

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



Incidencia y nivel de infestación de *Globodera sp.*, en
campos de cultivo de *Solanum spp.*, variedades nativas
en seis comunidades del distrito de Chungui,
La Mar – Ayacucho, 2016.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO EN LA ESPECIALIDAD DE ECOLOGÍA Y
RECURSOS NATURALES

Presentado por el:
Bach. ASPUR REYNAGA, Alberto

AYACUCHO – PERÚ
2017

A mis queridos padres Pánfilo, Olimpia y
mis hermanos (as), familiares y amigos
quienes me apoyaron en la consecución
de la presente investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *Alma Mater*, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, a la Escuela Profesional de Biología por acogerme y permitir mi formación profesional de Biólogo y a toda la plana docente por brindarme sus conocimientos y orientaciones.

Al Blgo. César Justo Rodolfo Vargas, por su apoyo en el planeamiento y evaluación del presente trabajo de investigación.

A mi asesor, Blgo. Walter Wilfredo Ochoa Yupanqui, por su asesoramiento, orientación y contribución en el desarrollo de la presente investigación.

Al Mg. Edwin Portal Quicaña, por sus orientaciones y apoyo en culminación de del presente trabajo de investigación.

A mis familiares y amigos quienes me apoyaron en el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	6
2.3. Bases teóricas	7
2.3.1. Origen y distribución	7
2.3.2. Ubicación taxonómica	8
2.3.3. Ciclo biológico de <i>Globodera sp.</i> “NQP”	8
2.3.4. Identificación de especies de <i>Globodera sp.</i>	10
2.3.5. Características morfológicas de <i>Globodera sp.</i>	11
2.3.6. Interacción de planta de papa y el nemátodo	12
2.3.7. Origen y distribución de <i>Solanum spp.</i>	14
2.3.8. Clasificación taxonómica	14
2.3.9. Variedades de la papa	15
2.3.10. Diversidad de las papas	15
2.3.11. Patogenecidad y magnitud del daño	16
2.3.12. Factores biótico y abióticos	16
2.3.13. Prevención y control del Nemátodo Quiste de la Papa	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Tipos de investigación	19
3.2. Caracterización de la zona de estudio	19
3.3. Ubicación	19
3.4. Población y muestra	20
3.5. Muestreo	20
3.6. Método de aislamiento	21
3.7. Incidencia	22

3.8.	Nivel de infestación	22
3.9.	Reconocimiento de especie <i>Globodera sp</i> ; “NQP”	23
3.10.	Determinación de la viabilidad de los quistes	23
3.11.	Análisis estadístico	23
IV.	RESULTADOS	25
V.	DISCUSIÓN	35
VI.	CONCLUSIONES	43
VII.	RECOMENDACIONES	45
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
	ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Principales diferencias morfo-anatómicas de <i>Globodera rostochiensis</i> y <i>Globodera pallida</i> .	12
Tabla 2. Niveles de infestación por <i>Globodera sp.</i> , y pérdidas de rendimiento en base al número de huevos +J2/g de suelo.	22
Tabla 3. Incidencia de <i>Globodera pallida</i> en el distrito de Chungui de la provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.	26
Tabla 4. Nivel de infestación de <i>Globodera pallida</i> en la comunidad de Pallccas distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.	27
Tabla 5. Nivel de infestación de <i>Globodera pallida</i> en la comunidad de Sonccopa del distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.	28
Tabla 6. Nivel de infestación de <i>Globodera pallida</i> en la comunidad de Chungui del distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.	29
Tabla 7. Nivel de infestación de <i>Globodera pallida</i> en la comunidad de Anccea del distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.	30
Tabla 8. Nivel de infestación de <i>Globodera pallida</i> en la comunidad de Chupón del distrito de Chungui- provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.	31
Tabla 9. Nivel de infestación de <i>Globodera pallida</i> en la comunidad de Rumichaca del distrito de Chungui- provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.	32
Tabla 10. Nivel de infestación de <i>Globodera pallida</i> en el distrito de Chungui – La Mar de región Ayacucho, 2016.	33
Tabla 11. Identificación de especie de <i>Globodera pallida</i> en las seis comunidades del distrito de Chungui, La Mar – Ayacucho, 2016.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo de vida del Nemátodo Quiste de la Papa (<i>Globodera sp.</i>)	10
Figura 2. Cortes perineales de quistes de <i>G. rostochiensis</i> y <i>G. pallida</i> .	11
Figura 3. Ubicación de las comunidades muestreadas o zonas de estudio del distrito de Chungui.	20

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Protocolo 1: Aislamiento de quiste: Método modificado de Fenwick	53
Protocolo 2: Proceso de obtención de quiste por el método de acetona	54
Protocolo 3: Procedimiento de obtención de quistes puros por rodamiento	55
Protocolo 4: Reconocimiento de especies del Nemátodo Quiste de la Papa (<i>Globodera sp</i>)	56
Anexo 2 Tabla 12: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Pallccas del distrito de Chungui, La Mar-Ayacucho, 2016.	57
Tabla 13: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Chupón del distrito de Chungui, La Mar-Ayacucho, 2016.	58
Tabla 14: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Sonccopa del distrito de Chungui, La Mar-Ayacucho, 2016.	59
Tabla 15: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Chungui del distrito de Chungui, La Mar-Ayacucho, 2016.	60
Tabla 16: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Anccea del distrito de Chungui, La Mar-Ayacucho, 2016.	61
Tabla 17: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Rumichaca del distrito de Chungui, La Mar-Ayacucho, 2016.	62
Tabla 18: Clave taxonómica para la identificación de especies de <i>Globodera</i> .	63
Anexo 3. Fotografía 1: Localidad de muestreo Rumichaca del distrito de Chungui - La Mar, 2016.	64
Fotografía 2: Recolección de muestra en la comunidad de Pallccas del distrito de Chungui - La Mar, 2016.	65

Fotografía 3: Muestras de suelo de cultivo procedente de seis comunidades del distrito de Chungui - La Mar, 2016	66
Fotografía 4: Secado de muestras de suelo en el laboratorio de Zoología de F.C.B - UNSCH – 2016.	67
Fotografía 5: Observación de quistes de <i>Globodera pallida</i> “Nemátodo Quiste de la Papa”	68
Fotografía 6: Cortes perineales de quistes de <i>Globodera pallida</i> . Nótese el número de estrías entre la vulva (v) y el ano (a): menos de 12 en <i>G. pallida</i> .	69
Fotografía 7: Morfología de segundo estado juvenil (J2) de <i>Globodera pallida</i> “Nemátodo Quiste de la Papa”	70
Anexo 4 Matriz de consistencia	71

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el distrito de Chungui, provincia La Mar - región Ayacucho. *Globodera sp.*, genera grandes pérdidas en la producción de la "papa". La investigación tuvo por objetivos: determinar la incidencia, el nivel de infestación e identificar la especie de *Globodera sp.*, en los campos de cultivo de *Solanum spp.*, fueron evaluados campos de cultivos de variedades de papa nativas de seis comunidades: Pallccas, Chungui, Anccea, Sonccopa, Chupón y Rumichaca. Siguiendo una investigación básica descriptivo. Se realizó un muestreo compuesto en diferentes campos de cultivo de papa; las sub-muestras se mezclaron obteniendo una mezcla compuesta de 1kg/ha, para la obtención del suelo de los puntos de sub-muestreo se realizaron caminatas en zig-zag, tratando de cubrir la mayor parte del terreno, las sub-muestras fueron tomados con lampa y/o pico pequeño de una profundidad de 20-30 cm del capa arable y fueron depositadas en bolsa de polietileno debidamente codificada y transportada al laboratorio para su tratamiento, análisis respectivo, secadas a temperatura ambiente y bajo sombra. En total se obtuvieron 78 muestras compuestas de las seis comunidades. La extracción de quistes se realizó por el método modificado de Fenwick, el aislamiento por el método de la acetona y obtención de quistes puros por rodamiento. La viabilidad total (VT) fue determinado cuantificando huevos+J2/g de suelo contenidos en 20 quistes homogenizados en 30 ml de agua destilada; el nivel de infestación se estimó contando el número de huevos+J2/g de suelo, fue estimado según una escala y rango establecida. Como resultado se obtuvo que en el distrito de Chungui de las seis comunidades evaluadas: La comunidad de Pallccas presentó de un total de 16 campos de cultivo el 81,25%, Sonccopa de 12 campos de cultivo el 33,3%, Chungui de 12 campos de cultivo el 75% de incidencia respectivamente y mientras que, la comunidad de Chupón y Rumichaca de 14 - 12 campos de cultivo el 100% se encuentran libre de NQP. El nivel de infestación en el distrito de Chungui de un total de 78 muestras compuestas analizadas de las seis comunidades: en 53 campos de cultivo el 67,95% libre; de 12 campos de cultivo el 15,38% incipiente; de 5 campos de cultivo el 6,41% media; de 2 campos de cultivo el 2,56% alta y de 6 campos de cultivo el 7,69% muy alta de infestación; con un rango de infestación que van de 0-433 huevos+J2/g de suelo. Concluyéndose que la especie de *Globodera* identificada es la *Globodera pallida*.

