



JOURNAL OF THE
Selva Andina
Biosphere.
Official Journal of the Selva Andina Research Society.

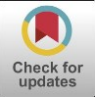
Journal of the Selva Andina Biosphere
ISSN: 2308-3867
directoreditorbiosphere@gmail.com
Selva Andina Research Society
Bolivia

Allcahuamán-Bedrilla, Roly; Ochoa-Yupanqui, Walter Wilfredo
Respuesta nematológica y agronómica de diez clones de
Solanum tuberosum "papa" a *Globodera pallida* Stone
Journal of the Selva Andina Biosphere, vol. 7, núm. 2, 2019, pp. 100-108
Selva Andina Research Society
Bolivia

DOI: <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2019.070200100>

- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org





Respuesta nematológica y agronómica de diez clones de *Solanum tuberosum* “papa”

a *Globodera pallida* Stone

Nematological and agronomic response of ten clones of *Solanum tuberosum* "potato"

to *Globodera pallida* Stone

Allcahuamán-Bedrillana Roly, Ochoa-Yupanqui Walter Wilfredo*

Datos del Artículo

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
Facultad de Ciencias Biológicas.
Portal Independencia No. 57.
Huamanga-Ayacucho-Perú.
Tel: (066)312510-(066)312230.
(066) 984993881.
(066) 966881161- (066)526011.

***Dirección de contacto:**

Walter Wilfredo Ochoa-Yupanqui
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
Facultad de Ciencias Biológicas.
Portal Independencia No. 57.
Huamanga-Ayacucho-Perú.

Tel: (066) 966881161- (066)526011.
E-mail: wwalter8a@hotmail.com

Palabras clave:

Rendimiento,
tolerancia,
resistencia,
susceptibilidad,
Globodera pallida,
Solanum tuberosum,
NQP,
UNSCH.

***J Selva Andina Biosph.*
2019; 7(2):100-108.**

Historial del artículo.

Recibido mayo, 2019.
Devuelto agosto 2019
Aceptado septiembre, 2019.
Disponible en línea, noviembre 2019.

**Editado por:
*Selva Andina
Research Society***

Key words:

Performance,
tolerance,
resistance,
susceptibility,
Globodera pallida,
Solanum tuberosum,
NQP,
UNSCH.

Resumen

La investigación se realizó con los objetivos de evaluar la población final, de *G. pallida*, evaluar el rendimiento, resistencia, tolerancia y susceptibilidad de diez clones de *S. tuberosum* y seleccionar los clones según los criterios de Cook, se emplearon 10 variedades de papa cultivadas resistentes y tolerantes al *G. pallida*, obtenidas del Banco Nacional de Germoplasma del INIA-Ayacucho, los quistes de *G. pallida* se obtuvieron del laboratorio de Nematología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNSCH, cada unidad experimental tuvo 0.4 kg/maceta de un sustrato con 1 tubérculo de cada clon, la inoculación y siembra se hizo con 08 tubérculos/semilla de 15 g, sembrando un tubérculo por maceta, 4 sin inóculo (n0) y 4 con inóculo (n1). La población final de *G. pallida* fue baja en los clones 5 y 6; alta en los clones 8 y 10. Los clones inoculados (n1) presentaron 5.56 % menos rendimiento que los no inoculados (n0), el clon 6 muestra mayor diferencia en el rendimiento (18.25%), demostrando que es No tolerante al *G. pallida*, los demás clones son tolerantes. Todos los clones son susceptibles con tres rangos de “I”. Según los criterios de Cook, el clon 6 es no tolerante y susceptible.

