presentan los incrementos bajos, al contrario de los mayores incrementos observados en las variedades Leona Negra del Norte con 37.52, Chaucha Colorada con 26.25, Uvilla con 22.67, Puca Huaico 20.88, Carrizo Cotopaxi con 19.26 y Gabriela con 18.07 así corroborando la susceptibilidad de la variedad I-Gabriela que fue utilizada como variedad susceptible.

En la variable resistencia y/o tolerancia de forma estadística podemos determinar que las variedades que presentaron la mejor respuesta fueron: Milagrosa con 0.37 (n0) y 0.35 (n1) kg/planta e incremento de 5.02, Coneja Negra con 0.26 (n0) y 0.22 (n1)

kg/planta e incremento de 5.07, Poluya 0.31 (n0) y 0.27 (n1) e incremento de 5.32, donde los rendimientos estadísticamente son iguales y el incremento es el más bajo.

La variedad Leona Negra del Norte fue la que presentó mayor susceptibilidad y pérdida de su rendimiento, mostrando un incremento de 37.52 veces y pérdidas de rendimiento en un 46 %.

En la variable Calificación y Selección, según los postulados de COOK en la respuesta de las variedades de papas nativas al parasitismo de (*Globodera pallida*), se observan que todos se comportan como susceptibles porque su incremento de la población del nematodo del quiste de la papa es mayor que uno y se encuentra en un rango de 2.64 a 37.52 veces.

De acuerdo con los resultados, las variedades Bolona, Uvilla, Curipamba, Poluya, Carrizo Cotopaxi, Calvache, Leona Blanca, Milagrosa, Chaucha Colorada, Coneja Negra, Norte Roja, Unknown y I-Gabriela (Testigo), presentan un comportamiento susceptible tolerante al ataque de (*Globodera pallida*) al presentar incrementos mayor a 1 y no ser afectados sus rendimientos.

Por otra parte las variedades Chaucha Amarilla, Coneja Blanca, Rosada, Osito, Leona Negra del Norte, Yema de Huevo, Macholulo, Puca huayco y Violeta, presentan un comportamiento susceptibles no tolerantes y además presentan un incremento mayor a 1, estas han sido afectadas en su rendimiento.

Estos resultados muestran la susceptibilidad al parasitismo de (*Globodera pallida*) se encuentran en todas las variedades analizadas en este ensayo, tomando en cuenta que la variedad testigo (I-Gabriela) tiene un comportamiento susceptible tolerante con lo que se corrobora lo indicado por Revelo.

Mediante estos resultados se concluye y recomienda:

1. Los rendimientos de las papas nativas fueron reducidos considerablemente por la influencia de los nematodos, estableciendo entre

variedades los mejores hospederos como es el caso de la variedad Leona Negra del Carchi.

2. Las variedades de papas nativas tienen un gran potencial genético con niveles de tolerancia al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).
3. De 15 de las 24 variedades de papas que fueron evaluadas presentaron un comportamiento susceptible tolerante al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) con incrementos que van 5.02 a 26.25.
4. Además variedades como Milagrosa, Coneja Negra, Bolona y Poluya presentaron incrementos menores a 7 y comportándose como susceptibles tolerantes al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).
5. Las variedades de papas nativas evaluadas y que presentaron un comportamiento susceptible tolerante con diferentes rangos de incremento permitirá adicionarles al MIN determinando los umbrales de daño de las variedades que presentaron tolerancia.
6. Usar en los programas de mejoramiento de papa del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro papa (PNRT - papa), las variedades Milagrosa, Coneja Negra, bolona y Poluya que mostraron un comportamiento susceptible tolerancia al ataque del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*)
7. Trabajar con Milagrosa, Coneja Negra, Bolona y Poluya que mostraron tolerancia y un menor incremento al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) e integrales dentro del manejo integrado de nematodo (MIN).
8. Considerar a la variedad nativa Leona Negra del Carchi como variedad susceptible no tolerante al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en futuras investigaciones, como referencia.

12. SUMMARY

The cultivation of the potato is one of the most important, since it is source of carbohydrates inside the diet of the Ecuadorians, the consumption per capitals is of 25kg annual, also in the 2006 he/she was considered a sowed surface of 52000ha with a yield average 6.8t/ha these low yields they are influenced by factors biotic and abiotic.