Palabra clave: Incidencia, nivel de infestación y *Globodera sp.*

I. INTRODUCCIÓN

La papa es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo, después de arroz, maíz y el trigo, representa una de las actividades agrícolas de mayor importancia en el Perú y principalmente en zonas alto andinas, es la base de la alimentación rural y urbana, por su contenido de hidratos de carbono, vitaminas y minerales.¹ En nuestro país, de acuerdo a las cifras del Ministerio de Agricultura (Producción Agrícola Nacional, 2016) fue de 4,6 millones de toneladas métricas, de los cuales un porcentaje de la producción es destinado al autoconsumo dentro de un sistema de agricultura de subsistencia.² Este grupo de agricultores de subsistencia están localizados mayormente en lugares alejados de la sierra del Perú, en zonas agroclimáticas adversas sujetas a problemas de erosión, riesgos de sequía, heladas, plagas y enfermedades producidas por bacterias, hongos, virus y nemátodos; cuyo resultado final se manifiesta en los bajos rendimientos que obtienen por unidad de superficie.³ Dentro de éstos factores limitantes, *Globodera sp.* “Nemátodo Quiste de la Papa” (NQP) es considerado parásito más importante en el cultivo de la “papa” en la región andina; por su amplia distribución y por los daños directos e indirectos que ocasionan en el cultivo de la papa.⁴ Los daños directos están relacionados con la interferencia de la actividad fisiológica de la raíz de la papa, que trae como consecuencia la reducción del rendimiento y la calidad de los tubérculos.⁵ Los daños indirectos están referidos a la interacción con otros patógenos del suelo que, sumados éstos daños generan mayor pérdida en rendimiento y económico al agricultor.^{4,6} Las pérdidas que ocasiona el NQP son difíciles de estimar y frecuentemente varían con el grado de infestación del terreno y la población del nemátodo así como con la inadecuada práctica de monocultivo.⁴ Generalmente se considera que los daños en rendimientos del tubérculo de papa pueden ser reducido en 20 y 50% producción total, cuando el nivel poblacional del nemátodo en el suelo alcanza 16 - 32 huevos/g de suelo.⁷ Su importancia económica es cada vez

mayor debido a la dificultad que ocasiona su control. Además, por su gran capacidad de resistencia a condiciones adversas, los huevos de *Globodera sp*; pueden permanecer viables por muchos años ya que se encuentran protegidos por una estructura endurecida llamada quiste.⁸

Dentro de este sistema complejo, es importante conocer la distribución geográfica del nemátodo quiste de la papa *Globodera sp*; así mismo su incidencia y nivel de infestación dentro de los campos de producción de papa nativa.

Las zonas de muestreo, fueron las comunidades de Anccea, Chungui, Rumichaca, Sonccopa, Chupón y Pallccas, son comunidades con mayores campos de cultivo de papa nativa del distrito de Chungui y propicia para el desarrollo de la presente investigación. El trabajo es un aporte al conocimiento sobre incidencia y nivel de infestación de Nemátodos Quiste de la Papa (NQP) de la zona, el cual permite tener base de datos de los lugares muestreados, así poder dar un aporte de conocimiento a los agricultores, para las medidas preventivas y el control respectivo del “Nemátodo Quiste de la Papa” y generar mayor producción.

Con el fin de dar cumplimiento a los propósitos de la presente investigación, se plantearon como objetivos:

Objetivo General

Conocer la especie de *Globodera sp.*, su incidencia y nivel de infestación en los campos de cultivo de *Solanum spp.*, de seis comunidades del distrito de Chungui, La Mar - Ayacucho, 2016.

Objetivos específicos

1. Determinar la incidencia de *Globodera sp.*, en los campos de cultivo de *Solanum spp.*, variedades nativas del distrito de Chungui – La Mar.
2. Determinar el nivel de infestación de *Globodera sp.*, en los campos de cultivo de *Solanum spp.*, variedades nativas del distrito de Chungui – La Mar.
3. Identificar la especie del género *Globodera sp.*, presentes en los campos de cultivo de *Solanum spp.*, variedades nativas del distrito de Chungui – La Mar.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Nemátodo Quiste de la Papa (NQP)

Según los estudios realizados; *Heterodera* (= *Globodera*) *rostochiensis* Woll., fue detectado por primera vez en Alemania en el año 1881 y descrito en 1923 por Wollenweber, a partir de una población colectada en Rostok. En 1973, Stone, observó la existencia de poblaciones del nematodo cuyas hembras no presentaban la coloración amarilla y, basándose en características morfológicas de los estados juveniles y la cromogénesis de las hembras, describió a estas poblaciones como *Heterodera* (= *Globodera*) *pallida*, nueva especie de nemátodo quiste de la papa.⁹

Posteriormente, los nematodos formadores de quistes fueron agrupados en seis géneros incluyendo en el género *Globodera*, a las especies con quistes esféricos como eran *H. rostochiensis* y *H. pallida*. Desde Alemania el nemátodo se dispersó a los otros países Europeos y a otros continentes, incluyendo América Latina y actualmente, se reporta en más de 55 países afectados, probablemente con el comercio de tubérculos de papa para semilla.⁹

En investigaciones realizadas una o ambas especies se encuentran también en el Norte y Sur de África, Asia, Nueva Zelanda, en la isla de Terranova en Canadá y Long Island, en el estado de New York (E.U.A.). A veces ambas especies pueden estar presentes en una misma unidad de producción.¹⁰

En investigación realizada sobre los nemátodos en la producción de semilla de papa en diversos países Europeos y en Estados Unidos, indican que, desde hace aproximadamente 20 años se cuentan con variedades de papa resistentes a la raza R1A de *G. rostochiensis* que han sido usadas en forma amplia e indiscriminada. Por otro lado, aun cuando se conocen ciertas variedades con resistencia parcial a diversas razas o patotipos de *G. pallida*, la identificación e incorporación de resistencia es más difícil como consecuencia de su naturaleza

poligénica y por la existencia de poblaciones genéticamente complejas o no homogéneas. Con los cultivares resistentes se busca evitar las pérdidas y disminuir la población del nematodo, lo que en muchos casos equivale a algunos años de rotación.⁴

En el cultivo de papa de la región del Cofre de Perote, Veracruz, México, la densidad de población promedio del nematodo dorado *Globodera rostochiensis*, fue de 1408 quistes/kg de suelo. Esta clasificación proporcionó información adicional sobre tendencias de crecimiento de la población. En todas las localidades, se encontró un mayor porcentaje de quistes viejos (40-52%), lo que sugiere una acumulación de quistes durante los años de cultivo de papa previo al muestreo. Los quistes maduros se formaron probablemente en la cosecha anterior del mismo año (abril-mayo), encontrándose porcentajes desde 23 a 34%. Los quistes jóvenes, producidos en la cosecha de octubre cuando se tomaron las muestras, se encontraron en un promedio de $26 \pm 1\%$. En la localidad de Pescados, Municipio Perote, se encontró un porcentaje de 14%, que se consideró bajo.¹¹

Tanto *G. rostochiensis* como *G. pallida* se encuentran presentes en Sudamérica y Europa. *G. pallida* ha sido identificada solamente en Colombia, Ecuador y gran parte del Perú. En el sur del Perú, Bolivia y Argentina, *G. pallida* y *G. rostochiensis* se presentan juntas y en Chile, Venezuela y Centro América. En México solamente se ha encontrado *G. rostochiensis* y es porque esta no se reproduce en papas con el gen H1; se presume por ser patotipo R.A., otra especie estrechamente relacionada con *Globodera* en México (Stone, 1979). Citado por.¹⁰

El NQP fue reportado por primera vez en el Perú en 1952 (Willie y Bazan de Segura, 1952). A partir de esa fecha su distribución en la región andina de Perú y la presencia de ambas especies (*G. pallida* y *G. rostochiensis*) con diferentes razas su confirmado y establecido en toda la región de América Latina. La *G. pallida* en la actualidad es también la especie más común en la mayoría de las áreas del mundo. (Evans et al., 1975). Citado por.¹²

Las especies dominantes en el Perú son *G. pallida* y *G. rostochiensis* en Bolivia, aun cuando en este último se encontraron poblaciones con ambas especies. *Globodera sp*, fue más frecuente entre los 3500 y 4000 m.s.n.m. En el Perú la mayor incidencia de muestras positivas se presentó en los departamentos de Cusco, Huánuco, La Libertad y Huancavelica (90,45; 84,11; 80,06; 78,22% respectivamente). Por otro lado, Huancavelica y Junín (55,44 y 41,67%)

mostraron los más altos niveles de severidad, con niveles de infestación alta y muy alta (15,1-35 y >35 huevos+J2 /gramo de suelo). Regiones que aun mostraron áreas libres fueron Cajamarca y Ayacucho (69,04 y 62,08 %) Los otros regiones mostraron niveles de infestación incipiente y media (1-5 Huevos/g suelo y 5,1-15 Huevos/g suelo). Los mayores niveles de infestación se tuvieron en los regiones de Junín, Huancavelica, Apurímac, Cusco y Puno (2161; 2130; 1329; 840 y 821 Huevos/g suelo, respectivamente). Las pérdidas en rendimiento estimadas en las regiones andinas variaron de acuerdo a los diversos niveles de infestación establecidos para cada uno de ellos. Las menores pérdidas fueron para los regiones de Cajamarca, Ayacucho y Arequipa, no así para los departamentos de Cusco, Junín, Huánuco y La Libertad que mostraron las mayores pérdidas.¹²