© 2019. Journal of the Selva Andina Biosphere. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

The research was carried out with the objectives of evaluating the final population of *G. pallida*; To evaluate the performance, resistance, tolerance and susceptibility of ten clones of *S. tuberosum* and select the clones according to Cook's criteria, 10 varieties of cultivated potato resistant and tolerant to *G. pallida* were used, obtained from the National Germplasm Bank of INIA- Ayacucho, *G. pallida* cysts were obtained from the Nematology laboratory of the Faculty of Biological Sciences of the UNSCH, each experimental unit had 0.4 kg / pot of a substrate with 1 tuber from each clone, inoculation and seeding was done with 08 tubers / 15 g seed, sowing one tuber per pot, 4 without inoculum (n0) and 4 with inoculum (n1). The final population of *G. pallida* was low in clones 5 and 6; high in clones 8 and 10. Inoculated clones (n1) showed 5.56% less yield than non-inoculated (n0), clone 6 shows a greater difference in yield (18.25%), demonstrating that it is not tolerant to *G. pallida*, the other clones are tolerant. All clones are susceptible with three “I” ranges. According to Cook's criteria, clone 6 is non-tolerant and susceptible.

© 2019. Journal of the Selva Andina Biosphere. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

El cultivo de papa representa una actividad agrícola de mayor importancia en el Perú, principalmente en la Sierra, base de la alimentación rural y urbana, por su contenido de hidratos de carbono, vitaminas y minerales.¹ En el Perú, de acuerdo a cifras del Ministerio de Agricultura y Riego se siembra alrededor de 1 443 000 ha, siendo el 60% destinada al autoconsumo en un sistema de agricultura de subsistencia², siendo susceptible al ataque de nematodos fitoparásitos, que en ocasiones causan considerables pérdidas económicas, en especial los que forman quistes como *Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis*.^{2,3} Entre estos factores limitantes, *G. pallida* considerada plaga de importancia en la región andina, por los daños directos e indirectos que ocasiona a este cultivo, como en rendimientos, pueden llegar de 13 a 58% de producción total.³ Los daños directos se relacionan con la interferencia de actividad fisiológica de la raíz, que trae consigo reducción del rendimiento y calidad de tubérculos, los indirectos se refieren a la interacción con otros patógenos del suelo. Las pérdidas que ocasiona el nematodo quiste de la papa (NQP), son difíciles de estimar, variando según el grado de infestación del terreno y su población.⁴ Su importancia económica cada vez mayor por la dificultad que ocasiona su control. Además, su gran capacidad de resistencia a condiciones adversas, los huevos de *G. pallida*, pueden permanecer viables por muchos años, siendo protegidos por su quiste.⁵ Los NQP están ocasionando pérdidas en la producción de papa en zonas andina del Perú generando grandes pérdidas económicas y alimenticias para la población que se sustenta con este cultivo.⁶ Los objetivos del presente trabajo fueron: i) evaluar la población final de *G. pallida*, ii) evaluar el rendimiento, resistencia, tolerancia y susceptibilidad de diez clones de *S. tuberosum*

sum y iii) seleccionar los clones según los criterios de Cook.

Materiales y métodos

La investigación se realizó de enero a junio 2018 en el invernadero del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). EE-Canaán, ubicado en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, entre las coordenadas geográficas 74°12'24.49" longitud oeste, 13°09'53.08" latitud sur, a una altitud de 2739 msnm, con una temperatura máxima promedio de 18 °C, temperatura mínima promedio de 10 °C, humedad relativa de 70 a 90 %, pH entre 6.5-7.5. Se ha seguido la metodología propuesta por Mejía Navarro & Valverde Pérez⁷, complementado con Franco⁸. La unidad experimental (UE) estuvo constituida por una maceta empleando 0.4 kg/maceta de un sustrato compuesto esterilizado (40 % arena fina y 60 % suelo negro) y un tubérculo sembrado, empleando un área total del ensayo de 6 m², siendo la distancia entre UE de 10 x 10 cm, se trabajó con diez clones de *S. tuberosum* cultivadas comercialmente, reconocidas por sus resistencia y tolerancia a *G. pallida*, siendo el testigo resistente la variedad "maría huanca" y testigo tolerante la variedad "yungay". Los quistes de *G. pallida* se obtuvieron del laboratorio de Nematología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCB), procedentes de campos recién cosechados de *S. tuberosum* del fundo experimental Allpachaca-Chiara.