Inside the factors biotic he/she is the nematodes of the potato cyst (*Globodera pallida*) considered as a plague that reduces the yield until in 30% in their first year, they are especially in most of areas mumps in the county of Tungurahua where they meet the biggest infestation levels with populations that overcome the 100 eggs and larva / gram of floor, taking into account that the balance level is of 10 eggs and larva / gram of floor depending the susceptibility of the varieties.

The symptoms that it causes this plague are not easily identified since many times he/she it with the exhaustion of the floors, when presence of the nematode of the cyst of the potato exists (*Globodera pallida*) in the field one can see circular focuses of not well developed and yellow plants in the lots of cultivations.

In this investigation the resistance y/o tolerance of 24 varieties of native potatoes was evaluated to the parasitism of the nematode of the cyst of the potato (*Globodera pallida*) in the hothouse of the Department of Nematologia supported by the same and low attendance of the National Program of Roots and Tubers Item Pope (PNRT-Pope) in the Station Experimental “Santa Catalina” of the National Institute of Agricultural Investigations “INIAP.”

Among the 24 used varieties one worked 20 native varieties (Yema de Huevo, Chaucha Colorada, Coneja Blanca, Coneja Negra, Osito, Chaucha Amarilla, Carrizo Cotopaxi, Chaucha Blanca, Uvilla, Milagrosa, Jubaleña, Rosada, Violeta, Leona Negra del norte, Bolona, Leona Blanca, Calvache, Curipamba, Puca Huayro, Poluya, Unknow Macholulo y Norte roja) and a variety like susceptible witness the I-Gabriela.

The nematode was evaluated by means of two inoculation levels; level 0 (n0) without nematodes and the other level 1 (n1) with nematodes (20 eggs and larva for gram of floor), the extraction of the cysts to be used as inoculate was carried out in the area of Nematologia of the Department of Vegetable Protection, floor was obtained infested by nematodes of the cyst of the potato (*Globodera pallida*), after its extraction you proceeded to gauge the inoculate and it was determined how many eggs and larva had each cyst.

It was used 3.5kg of substrate pasteurized 50% floor it settles (it is the floor that you/they settle in the drainages after a rain), 25% of humus, 25% pomona, in a gavel (he/she is Founded) of 3.5kg, for the yield variables and increment was used Design of Complete Blocks at random with five repetitions and for the variable resistance y/o tolerance to a Design of Divided Parcel where the big parcel was considered the inoculation levels and in the sub parcel the varieties, for the qualification and selection of the varieties the approaches of COOK (were used) in the one that you cannot qualify as resistant-tolerant, resistant tolerant, susceptible tolerant and resistant not tolerant, these comparing the yields and observing that if the increment is bigger to one ($I = P_f/P_i = I > 1 =$ susceptible) they are considered as susceptible.

In the moment of the sidebar of the ten tubers in the gavels at five of these it inoculated them to him (n1), the watering made it to him permanently maintaining the substrate to field capacity, to 45 days after the sidebar was applied a macro fertilization and micro elements in type drench to cover the nutritional requirements of the plant, also the control of plagues and illnesses of he/she only carried out it with contact pesticides to reduce damage to the nematodes and that they are these the only ones that influence in development of the plant.

The evaluated variables were: Yield (Tolerance), I Increase (Resistance), Resistance y/o tolerance and selection.

The opposing results were:

In the variable yield (Tolerance) of the level 0 (n0 = without nematodes), the varieties that presented better answer were Puca Huayro with an average of 0.476

kg/plant, white Doe with 0.408kg/plant and Chaucha Blanca with 0.400Kg/plant, The smallest yields average were of the varieties Calvache, Uvilla and Coneja Negra with yield averages (0.290kg/planta; 0.284kg/planta; 0.260kg/planta) respectively.

In the variable Yield (Tolerance) of the level 1 (n1 = with nematodes 20 eggs and larvas for gram of floor), the varieties that presented better answer were miraculous with an average of 0.354kg/planta, variety black doe with 0.338kg/planta, Bolona, Gabriela, Reed Cotopaxi, Unknown and Uvilla with yields averages of (0.298, 0.298, 0.294, 0.294 and 0.292 kg for plant) respectively, the smallest yields average were of the varieties Macholulo, Jubaleña, Leona Negra del Norte with pesos (0.190kg/planta; 0.186kg/planta; 0.166kg/planta) respectively.