En su trabajo de investigación sobre. “Distribución y nivel de infestación del nematodo quiste de la papa (*Globodera spp*) en la provincia de Andahuaylas, Apurímac”. Reportó la presencia de la *G. pallida* en diferentes localidades y distritos de provincia de Andahuaylas. Los mayores niveles de infestación, se encontró en el distrito de San Jerónimo con 1328,8 huevos/m³ de suelo.¹³

En su trabajo de investigación sobre la “Identificación del quiste de la papa de seis localidades del departamento de Ayacucho” reportó la presencia de *Globodera pallida* en las localidades de Allpachaca, Arizona, Quinua, Tambo y Huanta. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Pérez en 1987. En la localidad de Pampa Cangallo donde identificó dos especies de este nemátodo *Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis*.¹⁴

Realizó ensayos con 12 clones de nematodos de la papa en la localidad de Sachabamba, distrito de Chiara, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, se ha encontrado resistencia en los clones 92FL88,1 y P-7 y considerado para las variedades de Yungay, Mariva, María huanca y 85LB32,8 demuestran mayor rendimiento.¹⁵

Evalúo el rendimiento de quince Clones y variedades de papa al ataque de *Globodera spp.*, en invernadero, instalando bloques experimentales y un bloque de testigo en el cual se infestaron dos densidades de *Globodera spp* (38,0; 76,0 quiste / macetero al azar) tierras procedentes de Macachacra, distrito de Iguain, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho.¹⁶

En su trabajo de investigación “Niveles de infestación de *Globodera spp.*, en los campos de cultivo de producción de papa de la provincia de Huanta, Ayacucho, 2000” logró identificar como especie única a *Globodera pallida* mas no así

Globodera rostochiensis en los suelos de cultivo de papa en el distrito de Huamanguilla, Iguain, San José de Secce y los distritos de Huanta y Luricocha se hallan libres de dicho nemátodo.¹⁷

En su trabajo de investigación “Distribución y nivel de infestación de *Globodera spp.* (Nemátodo Quiste de la Papa) en campos de cultivo de la provincia de Sucre – Ayacucho” menciona que los nivel de infestación encontrada en los campos de cultivo de la provincia de Sucre presentan un rango de 0,0 – 32,4 Huevos + J2/m³ suelo, por lo tanto hay presencia de las *Globodera spp.*¹⁸

2.2 Marco conceptual

- 1. Incidencia:** El conocimiento sobre la presencia de un nemátodo fitoparásito en un área, zona o región determinada.¹⁹
- 2. Nivel de infestación:** La magnitud de su distribución, el grado de infestación de los campos, aspecto que guarda relación directa con las pérdidas de rendimiento, y la estimación de la magnitud de las pérdidas, son parámetros que generalmente se consideran para catalogar a un nemátodo como plaga o no. Se expresa de la siguiente manera: sin daño, presente, frecuente, abundante, grave y muy grave.¹⁹
- 3. Globodera:** El término Globodera etimológicamente proviene de los voces griegas “Globos”: redondo y “Dera”: piel, y hace referencia a la forma de globo del cuerpo de la hembra, estas característica más importante del nematodo quiste.²⁰
- 4. Especie:** Significa toda especie, subespecie o población geográficamente aislada de una y otra. Entidad biológica caracterizada por poseer una carga genética capaz de ser intercambiada entre sus componentes a través de la reproducción natural.²¹
- 5. Plaga:** En la agricultura se refiere a todos los animales, plantas y microorganismos que tienen un efecto negativo sobre la producción agrícola.¹⁹
- 6. Los nemátodos:** Son animales microscópicos (conocidos también como gusanos redondos, gusanos filiformes o fusiformes), que se encuentran en una amplia gama de hábitats, especialmente en el suelo y el agua y que viven como parásitos de plantas y animales.¹⁹
- 7. Los Nemátodos del Quiste de la Papa (NQP):** Son parásitos de las raíces que están muy bien adaptados. El efecto estimulante de un exudado de la raíz de la planta hospedera asegura que los nemátodos emergen sólo

cuando las condiciones son favorables y con seguridad encontraron raíces de papa.²²

8. **Quiste:** Estructura que se forma a partir del endurecimiento y resecamiento del cuerpo globoso de una hembra de nematodo, en cuyo interior se mantienen los huevos. Estos quistes pueden permanecer en estado latente por períodos prolongados en el tiempo.²²
9. **El segundo estado juvenil (J2):** Es característico para la morfología de los nematodos. En ese estado el nematodo es semejante a un gusano redondo y alargado y sólo puede ser estudiado con microscopio. El canal digestivo consta de boca, esófago, intestino, recto y ano.²²
10. **Estado:** Sub-estado, cada uno de los estados de la larva o ninfa, lapso que esta entre dos mudas.²³
11. **El estilete:** Es una estructura móvil, fuerte y con un conducto como el de una aguja hipodérmica. Unos músculos ligados a las protuberancias posteriores del estilete lo hacen desplazar hacia atrás y hacia adelante para perforar las células de la raíz.²³
12. **Los patotipos:** Los patotipos también llamados razas fisiológicas son poblaciones del patógeno que se diferencian por el grado de virulencia que poseen y muestran diferentes niveles de habilidad para multiplicarse en cultivos diferentes, es decir que son poblaciones de una misma especie que superan la resistencia de ciertas variedades de plantas huésped y son capaces de reproducirse en ellas.²⁴
13. **Rotación de cultivos.** La rotación de cultivos es la práctica de control más ampliamente utilizada. Además es efectiva porque la gama de hospedantes de los nematodos del quiste es reducida.²⁵
14. **Exudado:** Líquido viscoso pegajoso, constituido de numerosas bacterias, que se desprende del tejido infectado. Este líquido actúa bloqueando los vasos conductores, por lo tanto provocando una marchitez generalizada en la planta.²⁶

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Origen y distribución

La papa *Solanum spp.*, principal fuente de alimentación humana al ocupar el cuarto principal producto alimenticio en el mundo, después del trigo, el arroz y el maíz. Originario de Sudamérica que está distribuido a lo largo de la cordillera de los Andes, bajo protección y aprovechamiento del imperio Inca, cuyos territorios comprendían Perú, Bolivia, parte de Colombia, Argentina y Chile.²⁷

Los Incas tradicionalmente cultivaron la papa en estos territorios y por lo tanto constituyen el lugar originario del nemátodo quiste de la papa *Globodera sp.*, antes del siglo en mención, la papa era completamente desconocido fuera de Sudamérica, este tubérculo ha sido cultivado por miles de años en los valles interandinos y fue introducida a Europa aproximadamente en 1530 y de allí es llevada al resto del mundo.⁸

En los trabajos realizados con el fin de identificar especies de “Nemátodo Quiste de la Papa” y su distribución en el Perú, examinando 34 poblaciones de nematodos, provenientes principalmente de la sierra del país, siendo la especie *Globodera pallida* la que está presente en la zona central y norte (Junín, Huánuco, La Libertad, Cajamarca); al sur la especie *Globodera rostochiensis*, los autores piensan que está limitado su distribución por requerimientos climáticos, especialmente referente a las horas de luz del día.²⁸

2.3.2 Ubicación taxonómica

El nemátodo quiste de la papa está comprendido en las siguientes categorías Taxonómicas:⁴

Reino	: Animal
Sub-Reino	: Metazoos
Sección	: Pseudo celomados
Phylum	: Nematodo
Clase	: Phasmidea
Orden	: Tylenchida
Sub-Orden	: Tylenchina
Super-Familia	: Tylenchoidea
Familia	: Heteroderidae
Género	: Globodera
Especie	: <i>Globodera rostochiensis</i> (woll, 1923).
Nombre común	: Nemátodo dorado de la papa
	: <i>Globodera pallida</i> (Stone, 1972).
	: Nemátodo quiste blanco de la papa

2.3.3 Ciclo biológico del Nemátodo Quiste de la Papa

Es una hospedante eficiente, la hembra fertilizada, inicia la producción de huevos hasta que muere y se convierte en quiste, cada quiste joven contiene 200-600 huevos.²⁹