Para la prueba de viabilidad total (VT) del inóculo se tomaron al azar 20 quistes de *G. pallida* Stone, calculándose con la siguiente fórmula.⁷⁻⁹

$$VT = \frac{X \cdot \text{Vol. agua total}}{q}$$

Dónde:

VT= Viabilidad total

X= promedio de huevos y estados juveniles de 4 alicuotas

q= n° de quistes triturados

La Viabilidad Infecciosa (VI) es el 60 a 70% de la viabilidad total.⁶

La inoculación se hizo con cada clon de papa (08 tubérculos/semilla de 15 g), sembrando un tubérculo por maceta, 4 sin inóculo (n0) y 4 con inóculo (n1).^{6,7}

Para el estudio de respuesta nematológica (RN), la evaluación de población final de *G. pallida*, siguiendo el procedimiento recomendado por Franco⁸, previa homogenización del suelo de cada UE pre inoculada, se tomó todo el sustrato de la maceta procediéndose a extraer los quistes de *G. pallida*.

El estudio de respuesta agronómica (RA) se realizó la evaluación del rendimiento del clon de *S. tuberosum* a la madurez fisiológica^{7,8}, los tubérculos se separaron de la maceta registrando el peso en g/planta y el N° de tubérculos/planta.

El rendimiento de g/planta (RGP) se determinó en porcentaje para fijar las diferencias existentes entre los clones de *S. tuberosum* n1 con quistes de *G. pallida* y los n0.^{7,8}

Referente al estudio de tolerancia y resistencia.⁸⁻¹⁰

La confiabilidad de resultados se comprobó por la relación incremento de la población (Pf/Pi>1) del testigo tolerante (“yungay”).

Para evaluar la resistencia se utilizó la tasa de incremento (I) de la población del NQP.⁹⁻¹¹

$$I = Pf/Pi$$

Dónde:

I = Tasa de incremento de la población de *Globodera pallida* Stone.

Pi = población inicial de quistes de *Globodera pallida*.

Pf = población final de quistes de *Globodera pallida*

I<1 resistentes, ≥1 susceptibles. La confiabilidad de los datos se comprobó por la tasa de incremento de la población (Pf/Pi<1) de *G. pallida* en el testigo resistente.

El análisis estadístico se basa en diversas investiga-

ciones^{7,9,10} también recomendados por Franco⁸, empleando el análisis de varianza unifactorial al 5% para evaluar las diferencias entre los clones, las diferencias significativas se reportaron con *HSD Tukey* al 5%. La selección de clones de *S. tuberosum* en base a su respuesta nematológica y agronómica (RNA) se realizó según los criterios de Cook.¹³

Resultados

Figura 1 Valores promedio del N° de quistes/planta de *Globodera pallida* como respuesta nematológica de diez clones de *Solanum tuberosum*

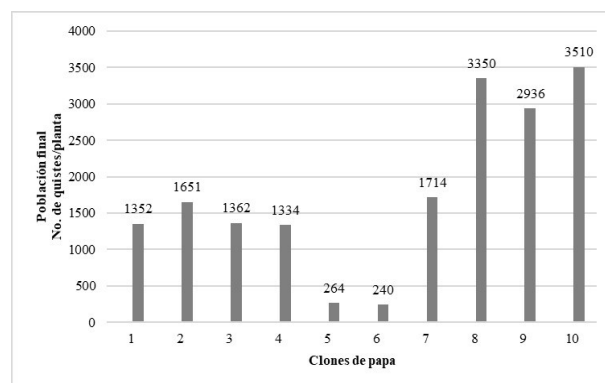
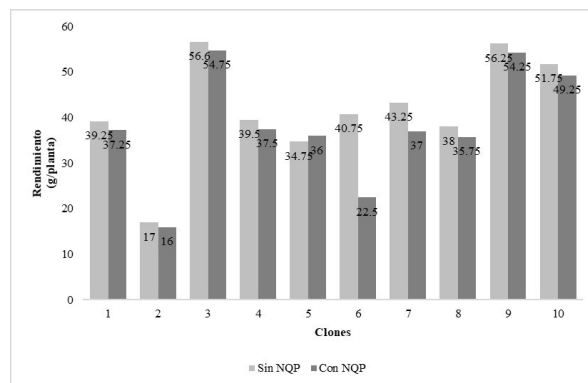