In the variable increment (resistance): When carrying out the analysis nematologico it was determined the increments of the nematode of the cyst of the potato (*Globodera pallida*) like they are shown that the varieties of native potatoes present increments averages, first floor in six varieties that go from 2.64 to 5.32, six varieties with increments high averages with a range of 18.07 at 37.52 and twelve varieties presented an intermediate increment among 7.08 at 16.96.

The varieties Chaucha amarilla with an increment with 2.64, Violeta with 3.88, Milagrosa with 5.02, Coneja Negra with 5.07, Coneja Blanca with 5.20, Poluya with 5.32, presents the low increments, on the contrary of the biggest increments observed in the varieties Leona Negra del Norte with 37.52, Chaucha Roja with 26.25, Uvilla with 22.67, Puca Huaico 20.88, Carrizo Cotopaxi with 19.26 and Gabriela with 18.07 this way corroborating the susceptibility of the variety I-Gabriela that was used as susceptible variety.

In the variable resistance y/o tolerance in a statistical way we can determine that the varieties that presented the best answer were: Milagrosa with 0.37 (n0) and 0.35 (n1) kg/plant and increment of 5.02, Coneja Negra with 0.26 (n0) and 0.22 (n1) kg/plant and increment of 5.07, Poluya 0.31 (n0) and 0.27 (n1) and I increase of 5.32, where the yields statistically are same and the increment is the lowest.

The variety Leona Negra del Norte was the one that presented bigger susceptibility and loss of its yield, showing an increment of 37.52 times and yield losses in 46%.

In the variable Qualification and Selection, according to the postulates of Cook (1974) in the answer of the varieties of native potatoes to the parasitism of (*Globodera pallida*), they are observed that all behave as susceptible because their increment of the population of the nematode of the cyst of the potato is bigger than one and it is in a range from 2.64 to 37.52 times.

In accordance with the results, the varieties Bolona, Uvilla, Curipamba, Poluya, Carrizo Cotopaxi, Calvache, Leona Blanca, Milagrosa, Chaucha Colorada, Coneja Negra, Norte Roja, Unknown y I-Gabriela (Witness), they present a tolerant susceptible behavior to the attack of (*Globodera pallida*) when presenting increments adult at 1 and not to be affected their yields.

On the other hand the varieties Chaucha Amarilla, Coneja Blanca, Rosada, Osito, Leona Negra del Norte, Yema de Huevo, Macholulo, Puca huayco y Violeta, they not present a susceptible behavior tolerant and they also present a bigger increment at 1, these they have been affected in their yield.

These results show the susceptibility to the parasitism of (*Globodera pallida*) they are in all the varieties analyzed in this rehearsal, taking into account that the variety witness (I-Gabriela) he/she has a tolerant susceptible behavior with what that is corroborated indicated for I Reveal.

By means of these results you concludes and it recommends:

1. The yields of the native potatoes were reduced considerably for the influence of the nematodes, settling down among varieties the best heaped like it is the marries of the variety Leona Negra del Carchi.
2. The varieties of native potatoes have to great genetic potential with levels of tolerance to the parasitism of the nematode of the cyst of the potato (*Globodera pallida*).

3. Of 15 of the 24 varieties of potatoes that were evaluated they presented to tolerant susceptible behavior to the nematode of the cyst of the potato (*Globodera pallida*) with increments that 5.02 go at 26.25.
4. Also varieties like Milagrosa, Coneja Negra, Bolona y Poluya presented smaller increments at 7 and behaving as susceptible tolerant to the nematode of the cyst of the potato (*Globodera pallida*).
5. The varieties of evaluated native potatoes and that they presented to tolerant susceptible behavior with different increment ranges it will allow to add the MIN determining the thresholds of damage of the varieties that presented tolerance.
6. To use in the programs of improvement of potato of the National Program of Roots and Tubers item potato (PNRT-papa), the varieties, Milagrosa, Coneja Negra, bolona y Poluya that showed to behavior susceptible tolerance to the attack of the nematode of the cyst of the potato (*Globodera pallida*)
7. To work with Milagrosa, Coneja Negra, Bolona y Poluya that showed tolerance and to smaller increment to the nematode of the cyst of the potato (*Globodera pallida*) and integral inside the integrated handling of nematode (MIN).
8. To not consider to the variety native Leona Negra del Carchi like susceptible variety tolerant to the parasitism of the nematode of the cyst of the potato (*Globodera pallida*) in future investigations, like reference.