En una planta eficiente, el nemátodo quiste de la papa pasa por cuatro estados en su desarrollo antes de ser un adulto. Los quistes estructura generalmente

esférica, de aproximadamente 0,5 mm de diámetro, de color marrón y se protege a los huevos. A esta característica se atribuye su nombre de nemátodo quiste de la papa (NQP). Finalizada la embriogénesis del huevo, se nota un nemátodo joven que corresponde al primer estado juvenil (J1) a este estado se considera la etapa pasiva del ciclo biológico por la capacidad de sobrevivir en el suelo por 5-6 años y a veces hasta por 20 años. Mientras se encuentra dentro del huevo, en ausencia de su hospedante, y por estimulación de sus secreciones radiculares aun estando dentro sufre una primera muda (M1) y se convierte en juvenil 2 (J2) correspondiente al segundo estado, caracterizándose este por ser la fase infectiva, vale decir es el que va a penetrar a los tejidos radiculares del cultivo de la papa, ocasiona daños e invade las raíces cerca de la zona de elongación de la raíz o en las raíces laterales. Perfora las paredes celulares de la corteza e introduce su cuerpo, dejando un rastro de células rotas o daño mecánico. Permanece con su cabeza dirigida hacia el cilindro vascular y eventualmente comienza a alimentarse de las células del periciclo, corteza o endodermis. Con el estilete pincha las células e inyecta saliva de las glándulas esofágicas, disolviendo la pared celular e induciendo el crecimiento de la célula a la formación del sincitio o célula de transferencia. El nemátodo continúa alimentándose en posición opuesta al sincitio hasta completar su desarrollo tiempo que puede durar tres meses.^{4,8}

Dentro de las raíces el nemátodo joven, ahora sedentario muda su cutícula una segunda vez (M2) y se convierte en el tercer estado juvenil (J3) que se hace algo cilindroide. Durante este periodo desarrolla el primordial genital aun cuando los sexos no se pueden diferenciar. El sexo parece depender de las condiciones del medio ambiente, reacciones químicas del hospedante, calidad del alimento que tenga los juveniles y densidad de la población.^{4,8}

La tercera muda (M3) conduce a la formación del juvenil 4 (J4) caracterizándose por la presencia desarrollada de los sexos. Los machos y las hembras del cuarto estado (J4) permanecen enrollados dentro de la cutícula del tercer estado; al producir la cuarta muda (M4) los adultos quedan identificados por su sexo.⁴

Los machos emergen en su cuarto estado tres semanas después que los (J2) han penetrado en las raíces. El ciclo biológico de nemátodo quiste de la papa puede estar influenciado por factores de su hospedante y del medio ambiente, determinando diferencias entre *G. rostochiensis* como *G. pallida*.⁴

Los cultivares resistentes pueden alterar el ciclo biológico del NQP, especialmente en emergencia del J2 y en la determinación del sexo.²⁹

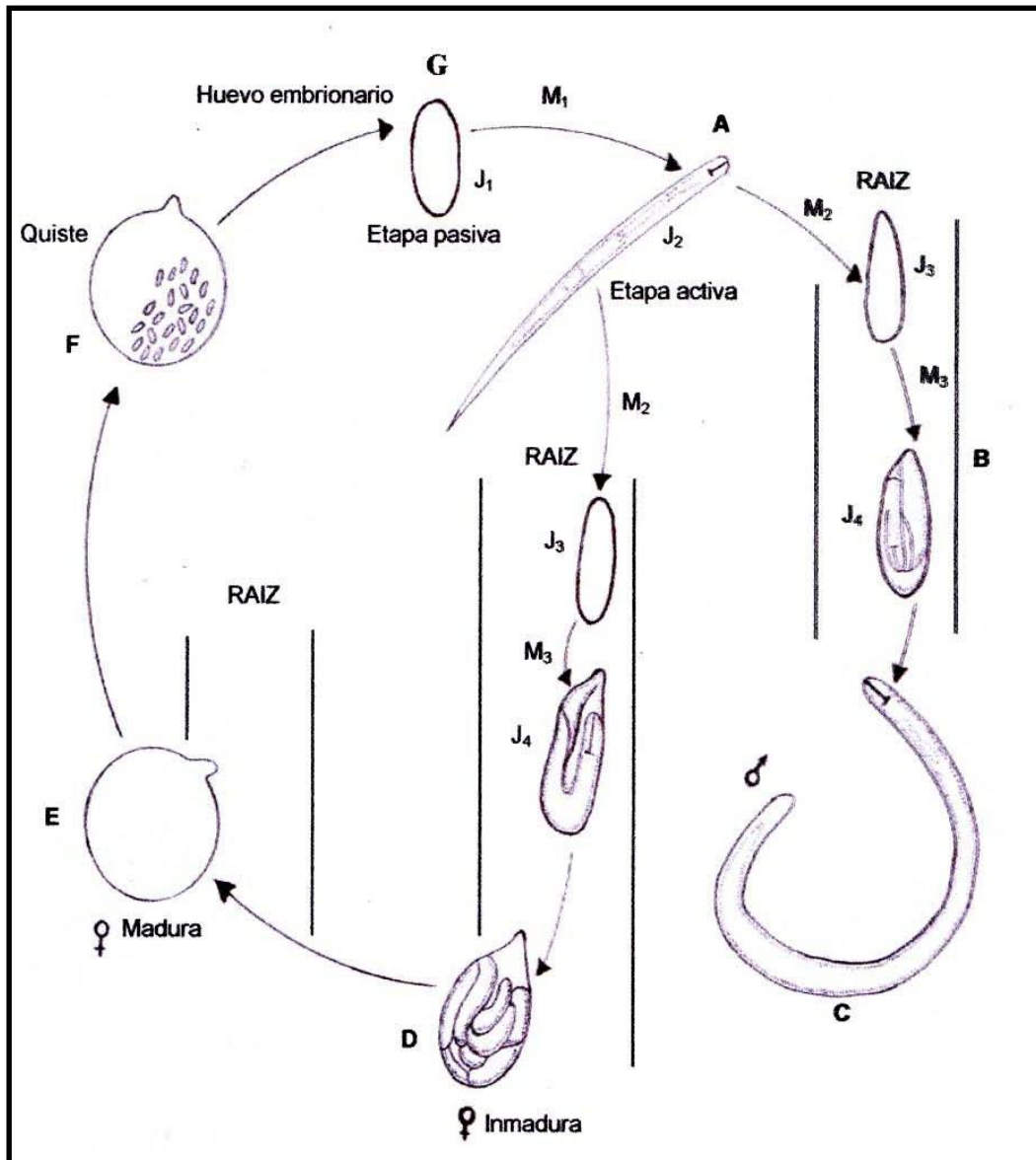


Figura 1: Ciclo de vida del Nemátodo Quiste de la Papa *Globodera* sp.; (Evans and Stone, 1977) citado por.²⁹

2.3.4 Identificación de especies de *Globodera* sp.

Las dos especies del Nemátodo Quiste de la Papa se diferencian por la secuencia de coloración durante el desarrollo de la hembra hacia la formación del quiste. *Globodera pallida* se caracteriza por presentar hembras de coloración blanca o crema y *G. rostochiensis* presentan hembras de fase amarilla o dorada. Esta secuencia ha sido nombrada cromogénesis y ha sido de gran utilidad para identificar especies del Nemátodo Quiste de la Papa. (Stone R, 1973) Citado por.³⁰

Cuando la coloración amarilla de las hembras indica claramente la presencia de *Globodera rostochiensis*, la ausencia de hembras con esta coloración en las

raíces no garantiza que se trate de *Globodera pallida*, a menos que se observe el desarrollo del nematodo a lo largo de su ciclo biológico. La preparación de los cortes perineales de los quistes, colectados en las raíces de la planta de papa, y el conteo de las estrías cuticulares presentes entre el ano y la vulva, constituyen una manera simple de diferenciar las dos especies. *Globodera rostochiensis* posee un promedio de 21.6 estrías y *Globodera pallida* 12 estrías (Fig. 2). A veces, el número promedio puede ser de 15, lo cual causa confusión; en este caso, si es necesario identificar la especie, se deben medir otros parámetros, especialmente de hembras, quistes y segundos estados juveniles y hacer comparaciones con los valores reportados en la literatura (tabla 01). La identificación con técnicas modernas y sofisticadas como son las basadas en reacciones serológicas, punto isoeléctrico, separación de proteínas, enzimas y pruebas de ADN, también es posible. (Stone R, 1973) Citado por.³⁰

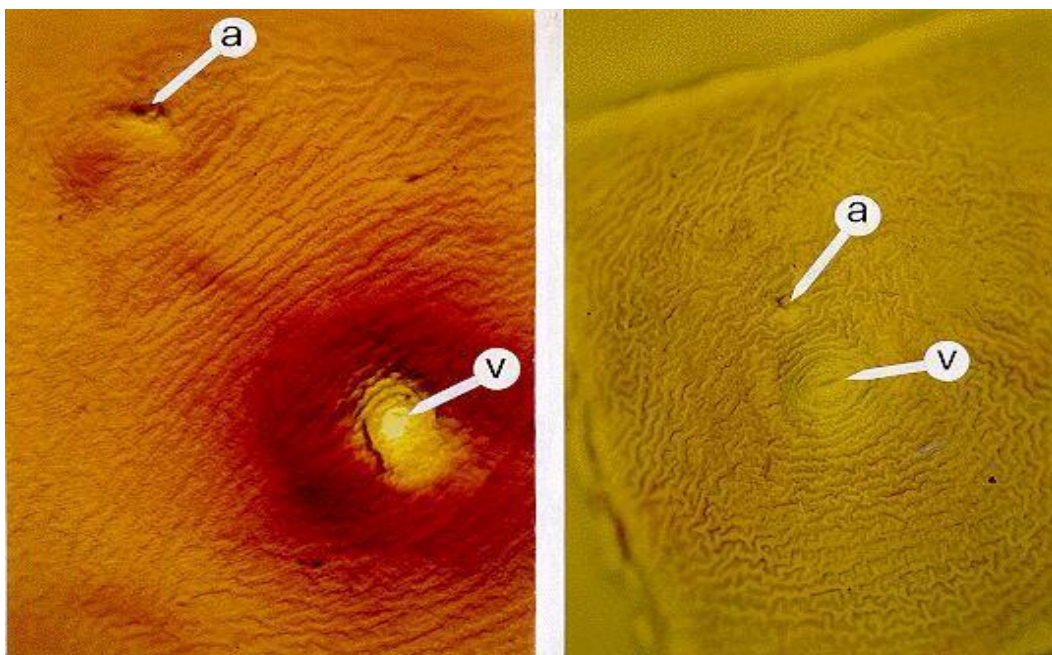


Figura 2. Cortes perineales de quistes de *Globodera rostochiensis* (izquierda) y *Globodera pallida* (derecha). Nótese el número de estrías entre la vulva (v) y el ano (a): más de 20 en *G. rostochiensis* y menos de 12 en *G. pallida*.