Figura 2 Valores promedio del rendimiento (g/planta), de los clones de *Solanum tuberosum* inoculados y no inoculados con *Globodera pallida*



Discusión

La papa, y en particular sus variedades nativas altoandinas, son centrales de la economía familiar y

nacional en Bolivia, Ecuador y Perú¹⁴, los nematodos son fitosanitariamente importantes por su virulencia, lo que los considera plaga cuarentenaria.¹⁰

La cuarentena o presencia de la plaga en los campos de cultivo provocan grandes pérdidas para los productores de semilla de papa.³ Se ha determinado diferencias en la población final de *G. pallida* (figura 1), los clones 5 y 6 presentaron poblaciones finales bajas con 264 y 240 quistes, los clones 8 y 10 presentaron poblaciones más altas, 3350 y 3510 quistes, mientras los demás clones presentaron alta población final del NQP que aumentaron desde 1334 hasta 2936 quistes respectivamente, respaldado por Carreño-Fernández¹⁵, quien afirma que las diferentes variedades expresan genes que ejercen diversas respuestas, en especial en el estadio juvenil infectivo (J2). Aunque la población de nematodos no se incrementa tan rápidamente como sucede con hongos o bacterias patógenas de la papa, una vez que se encuentran bien establecidos en áreas de

cultivo, debido a su alta capacidad de reproducción, sobrevivencia de 20 años en el suelo en ausencia de hospedero y su fácil diseminación a través del suelo adherido en implementos agrícolas y material propagativo⁶, aún con la tecnología moderna, son imposibles de erradicar⁷, afectando significativamente el potencial de rendimiento.¹²

Figura 3 Valores promedio del rendimiento (Nº de tubérculos/planta) de los clones de *Solanum tuberosum* inoculados y no inoculados con *Globodera pallida*

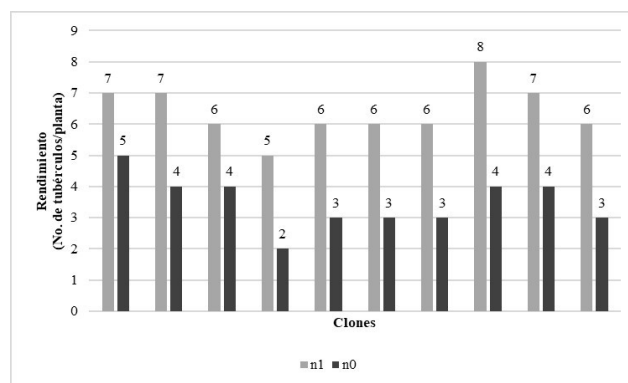


Tabla 1 Clasificación de tolerancia con la prueba de t de Student al 5% de diez clones de *Solanum tuberosum* a *Globodera pallida*

Clones	Código	Rendimiento (g/planta)	Rendimiento (g/planta)	Prueba “t” de Student al 5% p-valor	Calificación parcial
		n0	n1		
C1	284.14	39.25	37.25	0.82 ^{ns}	Tolerante
C2	281.39	17.00	16.00	0.69 ^{ns}	Tolerante
C3	282.32	56.50	54.75	0.89 ^{ns}	Tolerante
C4	4	39.50	37.5	0.65 ^{ns}	Tolerante
C5	217.18	34.75	36.00	0.89 ^{ns}	Tolerante
C6	306.31	40.75	22.5	0.02*	No tolerante
C7	302.34	43.25	37.00	0.68 ^{ns}	Tolerante
C8	282.27	38.00	35.75	0.85 ^{ns}	Tolerante
C9	3451.12	56.25	54.25	0.92 ^{ns}	Tolerante
C10	302.35	51.75	49.25	0.71 ^{ns}	Tolerante

*<0.05 = Significancia ns>0.05= No significancia n0 = sin inoculo n1 = con inoculo

La mayoría de los clones que recibieron inóculo demuestran menor rendimiento (g/planta), expresando que afecta en el rendimiento y la calidad de los tubérculos^{3,7-9}, el promedio general de rendimiento (g/planta) corresponde a los clones n1, un

5.56 % menos que en los clones n0. El clon 6 presenta mayor rendimiento, con 18.25% de diferencia entre el clon sin NQP y con NQP en comparación con los demás clones (Figura 2).