13. BIBLIOGRAFÍA

AGRIOS, G. 2002. Fitopatología. Editorial Limusa. 2^{da} ed. México.

ARCE, A. 2002. El cultivo de la patata, 2^{da} ed. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid- España. P: 139- 141.

CANTO M., 1987. Los nematodos de papa. El cultivo de papa con énfasis en producción de semilla, Programa de papa, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Peni, pp. 193- 212.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1983. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa, CIP, Lima, 68p. Control del nematodo quiste de la papa (*Globodera pallida*) 183

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1996. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa, CIP, Lima, 72p. síntomas.

CERÓN C. 2003. Manuel de Botánica, Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador. Herbario “Alfredo Paredes” QAP Universidad Central del Ecuador. Escuela de Biología y Química. P: 84.

COOK, R. 1974. Nature and inheritance of Nematode resistance in cereals. Journal of Nematology. Minnesota, USA. 6:165- 172.

EGUSQUIZA, B. 2000. La papa producción, transformación y comercialización. Lima. p: 186- 189

FRANCO J. 1981 nematodo del quiste de la papa; *Globodera spp.* Boletín de información técnica No. 9. CIP.

FRANCO J., 1984. Importancia y control de los principales nematodos de la papa. Curso sobre producción de papa, Centro Internacional de la Papa, Lima, 21 p.

FRANCO J., 1986. Nematodos del quiste de la papa; *Globodera ssp.* Boletín de Formación técnica, centro Internacional de la Papa, Lima, 21 p.

FRANCO, J.; GONZALES, A.; MATOS, A. 1990. Evaluación de resistencia de la papa al nematodo del quiste *Globodera pallida*. CIP, Lima, Perú. 64 p.

FRANCO, J.; GONZALES, A.; MATOS, A. 1993. Manejo integrado del nematodo quiste de la papa. Cip y PROIMPA, Lima, Perú. 175 p.

GONZALES, A.; FRANCO, J. 1993. Técnicas y métodos para el nematodo quiste de la papa *Globodera ssp.* CIP y PROIMPA, Lima, Perú. 100p.

INIAP. 1986. Memorias del IV Curso sobre tecnología del cultivo y manejo de semilla de papa. Quito- Ecuador.

AUTOR CORPORATIVO Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Est. Exp. Santa Catalina. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, rubro papa; Título Principal Validación de alternativas para estructurar un sistema de control integrado del nematodo del quiste de la papa, Paginas, pp. 38-40; Informe Técnico Anual - INIAP (Ecuador). Año 1995.

NICKS, R. 2004. Curso sobre mejoramiento para resistencia a enfermedades y plagas. Daniel, D ed. 3^{ra} ed. PREDUZA. Quito – Ecuador. 216p.

POLCI, P. y FRIEDRICH, P. sf. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal.

PUMISACHO M. Y SHERWOOD S. (2002) El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito – Ecuador. Pg. 119-124

REVELO, J. 1985. Resumen de los progresos de investigación en el nematodo del quiste de la papa *Globodera sp.* En Ecuador. En: Investigaciones Nematológicas en Programas Latinoamericanos de papa. Volumen I. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 133 p.

REVELO, J. 1984. Dinámica poblacional de *Globodera pallida* (Stone, 1972) y combate mediante manejo integrado de la población en el Ecuador. En: Memorias de la XII reunión de la Asociación Latinoamericana de Papa. Papa- Boyaca- Colombia. Pp. 461 – 472.

REVELO, J. 2003. Manejo Integrado de nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Ecuador. En:XXXV Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópica Americanos. Guayaquil – Ecuador. Pp. 27 – 28.

<http://magallanes.sag.gob.cl/globodera.htm> 11- 07 – 2009.