Fuente: www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/globodera.html

2.3.5 Características morfológicas de *Globodera* sp.

Los machos adultos son vermiformes aproximadamente de 1mm de largo. Presentan cuerpo curvado y tiene una cola corta y redondeada. El cuerpo de la hembra se hincha en la madurez, mide de 0.5 a 0.8 mm de diámetro, tiene la forma globosa con una pequeña prominencia que viene a ser la cabeza. Presenta gran variación en el tamaño.⁶

A la madurez las hembras tanto *G. rostochiensis* como *G. pallida* se convierten en quiste redondeados de color castaño oscuro. La diferencia más conocida entre ambas especies es la ausencia del cambio de coloración desde el estado hembra inmadura a la formación del quiste. Las hembras inmaduras de *G. rostochiensis* son blancas y luego se tornan amarillas o doradas, de allí el nombre de “nemátodo dorado”. Las hembras inmaduras de *G. pallida* son blancas y no pasan por la fase dorada para finalmente concluir en la formación de quiste color marrón en ambos casos.⁶

Tabla 1: Principales diferencias morfo-anatómicas de *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*.

Característica	<i>G. rostochiensis</i>	<i>G. pallida</i>
Hembra		
Largo del estilete (µm)	22,9	27,4
Diámetro zona vulvar (µm)	22,4	24,8
Largo vulva (µm)	9,2	11,5
Número de estrías cuticulares entre el ano y la vulva	21,6	12,5
Coloración	Amarillo	Crema
Quiste		
Diámetro fenestra (µm)	18,8	24,5
Distancia ano-fenestra (µm)	66,5	49,9
Relación Granek's (1)	3,6	2,03
Juveniles de segundo estado		
Largo del estilete (µm)	21,8	23,8
Forma de las protuberancias basales del estilete	Redondeadas y apuntando hacia atrás	En forma de ancla apuntando hacia adelante
Distancia entre la válvula del bulbo medio y el poro excretor (µm)	31,3	39,9

(1) Distancia ano-fenestra/diámetro fenestra.

Fuentes: (Niño De G. L, 1994 y Schluter K, 1976) Citado por.⁵

2.3.6 Interacción de planta de papa y el nemátodo

En principio el NQP, ha evolucionado con su hospedante preferido *Solanum tuberosum* sub *sp. tuberosa*. Durante este proceso de evolución el hospedante ha desarrollado mecanismos para defenderse de condiciones desfavorables del medio ambiente y, el patógeno mecanismo de supervivencia; de manera que en la actualidad se encuentra muy bien adaptado y la presencia del nematodo en los campos del cultivo presenta un problema permanente en la producción de la papa.⁴

La interacción hospedante parásito, NQP forman células gigantes en los tejidos del sistema radicular de la papa, llamado también sincitio, que son lugares especiales y responsables de suministrar los alimentos necesarios para permitir

el desarrollo de los estados juveniles, hasta la formación de los adultos y en el caso de las hembras conducir a la producción de huevos viables en las poblaciones suficientes. El sincitio que se forma en la raíz de la planta de la papa, que el nematodo induce a su formación, construye la clave del éxito del parasitismo, seguido a la invasión del nematodo a las raíces, numerosos cambios bioquímicos ocurren en su metabolismo como consecuencia de su compatibilidad (susceptibilidad) o como resultado de su incompatibilidad (resistencia) durante el proceso de relación hospedante parásito. El exudado radicular asegura que los nematodos (J2) emerjan del huevo cuando las condiciones son favorables y penetra a la raíz por la zona de elongación a distancia muy corta de la zona meristemática.^{4, 5}

Los mecanismos de defensa de las plantas pueden ser directamente tóxicos contra el patógeno o inhibir su desarrollo.

- a)** Las defensas preexistentes, que son todos aquellos sistemas físicos que la planta tiene en forma natural, sin necesidad de ningún tipo de estímulo para producirlas, entre las cuales destacan las ceras, cutícula, paredes celulares, tamaño y forma.⁵
- b)** Las defensas físicas en respuesta a una infección patogénica, dentro de este tipo de respuestas tenemos: formación de capas de corcho, formación de capas de abscisión, exudación de goma, necrosamiento de zonas atacadas, depósito de calosa, lignificación acelerada de tejidos alrededor de zonas afectadas.⁵
- c)** Defensas bioquímicas preexistentes: dentro de estos sistemas de defensa de las plantas tenemos inhibidores que producen en forma natural, las plantas liberan al medio de forma de alejar o no permitir la reproducción del patógeno, además en las células vegetales se producen sustancias capaces de degradar la pared celular de los patógenos entre las que destacan Glucanasa y Quitinasa, las concentraciones de dichas sustancias puede ir variando dependiendo de la edad del tejido vegetal.¹
- d)** Defensas bioquímicas inducidas por el ataque de los patógenos: la inducción de defensas bioquímicas en las plantas provocadas por el ataque de algún patógeno, dependiendo de varios factores entre los cuales son muy importante el nivel de sensibilidad de la planta al patógeno, edad de la planta, tipo de patógeno entre muchas otras, dentro de estas respuestas están las reacciones de hipersensibilidad, aumento en la concentración de compuestos

fenólicos, producción de fitoalexinas, síntesis de proteínas, transformación de glucósidos a fenoles tóxicos para el patógeno, producción de enzimas que oxidan fenoles.³

Las plantas hospedantes del NQP son variedades de papa (*Solanum tuberosum*), tomate (*Lycopersicum*), berenjena (*Solanum melongena*), así como también diversas malezas del grupo de las Solanáceas.¹

2.3.7 Origen y distribución de *Solanum* spp.

La papa es una planta alimenticia que ha estado vinculada con las culturas más remotas de nuestra historia según vestigios arqueológicos hallados en distintos lugares del país, la cronología de los cultivos andinos tiene más de 10 mil años y se llevó a cabo en diferentes lugares del Perú. Los primeros indicios datan de 8,000 a.C; desde donde se inició la agricultura en la “chacra primitiva” se sembró diferentes especies de papas silvestres. A través de los años, el agricultor seleccionó híbridos que producían tubérculos más grandes, menos amargos y mejor adaptados a diferentes condiciones climáticas y suelos de los Andes Peruanos.³

Las papas nativas son productos orgánicos limpios, deben ser consideradas como un cultivo diferente al de las papas mejoradas, ya que presenta mejor calidad culinaria y alto porcentaje de materia seca. Las papas nativas crecen en los Andes, entre los países: Perú, Bolivia, Chile y Argentina en alturas que fluctúan entre los 3,000 a 4,000 m.s.n.m., sus requerimientos de suelos son muy específicos y son más susceptibles a enfermedades como la roña, carbón, verruga, rancho y a los insectos como la polilla y el gorgojo.³²

Las papas nativas están conformados por un conjunto de cultivares de connotación local, regional y nacional, tiene una enorme influencia en la alimentación del agricultor campesino andino, así como de los pobladores ligados a los mercados locales. Se convierten así en un producto con gran potencial para el desarrollo económico y social, el papel que ella puede cumplir para proporcionar seguridad alimentaria y erradicar la pobreza de los agricultores altos andinos de pequeña escala y sus comunidades, así como para la conservación activa de la biodiversidad.³²

2.3.8 Clasificación taxonómica:

Las papas nativas y cultivadas se ubican en las siguientes categorías taxonómicas.