Tabla 2 Clasificación de resistencia con la tasa de incremento de la población de *Globodera pallida* propuesta por Seinhorst¹¹, de diez clones de *Solanum tuberosum*

Clones	Código	Pf	Pi	I=Pf/Pi	Clasificación
		Promedio Q/clones	Promedio Q/clones		
C1	284.14	1352	20	67.6	Susceptible
C2	281.39	1651	20	82.6	Susceptible
C3	282.32	1362	20	68.1	Susceptible
C4	4	1334	20	66.7	Susceptible
C5	217.18	264	20	13.2	Susceptible
C6	306.31	240	20	12.0	Susceptible
C7	302.34	1714	20	85.7	Susceptible
C8	282.27	3350	20	167.5	Susceptible
C9	3451.1219	2936	20	146.8	Susceptible
C10	302.35	3510	20	175.5	Susceptible

I= Tasa de incremento de la población del "NQP" propuesta por Seinhorst.¹¹
 (Pf / Pi) < 1 = resistentes (Pf / Pi) ≥ 1 = susceptibles

Tabla 3 Clasificación y selección de clones de *Solanum tuberosum* al *Globodera pallida* en invernadero de acuerdo a los criterios de Cook¹³

Clones	Código	Clasificación de resistencia		Clasificación de tolerancia		Clasificación final
		I=Pf/Pi		t de student al 5%		
		I ≤ 1	I > 1	RdPn1 ≥ RdPn0	RdPn1 < RdPn0	
C1	284.14		Susceptible	Tolerante		Susceptible tolerante
C2	281.39		Susceptible	Tolerante		Susceptible tolerante
C3	282.32		Susceptible	Tolerante		Susceptible tolerante
C4	4		Susceptible	Tolerante		Susceptible tolerante
C5	217.18		Susceptible	Tolerante		Susceptible tolerante
C6	306.31		Susceptible		No tolerante	Susceptible no tolerante
C7	302.34		Susceptible	Tolerante		Susceptible tolerante
C8	282.27		Susceptible	Tolerante		Susceptible tolerante
C9	3451.1		Susceptible	Tolerante		Susceptible tolerante
C10	302.35		Susceptible	Tolerante		Susceptible tolerante

Esta diferencia se debe a los daños directos de *G. pallida* relacionados con la interferencia de actividad fisiológica de raíz de papa, ocasionando reducción del rendimiento y calidad de tubérculos.^{6,9,12} Las pérdidas que ocasiona el NQP son difíciles de estimar y frecuentemente varían con el grado de infestación del terreno y la población del nematodo, la presencia de poblaciones altas afecta significativamente su rendimiento¹², lo que explica el mayor rendimiento del clon 6 que presentó poblaciones bajas del NQP. Generalmente se considera que los

daños en rendimientos del tubérculo de papa pueden ser del 13% al 58 % de la producción total.⁸

Respecto al rendimiento según el número de tubérculos por planta, los clones inoculados presentaron mayor cantidad de tubérculos frente a los no inoculados 30.07% según la prueba "t" de Student al 5%. El clon 8 inoculado presentó mayor cantidad de tubérculos en relación a los demás clones, el clon 4 presenta mayor diferencia (42.86%) entre n1 y n0 (figura 3). Esta diferencia se debe a la baja relación tallo/raíz en las accesiones afectadas por el nematodo, hay mayor cantidad de raíces potenciales para

tuberizar y ser colonizadas por el NQP, produciendo también la tolerancia de los cultivares, situación que concuerda con Volcy¹⁶ quien afirma que la reducción de las plantas infectadas por NQP resulta de variados efectos sobre su fisiología, las plantas exponen una baja relación tallo/raíz ya que los fotosintatos son desviados hacia el desarrollo de las raíces y no del tallo, lo cual produce más tubérculos pero de menor tamaño, puede deberse también a la producción de metabolitos secundarios que afectan el crecimiento y desarrollo como respuesta al ataque de *G. pallida*.³ Este rendimiento diferenciado puede indicar la existencia de grupos locales de variedades semisilvestres, nativas y mejoradas.¹⁸