<http://www.fao.com> 19- 07 – 2009.

<http://www.sica.com> 22- 08 – 2009.

14. ANEXO

Anexo 1. Hoja de registro de rendimiento de las 24 variedades no inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

VARIEDADES	REPETICIONES					TOTAL (kg)	PROMEDIO (kg/planta)
	I	II	III	IV	V	VARIEDADES	VARIEDADES
Puca Huayro	0.60	0.54	0.39	0.36	0.49	2.38	0.476
Coneja Blanca	0.37	0.45	0.33	0.55	0.34	2.04	0.408
Chaucha Blanca	0.32	0.49	0.22	0.48	0.49	2.00	0.400
Violeta	0.52	0.45	0.42	0.37	0.22	1.98	0.396
Gabriela *	0.41	0.29	0.40	0.39	0.44	1.93	0.386
Osito	0.35	0.38	0.40	0.34	0.41	1.88	0.376
Carrizo Cotopaxi	0.31	0.42	0.35	0.49	0.31	1.88	0.376
Rosada	0.33	0.45	0.36	0.36	0.37	1.87	0.374
Milagrosa	0.38	0.34	0.47	0.40	0.27	1.86	0.372
Yema De Huevo	0.34	0.47	0.42	0.22	0.41	1.86	0.372
Leona Negra Norte	0.34	0.33	0.48	0.34	0.36	1.85	0.370
Norte Roja	0.46	0.34	0.26	0.43	0.35	1.84	0.368
Unknown	0.38	0.42	0.30	0.29	0.42	1.81	0.362
Curipamba	0.22	0.20	0.42	0.40	0.42	1.66	0.332
Bolona	0.47	0.30	0.30	0.27	0.28	1.62	0.324
Chaucha Amarilla	0.33	0.29	0.28	0.28	0.39	1.57	0.314
Poluya	0.34	0.37	0.14	0.35	0.36	1.56	0.312
Chaucha Colorada	0.28	0.29	0.36	0.32	0.26	1.51	0.302
Macholulo	0.28	0.29	0.32	0.31	0.29	1.49	0.298
Jubaleña	0.26	0.33	0.26	0.30	0.31	1.46	0.292
Leona blanca	0.26	0.30	0.30	0.34	0.26	1.46	0.292
Calvache	0.26	0.35	0.15	0.29	0.40	1.45	0.290
Uvilla	0.31	0.37	0.32	0.14	0.28	1.42	0.284
Coneja Negra	0.34	0.34	0.18	0.17	0.27	1.30	0.260

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

Anexo 2. Hoja de registro de rendimiento de las 24 variedades inoculadas en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en Cutuglahua, Pichincha 2009.

VARIEDADES	REPETICIONES					TOTAL (kg)	PROMEDIO (kg/planta)
	I	II	III	IV	V	VARIEDADES	VARIEDADES
Milagrosa	0.39	0.34	0.25	0.31	0.48	1.77	0.354
Coneja Blanca	0.31	0.36	0.31	0.41	0.3	1.69	0.338
Bolona	0.25	0.32	0.32	0.24	0.36	1.49	0.298
Gabriela *	0.26	0.33	0.24	0.32	0.34	1.49	0.298
Carrizo Cotopaxi	0.27	0.31	0.25	0.3	0.34	1.47	0.294
Unknown	0.22	0.42	0.28	0.25	0.3	1.47	0.294
Uvilla	0.24	0.27	0.26	0.3	0.39	1.46	0.292
Puca Huayco	0.36	0.31	0.28	0.2	0.28	1.43	0.286
Norte Roja	0.28	0.26	0.28	0.3	0.27	1.39	0.278
Poluya	0.22	0.3	0.29	0.28	0.26	1.35	0.270
Violeta	0.26	0.25	0.28	0.28	0.27	1.34	0.268
Osito	0.19	0.31	0.28	0.31	0.24	1.33	0.266
Chaucha Blanca	0.25	0.17	0.33	0.24	0.3	1.29	0.258
Chaucha Colorada	0.2	0.25	0.34	0.21	0.25	1.25	0.250
Rosada	0.26	0.26	0.14	0.26	0.32	1.24	0.248
Leona blanca	0.27	0.25	0.21	0.22	0.29	1.24	0.248
Curipamba	0.26	0.3	0.2	0.26	0.17	1.19	0.238
Chaucha Amarilla	0.23	0.23	0.24	0.24	0.23	1.17	0.234
Yema De Huevo	0.14	0.25	0.28	0.22	0.23	1.12	0.224
Coneja Negra	0.26	0.22	0.18	0.22	0.2	1.08	0.216
Calvache	0.22	0.21	0.15	0.24	0.24	1.06	0.212
Macholulo	0.16	0.15	0.22	0.23	0.19	0.95	0.190
Jubaleña	0.15	0.22	0.2	0.23	0.13	0.93	0.186
Leona Negra Norte	0.17	0.23	0.21	0.1	0.12	0.83	0.166