División	: Antophyta
Clase	: Dicotiledóneae
Subclase	: Methachlamydeae
Orden	: Tubifloras
Familia	: Solanaceae
Género	: Solanum
Especie	: <i>Solanum spp</i>
Nombre común	: “papa”

Fuente: (Mostacero y Mejía, 1993) Citado por.³³

2.3.9 Variedades de la papa

El Perú es el país con mayor diversidad de papas en el mundo, al contar con 8 especies nativas domesticadas *Solanum curtilobum*, *Solanum tuberosum* subsp. *Tuberosum*, *Solanum tuberosum* subsp. *Andigena*, *Solanum juzepczukii*, *Solanum chaucha*, *Solanum ajanhuiri*, *Solanum phureja*, *Solanum stenotomum* y más de 3,000 variedades, de las 5,000 que existen en Latinoamérica. También posee 91 de las 200 especies silvestres del continente, y que generalmente no son comestibles por su sabor amargo y alta toxicidad; sin embargo son las que han dado origen a las variedades domesticadas que hoy se consumen en el mundo.²⁷

En la región Ayacucho entre los años de 1947 a 1997 se registró 421 diferentes variedades de papas cultivadas, tanto como en la provincia de Huamanga, Lucanas, Parinacochas, Paucar de Sara Sara, La Mar, Huanta, Víctor Fajardo y Vilcas Huamán, siendo las provincias con el mayor número de variedades registradas: Paucar de Sara Sara con 88 variedades y la provincia de La Mar con 78 variedades.²⁷

2.3.10 Diversidad de las papas

El Perú es el país de mayor biodiversidad genética de las papas silvestres y cultivadas, razón por el cual se estableció en Lima el Centro Internacional de la Papa (CIP). Así mismo nuestra región constituye una gran reservas de papas silvestres y cultivadas, en el caso de las papas cultivadas encontramos a las papas nativas que son producidas de manera natural y que están adaptadas a condiciones ambientales específicas, por otro lado las papa nativas constituyen un invaluable recurso que es conservado y mantenido por los campesinos andinos de generación en generación.⁷

La papa cultivada son de diversas especies entre ellas podemos encontrar variedades tetraploides con 48 cromosomas ($2n=4x=48$). Sin embargo, en los

Andes también se encuentran variedades cultivadas diploides ($2n=2x=24$), tríploides ($2n=3x=36$) y pentaploides ($2n=5x=60$). En Andes central de América del Sur existen variedades silvestres con 24, 48, 36, 60 y 72 cromosomas.³³

2.3.11 Patogenecidad y magnitud del daño

El rendimiento de la papa puede ser reducido entre 20 y 50% cuando el nivel poblacional del nematodo en el suelo alcanza 16 - 32 huevos/g de suelo, respectivamente. El cultivo puede ser destruido completamente cuando la población inicial del nematodo es de 64 huevos/g de suelo.³⁴

El síntoma típico de la presencia de nematodo de la papa, la marchites temprana o deficiencia de minerales en las plantas de papa asociado con estrés hídrico, síntoma de clorosis y muerte prematura como consecuencia de la alimentación del nematodo, a nivel histológico el daño es representado por necrosis de las células de las raíces atravesadas por los juveniles de segundo estado (J2). Cuando éstos se detienen en el lugar definitivo de alimentación, las células alrededor de la cabeza del nematodo sufren una profunda transformación de 3 a 10 células, la cabeza de cada nematodo se funden, la pared celular engrosa el citoplasma se torna denso y se origina el sincitio multinucleado de alta actividad metabólica el cual es indispensable para la alimentación del nematodo.^{4, 5}

La formación del sincitio ocasiona una interrupción de los vasos cribosos y leñosos limitando notablemente la funcionalidad de las raíces. Debido a esto, las plantas de papa atacadas por el nemátodo presentan crecimiento y rendimiento reducidos, la senectud se anticipa y, a veces, en suelos muy infestados el follaje presenta un ligero amarillamiento. Las reducciones de rendimiento dependen del nivel poblacional del nematodo al momento de la siembra. La magnitud del daño ocasionado por estos patógenos también depende del patotipo, a nivel mundial han sido identificados cinco patotipos de *Globodera rostochiensis* (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5) y seis de *Globodera pallida*: tres en Europa (Pa1, Pa2, Pa3) y tres en la zona andina (P4A, P5A, P6A).^{4, 5}

2.3.12 Factores bióticos y abióticos

El periodo de tiempo que el nematodo necesita para cumplir una generación, desde la penetración del juvenil de segundo estado hasta la formación de quistes con huevos, es de 45-60 días, según las condiciones ambientales. Las condiciones más favorables para el desarrollo del nematodo, son a temperatura de 20-25 °C. Y las condiciones ambientales son desfavorables, como en casos de que la temperatura son mayores a (28°C), presencia de sequías, cuando la planta se aproxima al final del ciclo o bien las raíces están muy dañadas, las

hembras se transforman temprano en quiste y el ciclo se acorta, mientras que, cuando la temperatura del suelo es menor de 20°C, se alarga el ciclo de vida. Estudios comparativos han demostrado que *Globodera pallida* se desarrolla mejor que *Globodera rostochiensis* a bajas temperaturas. Generalmente ocurre una sola generación por cada ciclo de cultivo de la papa. Una segunda generación puede empezar, pero difícilmente es completada; sin embargo, existen datos de que sí es posible.³⁵

Los nemátodos se desarrollan bien en suelos de textura arenosa, turbosa y bien drenada, presentando un contenido en humedad de 50-75 % de la capacidad de agua, probablemente porque es mejor la aireación. Un pH próximo a la neutralidad (pH 6) es el adecuado para su desarrollo.³⁵

2.3.13 Prevención y control del Nemátodo Quiste de la Papa

La siembra alterna o rotación de cultivos son una de las prácticas agronómicas más conocidas y que mejores resultados ha brindado.⁶

La finalidad de estas medidas es evitar el traslado de quistes de parcelas contaminadas a las que aún no lo están y son las siguientes:

- Utilización de papa de siembra certificada.
- Limpiar los ásperos de labranza, maquinaria, calzado, etc. antes de entrar en una parcela no infestada. Se aconseja trabajar en las parcelas contaminadas en último lugar.
- Evitar la entrada de ganado.
- Evitar el monocultivo de papa o cualquier otra solanácea.
- Realizar análisis de tierra con el fin de controlar que la población de nematodos se encuentre sobre 0,3 quistes/g de suelo o menos.³⁶

No existen muchos estudios sobre efecto que pueden tener diferentes rotaciones sobre esta plaga, sin embargo se piensa que ciertas plantas contienen alcaloides que tienen alguna acción biocida, así por ejemplo un cultivo de género *Lupinus spp.*, y de género *Brassica*, liberan su alcaloide al suelo al descomponerse, los cuales aunque no matan a los nematodos actúan interfiriendo el ciclo reproductivo del nematodo que controla bastante bien a la plaga.³⁶

La solarización es un método de pasteurización del suelo que permite suprimir la mayoría de las especies de nematodos patógenos eficazmente, con este método puede llegarse a un nivel de viabilidad por debajo del 10%.³⁵

El control biológico, estos incluyen las bacterias *Pasteuria penetrans*, *Bacillus thuringiensis*, los hongos *Paecilomyces lilacinus*, *Verticillium chlamydosporium*, *Hirsutellarhos siliensis*, *Catenaria spp.*, virus y protozoos.³⁵

Los productos químicos: **fumigantes y no fumigantes**, los primeros tienen acción nematicida y se aplican en pre-siembra por su fitotoxicidad, mientras que el segundo tiene acción paralizante y se aplican a lo largo del cultivo. Gran parte del éxito de estos productos se debe a que aplicados en las primeras etapas del desarrollo vegetativo de la planta la defienden de un ataque temprano, permitiéndole al principio un desarrollo normal.³⁷

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación realizada fue básica - descriptiva

3.2 Caracterización de la zona de estudio

Los lugares de muestreo fueron seleccionados considerando los campos de cultivo donde existe mayor cantidad de parcelas o chacras con producción de las papas nativas y son: Rumichaca, Anccea, Chungui, Sonccopa, Chupón y Pallccas del distrito de Chungui, provincia de La Mar de la región Ayacucho.³⁸

Tablas con zonas de muestreo y coordenadas (ver anexo 2: Tablas)

3.3 Ubicación

3.3.1 Ubicación política

Región : Ayacucho

Provincia : La Mar

Distrito : Chungui

3.3.2 Ubicación geográfica

La geografía del distrito de Chungui muestra gran diversidad de pisos ecológicos que van desde 800 msnm hasta 4,811 msnm, la capital se encuentra a una altitud de 3,499 msnm.

Limita

- Por el Norte y Este con la provincia de La Convención de la región Cusco a través del río Apurímac.
- Por el Oeste con el distrito de Anco de la provincia de La Mar
- Por el Sur y Sur-Oeste con el río Pampas que es la divisora de la región de Apurímac (provincia Chincheros y Andahuaylas).