La infección disminuye también el contenido de potasio, fósforo y magnesio, aumenta la absorción de calcio alterando el balance K/Ca.¹⁹ Por consiguiente el retraso en el crecimiento provocando pérdidas: en primer lugar, pocos tubérculos se desarrollan y en segundo lugar la reducción del periodo de crecimiento por el retraso en el crecimiento inicial, rápida senescencia de la planta causada por la poca interceptación luminosa al poseer reducida área foliar. Por último, *G. pallida* tiene interacciones con otros patógenos, principalmente hongos de las especies *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani*, bacterias como *Pseudomonas solanacearum* y otros, se trata de “asociaciones” o “complejos”, los daños producidos son más graves que los ocasionados por cada patógeno por separado.¹² Por ello, para controlar las poblaciones se recomienda realizar rotación con cereales como *Avena sativa*. La alternancia o cambio de cultivo induce o elimina otras plantas por un efecto alelopático, se produce uno o más compuestos bioquímicos que influyen en el crecimiento y supervivencia de otros organismos.³

La clasificación de tolerancia con la prueba “t” de Student al 5% confirma que el clon 6 es no tolerante al NQP (tabla 1), esta presenta una significancia

menor a 0.05 que indica No tolerante al *G. pallida* es decir, presentó una reducción significativa en el rendimiento (g/planta) de clones inoculados (n1) respecto a los no inoculados (n0), cuando las densidades son altas (18h y l/g de suelo), ocasionando reducción de masa radicular y por ende disminución en el rendimiento (g/planta) del cultivo.^{3,7} Los demás clones son tolerantes al NQP concordando con el testigo tolerante “yungay”.

Se ha reportado que las variedades peruanas mejoradas “yungay” y “revolución” son tolerantes a *G. pallida*, aunque los tubérculos estaban afectados con el nematodo, no se afectó el rendimiento e incluso aumentó la producción, denominándose tolerantes.^{7,9} Cuanto mayor sea el nivel de tolerancia, mayor será la multiplicación de los nematodos. Por tanto, la resistencia a la *G. pallida* es necesaria para prevenir la acumulación de los niveles de población hasta tal punto que la tolerancia también falla⁷, la mayor cantidad de raíces formadas por efecto de la colonización del nematodo sumado a la tolerancia de los cultivares, produce raíces potenciales para tuberizar.¹⁶ El daño causado por este patógeno se relaciona con el número de huevos por unidad de suelo y se refleja en el peso del tubérculo producido, dando como resultado un menor rendimiento de la planta.¹⁹

El incremento de la población inicial nos demuestra que todos los clones son susceptibles (tabla 2), la tasa de incremento de la población del NQP propuesto por Seinhorst nos señala, 3 grupos con diferencias significativas, el grupo 1 representa a los clones 5 y 6 con menor incremento de población NQP, considerados la respuesta deseada, el grupo 2, con incremento medio de NQP y el grupo 3 donde se ubicaron a los clones 8, 9 y 10 por presentar mayor incremento de la población del NQP y por ello pueden ser utilizados como testigo referencial de la susceptibilidad en una investigación posterior, en

especial considerando que los nematodos penetran a las variedades susceptibles y resistentes en la misma medida.¹⁵

Según los criterios de Cook¹³ (tabla 3), el clon 6 es susceptible no tolerante, por lo que se descarta para su uso en próximas investigaciones en la mejora de genotipos para resistencia al NQP. Los otros clones son susceptibles tolerantes, de alguna manera minimizan el incremento de la población del NQP, no hace efecto en el rendimiento de estos clones, pudiendo ser potencialmente importantes para futuros proyectos de fitomejoramiento así como programas de Manejo Integrado del NQP.^{6,9}