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

Anexo 3. Hoja de registro del incremento de la población del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en la evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas a su parasitismo en Cutuglahua, Pichincha 2009.

Tratamientos	Población final (Pf) en huevos y larvas/gramo de suelo						Población Inicial (Pi) (h y l/gr de suelo)	Incremento (I = PFPi)						Incremento	
	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio		R1	R2	R3	R4	R5	Total	Promedio	
Leona Negra Norte	1090.00	1124.60	655.00	186.70	695.70	750.40	20.00	54.50	56.23	32.75	9.34	34.79	187.60	37.52	
Chaucha Colorada	198.70	210.30	701.00	829.70	685.70	525.08	20.00	9.94	10.52	35.05	41.49	34.29	131.27	26.25	
Uvilla	510.30	641.00	439.00	273.00	403.30	453.32	20.00	25.52	32.05	21.95	13.65	20.17	113.33	22.67	
Puca Huayro	389.70	705.30	468.30	263.30	261.00	417.52	20.00	19.49	35.27	23.42	13.17	13.05	104.38	20.88	
Carizo Cotopaxi	304.00	377.70	552.30	440.00	251.70	385.14	20.00	15.20	18.89	27.62	22.00	12.59	96.29	19.26	
Gabriela (Testigo)	638.00	196.10	492.00	263.70	217.00	361.36	20.00	31.90	9.81	24.60	13.19	10.85	90.34	18.07	
Norte Roja	240.70	166.70	256.30	659.70	372.30	339.14	20.00	12.04	8.34	12.82	32.99	18.62	84.79	16.96	
Calvache	313.70	213.30	365.00	380.30	366.00	327.66	20.00	15.69	10.67	18.25	19.02	18.30	81.92	16.38	
Jubaleña	187.30	359.70	507.30	266.30	303.30	324.78	20.00	9.37	17.99	25.37	13.32	15.17	81.20	16.24	
Leona blanca	412.30	372.00	219.00	262.00	297.70	312.60	20.00	20.62	18.60	10.95	13.10	14.89	78.15	15.63	
Yema De Huevo	281.70	219.00	94.30	560.00	393.70	309.74	20.00	14.09	10.95	4.72	28.00	19.69	77.44	15.49	
Machohulo	302.00	153.00	284.30	520.70	152.30	282.46	20.00	15.10	7.65	14.22	26.04	7.62	70.62	14.12	
Osito	403.70	235.70	257.00	192.00	182.30	254.14	20.00	20.19	11.79	12.85	9.60	9.12	63.54	12.71	
Curipamba	173.00	249.30	289.00	101.70	152.00	193.00	20.00	8.65	12.47	14.45	5.09	7.60	48.25	9.65	
Unknow	120.30	211.30	233.70	138.30	198.30	180.38	20.00	6.02	10.57	11.69	6.92	9.92	45.10	9.02	
Rosada	153.30	263.70	185.70	134.30	163.70	180.14	20.00	7.67	13.19	9.29	6.72	8.19	45.04	9.01	
Chaucha Blanca	73.30	133.30	100.70	191.70	234.70	146.74	20.00	3.67	6.67	5.04	9.59	11.74	36.69	7.34	
Bolona	81.30	222.00	145.00	3.70	256.30	141.66	20.00	4.07	11.10	7.25	0.19	12.82	35.42	7.08	
Potuya	104.30	132.70	87.30	84.00	123.70	106.40	20.00	5.22	6.64	4.37	4.20	6.19	26.60	5.32	
Coneja Blanca	32.30	143.00	75.70	176.30	92.30	103.92	20.00	1.62	7.15	3.79	8.82	4.62	25.98	5.20	
Coneja Negra	156.30	127.30	66.00	82.00	75.30	101.38	20.00	7.82	6.37	3.30	4.10	3.77	25.35	5.07	
Milagrosa	39.70	35.00	57.00	200.30	169.70	100.34	20.00	1.99	1.75	2.85	10.02	8.49	25.09	5.02	
Violeta	75.30	50.00	61.30	124.00	77.00	77.52	20.00	3.77	2.50	3.07	6.20	3.85	19.38	3.88	
Chaucha Amarilla	3.30	96.30	38.70	80.00	45.30	52.72	20.00	0.17	4.82	1.94	4.00	2.27	13.18	2.64	