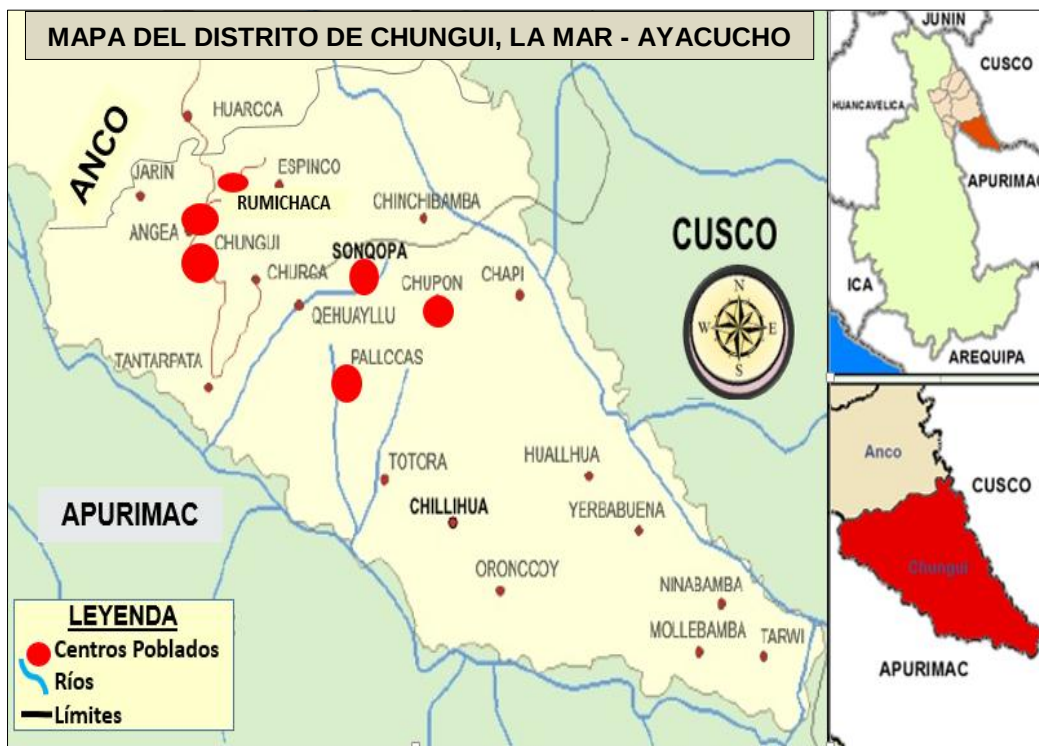


Figura 3: Ubicación de las comunidades muestreadas o zonas de estudio del distrito de Chungui.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población estuvo constituido por campos de cultivo de “papa nativa” procedente de las comunidades: Rumichaca, Anceea, Chungui, Sonccopa, Chupón y Pallccas del distrito de Chungui, provincia de La Mar, de la región Ayacucho.

3.4.2 Muestra

Estuvo constituida por 78 muestras compuestas, cada una conteniendo 1kg/ha de suelos provenientes de campos de cultivo con variedades de papa nativa correspondientes a seis comunidades del distrito de Chungui – La Mar. Las muestras fueron tomadas de acuerdo al criterio del investigador entre los meses de abril a junio del 2016.

3.5 Muestreo

Para el muestreo, se ha seguido la metodología propuesta por Greco N y Crozzoli R, 2002,³⁴. Se realizó un total de 78 muestras compuestas (suelo + raíces) en las siguientes zonas productoras de papa nativa del distrito de Chungui: Pallccas, Chupón, Sonccopa, Chungui, Anceea y Rumichaca. Las sub-muestras tomadas se mezclaron haciendo una mezcla compuesta de 1kg/ha.

Para la obtención del suelo de los puntos de sub-muestreo se realizaron caminatas en zig-zag dentro de cada terreno, tratando de cubrir la mayor parte del terreno, las sub-muestras fueron tomadas con una lampa y/o pico pequeño, la profundidad de muestreo fue de 20-30 cm y luego fueron depositadas dentro de una bolsa plástica con su respectivo etiqueta que contiene el nombre del lugar, altitud, la parcela a la que pertenece, cultivo anterior, variedad de la papa y la fecha de recolección.

3.6 Método de aislamiento

3.6.1 Aislamiento de quiste: Método modificado de Fenwick

Las muestras de suelo tomadas fueron procesadas por medio del aparato de Fenwick (por flotación en agua).⁴

Las muestras fueron seleccionadas y limpiadas de las partículas y otros materiales acompañantes. Se preparó una cierta cantidad de la muestra de suelo previo homogenizado, luego este aparato de Fenwick se llenó con agua, donde se colocó cada muestra de suelo en la parte superior del tamiz, después se pasó a lavar la muestra del suelo dentro del aparato hasta que todo el suelo pase a través del embudo. El material grueso fue retenido en la parte superior del tamiz y otras partículas pesadas del suelo se sedimentaron en la parte inferior del aparato. Los quistes y otros restos orgánicos o partículas que flotaron fueron arrasados por el agua hacia el collar del aparato y fueron colectados en un tamiz de aproximadamente de 0,150 mm, las partículas de menor diámetro pasaron a través del tamiz. Cuando el agua descendente por el collar se presentó limpia, se retiró el tapón de goma de la parte inferior de la jarra para desaguarla y dejar limpio el equipo.⁴

Los quiste y los materiales orgánicos retenidos en el tamiz de 0,150 mm fueron concentrados en un lado del tamiz y con la presión de los chorros de agua de una pizeta se transfirió a un Erlenmeyer de aproximadamente de 500 ml y luego se dejó sedimentar hasta que los quistes y los materiales orgánicos floten por diferencia de densidad; posteriormente se decantó la suspensión sobre un papel filtro. Las muestras debidamente etiquetadas se dejaron secar bajo sombra en el laboratorio.⁴

3.6.2 Obtención de quiste por el método de acetona

Este método se usó con la finalidad de separar los quistes de material vegetal acompañante y otros elementos; de la muestra, se puso a una fiola de aproximadamente de 250 ml, luego en ella se vertió 100 ml de acetona, agitando y completando con acetona hasta enrasar.⁴

Después de 3-4 min se procedió a verter el sobrenadante sobre el papel filtro armado en un embudo; finalmente se retiró el papel filtro con la muestra y se dejó secar al medio ambiente.⁴

3.6.3 Obtención de quistes puros por rodamiento

Las muestras obtenidas con el procedimiento anterior aún contiene material acompañante o partículas orgánicas e inorgánicas, por lo que se empleó la técnica de rodamiento, que consistió en colocar la muestra en un extremo del papel bond A4, haciendo una ligera inclinación del papel y con movimientos suaves, los quistes rodaron sobre el papel y fueron las muestras obtenidas con el procedimiento anterior aún contiene material acompañante o partículas orgánicas e inorgánicas recepcionadas en placas de petri.³⁹

3.7 Incidencia

Para determinar la incidencia de Nemátodo Quiste de la Papa (NQP) de los campos evaluados, se utilizó la siguiente fórmula.⁴

$$\% \text{ INCIDENCIA} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas afectadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de parcelas muestreadas}} \times 100$$

3.8 Nivel de infestación

Para determinar el nivel de infestación del suelo que a su vez corresponde a la densidad de la población de nematodos (NI = Huevos y estados juveniles/g. de suelo), para lo cual, se utilizó la siguiente fórmula.³⁹

$$NI = \frac{QXH}{100}$$

NI = Nivel de infestación (huevos/g. de suelo)

Q = N° de quistes/100 g. de suelo

H = N° de huevos/quiste

Tabla 2: Niveles de infestación por *Globodera sp.*, y pérdidas de rendimiento en base al número de huevos +J2/g de suelo.¹⁹

Nivel de infestación del suelo	Huevos + J2/g de suelo	Pérdidas de rendimiento (%)
Limpio	0,00	0
Incipiente	1,00 – 5,00	5
Media	5,10 – 15,00	13
Población alta	15,10 – 35,00	45
Población muy alta	> 35,00	58

3.9. Reconocimiento de especies de *Globodera* sp; “NQP”

3.9.1 Procedimiento

1. Se utilizó cuatro quistes por cada población aislada.
2. Se ablandó los quistes por 48 h con glicerina.
3. Se colocó un quiste ablandado en una lámina porta objetos con una gota de agua
4. Bajo un estereoscopio se cortó la región terminal del quiste utilizando el bisturí.
5. Se retiró los huevos o restos de la región terminal utilizando una aguja de disección
6. Se recortó el exceso de cutícula de la región de la fenestra dejando la región anal intacta.⁴

Para la identificación especie de *Globodera* se tomaron en cuenta las características morfo-anatómicas (ver tabla 1) y claves taxonómicas principales.⁴⁰ (ver anexo 2, tabla 18)

3.10 Determinación de la viabilidad de los quistes

3.10.1 Procedimiento⁴

- Se tomó al azar 20 quistes de *Globodera* sp; y se colocaron en 1 ml de agua en un triturador de quistes (Siracusa), procediendo a triturarlos; luego esta fue estandarizada con agua destilada a 30 ml en un beaker y en plena agitación.
- Se homogenizó con una bomba de aire para pecera, se tomó 1 ml de la suspensión con una pipeta y se depositó en cada cuadrante de la placa de conteo; se repitió este procedimiento por 4 veces (tres alícuotas).
- Con un estereoscopio y un microscopio se contabilizó el número de huevos y larvas de cada repetición.
- La viabilidad total del inoculo se calculó con la siguiente formula:

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

Dónde:

VT = Viabilidad total

X = promedio de huevos y estados juveniles de 4 alícuotas

Q = n° de quistes triturados

3.11 Análisis estadístico

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el Software EXCEL y fueron sometidos a análisis estadístico descriptivo para determinar la incidencia y el nivel de infestación.