En Perú la variedad “maría huanca”, está catalogada como resistente al NQP empleándose en diversas pruebas para confirmar su resistencia en condiciones de campo, que podría estar mediada por una acumulación de glicoalcaloides tóxicos para el NQP producido por la raíz¹⁵, debido posiblemente a que existe diferenciación genética moderada entre poblaciones¹⁸, confirmando que se producen respuestas genéticas que posee la planta frente a patógenos: enzimas y proteínas relacionadas a la formación de la pared celular, rutas metabólicas de hormonas vegetales, proteínas y factores de transcripción que participan en cascadas de señalización involucradas en la expresión de los genes de defensa y los genes R.^{15,19} Con los cultivares resistentes se busca evitar las pérdidas y disminuir la población del nematodo, lo que en muchos casos equivale a 5 a 7 años de rotación.¹⁶ Se recomienda realizar un manejo técnico y capacitación oportuna para el uso de las variedades Resistentes, Tolerantes y Resistentes-Tolerantes dirigida a los agricultores y no se produzca un mal manejo e incremente la presión de selección del NQP y pierda estas características.

El uso de variedades resistentes es, sin duda, el método de control más efectivo, sin embargo, al existir 6 patotipos de *G. pallida* esta medida puede presentar limitaciones. Aun conociendo la raza presente, el

uso de variedades resistentes debe ser cuidadoso ya que generalmente en un campo infestado coexisten más de una raza (además de que pueden estar presentes las dos especies de *Globodera* spp.), una domina sobre las otras de tal forma que no todas son detectadas⁸, también se sugiere que en el manejo del cultivo de papa, se deben eliminar los remanentes o residuos de tubérculos después de la cosecha, ya que estos son una fuente de inóculo en la reproducción de plagas y enfermedades.^{3,17}

Según Franco⁸, los NQP causan daños que a menudo pasan inadvertidos, muchas veces sus niveles de población están enmascarados, sus daños dependen de las condiciones locales como fertilidad del suelo y suministro adecuado de agua, los suelos pobres muestran más fácilmente los daños.⁸

Tienen importancia socioeconómica, pero paradójicamente el clima, el transporte de semilla infestada, el mal uso de implementos y herramientas de arado y el desconocimiento de la plaga condicionan el ataque por el NQP, produciendo grandes pérdidas.¹⁴

Del presente trabajo se deduce que los clones 5 y 6 presentaron bajas poblaciones de *G. pallida*, en el rendimiento (g/planta), los clones de *S. tuberosum* que fueron inoculadas (n1) con *G. pallida* tuvieron 5.6% menor rendimiento en relación a los clones sin inocular (n0); el clon 6 presenta mayor rendimiento; mientras en (N° de tubérculos/planta), los clones inoculados (n1) fueron 30.07% mayores a aquellos clones no inoculados (n0), no hay clones resistentes, todos son susceptibles; el clon 6 es susceptible no tolerante. Finalmente la presente investigación permitió establecer clones tolerantes para emplearlos en un programa de manejo integrado de plagas, con base en las respuestas nematológicas y agronómicas evaluadas mediante la metodología propuesta por Mejía & Valverde⁷, complementada con la del Centro Internacional de la Papa (CIP), se inoculó quistes de *G. pallida* en 10 clones de *Solanum tuberosum* durante 130 días para su evaluación

Conflictos de intereses

Los autores expresan que no existen conflictos de intereses.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al responsable del Banco Nacional de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Estación Experimental Canaán-Ayacucho por cedernos las muestras de clones de papa, sus instalaciones e invernadero. A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas por la facilitación de los quistes de nematodos y los equipos del laboratorio de Nematología.