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

*Testigo susceptible

Anexo 4. ÁLBUM DE FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 1. Lavando el suelo en elutriador de fenwick



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 2. Material grueso del suelo que queda en el primer tamiz del elutriador de fenwick



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 3. Proceso de lavado del suelo terminado y recolección del material flotante en un tamiz de 200 micras.



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 4. Extracción de los quistes del material flotante con la ayuda de un estereoscopio microscopio.



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 5. Llenado de fundas con sustrato pasterizado.



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 6. Inoculación y siembra



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 7. Vista del a las 15 días después de la siembra.



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 8. Riego a las variedades inoculadas con agua desclorada.



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 9. Monitoreo y revisión de las plantas.



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 10. Vista del ensayo a los 95 días después de la siembra.



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 11. Vista del ensayo a los 115 días después de la siembra.



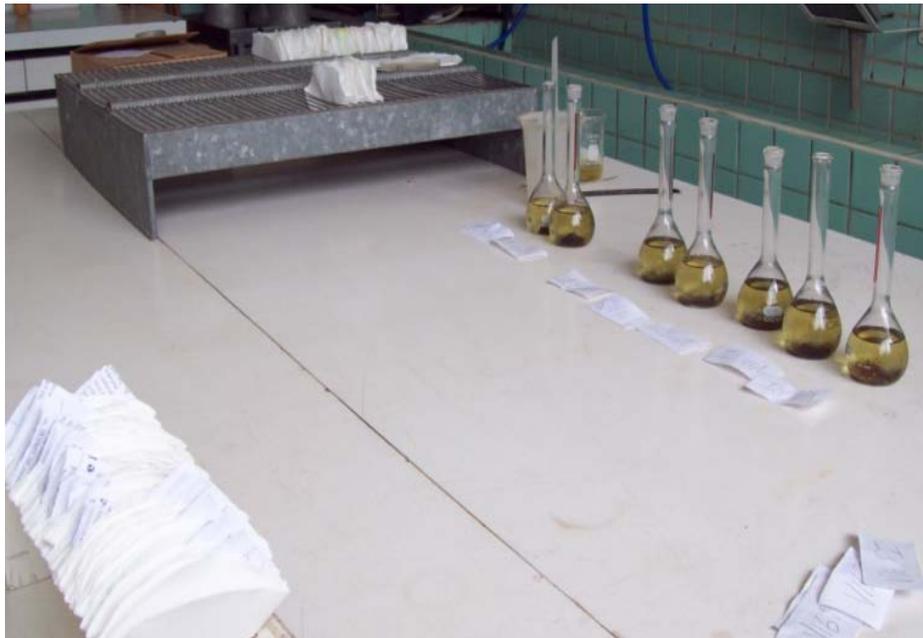
Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 12. Vista de los tubérculos comparando el rendimiento de plantas inoculada (n1) vs no inoculada (n0) de la variedad Leona Negra del Norte.



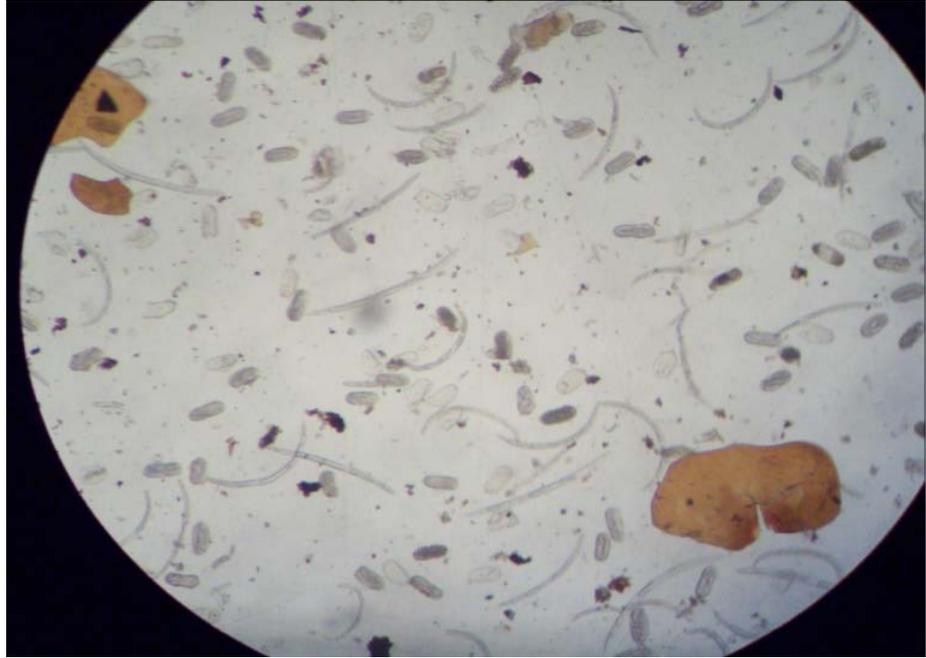
Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 13. Presencia de quistes en el tubérculo.



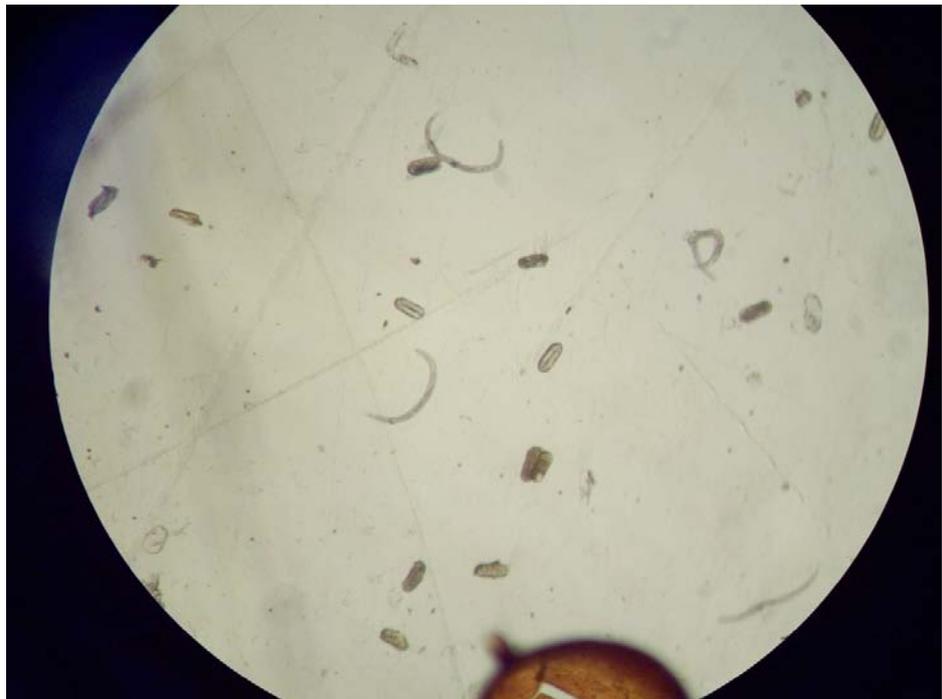
Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 14. Proceso de acetonado.



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 15. Vista de con ayuda de un microscopio poblaciones altas de huevos y larvas de *Globodera pallida*.



Fuente: La investigación
Coleccionada por: El Autor

Foto 16. Vista de con ayuda de un microscopio poblaciones bajas de huevos y larvas de *Globodera pallida*.