Aspectos Éticos

Todos los aspectos procedimentales y experimentales fueron aprobados por la Estación Experimental INIA y la comisión evaluadora de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Literatura Citada

- Gómez Campos E. Comportamiento de clones de la papa al ataque de los nematodos quiste de *Globodera pallida* spp [tesis licenciatura]. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 1996.
- Guillen Dante C. Evaluación de 93 colecciones de papa del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga [tesis licenciatura]. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2000.
- Piedra Naranjo R, Avilés Chávez J. Reducción de poblaciones de *Globodera pallida* al cultivar avena después de papa. Alcances Tecnológicos 2014;10(1):29-33. DOI: <https://doi.org/10.35486/at.v10i1.18>
- Gómez Quispe A. Niveles de infestación de *Globodera* spp., en los campos de producción de papa de la provincia de Huanta-Ayacucho 2000 [tesis licenciatura]. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2004.
- Palomino Arango E. Identificación de nematodos del quiste de la papa *Globodera* spp., de seis localidades del departamento de Ayacucho [tesis licenciatura]. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 1992.
- Franco Ponce J, González Verástegui A. Pérdidas causadas por el nematodo quiste de la papa (*Globodera* sp.) en Bolivia y Perú. Rev Latinoam Papa 2011;16(2):233-49.
- Mejía Navarro MJ, Valverde Pérez WM. Comportamiento de 24 accesiones de papa (nativas, comerciales y clones promisorios) al parasitismo del nemátodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en invernadero. Cutuglagua-Pichincha [tesis licenciatura]. Ecuador: Universidad Técnica Cotopaxi; 2011 [citado 20 de octubre de 2018]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/947>
- Franco J. Nematodos del quiste de la papa (*Globodera* spp.). Centro Internacional de la Papa (Lima); 1981. Boletín de Información Técnica N° 9. Disponible en: <http://cipotato.org/library/TIBes20558.pdf>
- Riera Suarez WI. 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 [tesis licenciatura]. Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito; 2009 [citado 20 de octubre de 2018]. Recuperado a partir de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6767>
10. Franco J. Nematodos del quiste de la papa (*Globodera* spp.) [Internet]. Lima: Centro Internacional de la Papa; 1981 [citado 26 de octubre de 2018]. Boletín de Información Técnica No. 9. Recuperado a partir de: <http://cipotato.org/library/TIBes20558.pdf>
 11. Seinhorst JW. Dynamics of populations of plant parasitic nematodes. *Annu Rev Phytopathol* 1970;8:131-56. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.py.08.090170.001023>
 12. PotatoPro [Internet]. Bogota: XXVI Congreso Asociación Latinoamericana de la papa-ALAP, Memorias. (Colombia); 2014 [citado 10 de octubre de 2018]. Recuperado a partir de: http://www.papaslatinas.org/wp-content/uploads/2017/09/Memoria_ALAP-2014.pdf
 13. Cook R. Nature and inheritance of nematode resistance in cereals. *J Nematol* 1974;6(4): 165-74.
 14. André Devaux A, Ordinola M, Hibon A, Flores R. El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú) [Internet]. Lima: Centro Internacional de la Papa; 2010 [citado 22-de octubre de 2018]. 386 p. Recuperado a partir de: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/005363.pdf>
 15. Carreño Fernández H. Identificación de genes regulados diferencialmente en respuesta a la infección por *Globodera pallida* en una variedad de papa resistente y otra susceptible al nemátodo [tesis maestría]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017 [citado 14 de noviembre de 2019]. Recuperado a partir de: http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/752/Identificacion_CarreñoFern%C3%A1ndez_Hans.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 16. Fabián Aguilera AG. Manejo del nematodo quiste de la papa (*Globodera pallida*) en el distrito de Ñahuinpuquio-Tayacaja [tesis licenciatura]. Junín: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2016. [citado 26 de octubre de 2018]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4717>
 17. Volcy Etienne Ch. Nematodos diversidad y parasitismo en plantas [Internet]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia; 1998 [citado 22-de octubre de 2018]. p. 30-40. Recuperado a partir de: <https://www.worldcat.org/title/nematodos-diversidad-y-parasitismo-en-plantas-tomo-2/oclc/318374750>
 18. Gonzales Mamani JC, Pena Rojas G. Caracterización molecular de papas nativas (*Solanum* spp.) del distrito de Chungui, Ayacucho, mediante AFLP. *Rev Peru Biol* 2014;21(3):277-82. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10903>
 19. McCarter JP. Molecular approaches toward resistance to plant-parasitic nematodes. In: *Plant Cell Monographs*. Springer, Berlin, Heidelberg; 2008. DOI: https://doi.org/10.1007/7089_2008_32