IV. RESULTADOS

Tabla 3: Incidencia de *Globodera pallida* en campos de cultivo de “papa nativa” del distrito de Chungui, provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.

Distrito	Localidad	Altitud (msnm)	N° de muestras	Campos		% Incidencia
				No infestado	Infestado	
Chungui	Pallccas	3657 - 4254	16	3	13	81,25
Chungui	Chupón	3727 - 4088	14	14	0	0,00
Chungui	Sonccopa	3703 - 3858	12	8	4	33,33
Chungui	Chungui	3582 - 4041	12	3	9	75,00
Chungui	Anccea	3678 - 3922	12	6	6	50,00
Chungui	Rumichaca	3504 - 3860	12	12	0	0,00
Total			78	46	32	
%			100	59	41	

Tabla 4: Nivel de infestación de *Globodera pallida* en la comunidad de Pallccas distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.

N° de muestras	Localidad	Q	H	NI	Nivel de infestación (N° de huevos+J2/g de suelo)				
					Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy alta
					0	(1,0-5,0)	(5,1-15,0)	(15,1-35,0)	(>35,1)
1	Pallccas	0	0	0	1	0	0	0	0
2	Pallccas	33	28	9,24	0	0	1	0	0
3	Pallccas	0	0	0	1	0	0	0	0
4	Pallccas	2	0	0	1	0	0	0	0
5	Pallccas	119	66,2	78,78	0	0	0	0	1
6	Pallccas	4	0	0	1	0	0	0	0
7	Pallccas	10	14,8	1,48	0	1	0	0	0
8	Pallccas	6	35	2,1	0	1	0	0	0
9	Pallccas	12	30,5	3,66	0	1	0	0	0
10	Pallccas	16	19,2	3,07	0	1	0	0	0
11	Pallccas	11	17,1	1,88	0	1	0	0	0
12	Pallccas	0	0	0	1	0	0	0	0
13	Pallccas	67	76	50,92	0	0	0	0	1
14	Pallccas	458	61,5	281,67	0	0	0	0	1
15	Pallccas	641	67,5	432,68	0	0	0	0	1
16	Pallccas	3	0	0	1	0	0	0	0
Total de muestra			16		6	5	1	0	4
%			100		37,5	31,25	6,25	0	25

Tabla 5: Nivel de infestación de *Globodera pallida* en la comunidad de Sonccopa del distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.

Nº de muestras	Localidad	Q	H	NI	Nivel de infestación (Nº de huevos+J2/g de suelo)				
					Libre 0	Incipiente (1,0-5,0)	Media (5,1-15,0)	Alta (15,1-35,0)	Muy alta (>35,1)
1	Sonccopa	0	0	0	1	0	0	0	0
2	Sonccopa	15	21	3,15	0	1	0	0	0
3	Sonccopa	73	37,2	27,16	0	0	0	1	0
4	Sonccopa	0	0	0	1	0	0	0	0
5	Sonccopa	0	0	0	1	0	0	0	0
6	Sonccopa	11	26	2,86	0	1	0	0	0
7	Sonccopa	0	0	0	1	0	0	0	0
8	Sonccopa	0	0	0	1	0	0	0	0
9	Sonccopa	0	0	0	1	0	0	0	0
10	Sonccopa	22	13	2,86	0	1	0	0	0
11	Sonccopa	0	0	0	1	0	0	0	0
12	Sonccopa	0	0	0	1	0	0	0	0
Total de muestra			12		8	3	0	1	0
%			100		66,67	25	0	8,33	0

Tabla 6: Nivel de infestación de *Globodera pallida* en la comunidad de Chungui del distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.

N° de muestras	Localidad	Q	H	NI	Nivel de infestación (N° de huevos+J2/g de suelo)				
					Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy alta
					0	(1,0-5,0)	(5,1-15,0)	(15,1-35,0)	(>35,1)
1	Chungui	14	34,4	4,82	0	1	0	0	0
2	Chungui	0	0	0	1	0	0	0	0
3	Chungui	18	48,93	8,81	0	0	1	0	0
4	Chungui	2	0	0	1	0	0	0	0
5	Chungui	5	35	1,75	0	1	0	0	0
6	Chungui	0	0	0	1	0	0	0	0
7	Chungui	0	0	0	1	0	0	0	0
8	Chungui	159	67,5	107,33	0	0	0	0	1
9	Chungui	10	40,83	4,08	0	1	0	0	0
10	Chungui	11	50,85	5,59	0	0	1	0	0
11	Chungui	3	0	0	1	0	0	0	0
12	Chungui	88	92,6	81,49	0	0	0	0	1
Total de muestra			12		5	3	2	0	2
%			100		41,67	25	16,67	0	16,67

Tabla 7: Nivel de infestación de *Globodera pallida* en la comunidad de Anccea del distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.

N° de muestras	Localidad	Q	H	NI	Nivel de infestación (N° de huevos+J2/g de suelo)				
					Libre 0	Incipiente (1,0-5,0)	Media (5,1-15,0)	Alta (15,1-35,0)	Muy alta (>35,1)
1	Anccea	0	0	0	1	0	0	0	0
2	Anccea	66	28	18,48	0	0	0	1	0
3	Anccea	0	0	0	1	0	0	0	0
4	Anccea	3	0	0	1	0	0	0	0
5	Anccea	30	26,1	7,83	0	0	1	0	0
6	Anccea	8	20,5	1,64	0	1	0	0	0
7	Anccea	4	0	0	1	0	0	0	0
8	Anccea	0	0	0	1	0	0	0	0
9	Anccea	0	0	0	1	0	0	0	0
10	Anccea	30	32,5	9,75	0	0	1	0	0
11	Anccea	0	0	0	1	0	0	0	0
12	Anccea	0	0	0	1	0	0	0	0
Total de muestra			12		8	1	2	1	0
%			100		66,67	8,33	16,67	8,33	0

Tabla 8: Nivel de infestación de *Globodera pallida* en la comunidad de Chupón del distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.

N° de muestras	Localidad	Q	H	NI	Nivel de infestación (N° de huevos+J2/g de suelo)				
					Libre 0	Incipiente (1,0-5,0)	Media (5,1-15,0)	Alta (15,1-35,0)	Muy alta (>35,1)
1	Chupón	0	0	0					
2	Chupón	0	0	0					
3	Chupón	0	0	0					
4	Chupón	0	0	0					
5	Chupón	0	0	0					
6	Chupón	0	0	0					
7	Chupón	0	0	0					
8	Chupón	0	0	0					
9	Chupón	0	0	0					
10	Chupón	0	0	0					
11	Chupón	0	0	0					
12	Chupón	0	0	0					
13	Chupón	0	0	0					
14	Chupón	0	0	0					
Total de muestra			14		-	-	-	-	-
%			100		-	-	-	-	-

Tabla 9: Nivel de infestación de *Globodera pallida* en la comunidad de Rumichaca del distrito de Chungui - provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.

N° de muestras	Localidad	Q	H	NI	Nivel de infestación (N° de huevos + J2/g de suelo)				
					Libre 0	Incipiente (1,0-5,0)	Media (5,1-15,0)	Alta (15,1-35,0)	Muy alta (>35,1)
1	Rumichaca	0	0	0					
2	Rumichaca	0	0	0					
3	Rumichaca	0	0	0					
4	Rumichaca	0	0	0					
5	Rumichaca	0	0	0					
6	Rumichaca	0	0	0					
7	Rumichaca	0	0	0					
8	Rumichaca	0	0	0					
9	Rumichaca	0	0	0					
10	Rumichaca	0	0	0					
11	Rumichaca	0	0	0					
12	Rumichaca	0	0	0					
Total de muestras			12		-	-	-	-	-
%			100		-	-	-	-	-

Tabla 10: Nivel de infestación del Nemátodo Quiste de la Papa, *Globodera pallida* en el distrito de Chungui – provincia de La Mar de región Ayacucho, 2016.

Nº	Localidad	Nº de Muestras	Nivel de infestación (Nº de huevos+J2/g de suelo)				
			Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy alta
			0	(1,0-5,0)	(5,1-15,0)	(15,1-35,0)	(>35,1)
1	Pallccas	16	6	5	1	0	4
2	Chupón	14	14	0	0	0	0
3	Sonccopa	12	8	3	0	1	0
4	Chungui	12	5	3	2	0	2
5	Anccea	12	8	1	2	1	0
6	Rumichaca	12	12	0	0	0	0
Total de muestra		78	53	12	5	2	6
%		100	67,95	15,38	6,41	2,56	7,69

Tabla 11: Identificación de especie de *Globodera pallida* en las seis comunidades del distrito de Chungui, La Mar – Ayacucho, 2016.

Comunidad	Código	N° de estrías (ano - fenestra)	Distancia ano- fenestra (µm)	Forma de la fenestra	Color del quiste	Forma de las protuberancias basales del estilete	Especie
Pallccas	P-2	11	29,9	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Pallccas	P-5	12	42,5	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Pallccas	P-7	12	49,2	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Pallccas	P-8	12	40,6	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Pallccas	P-9	12	38,2	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Pallccas	P-10	11	29,9	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Pallccas	P-11	10	38,3	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Pallccas	P-13	10	38,4	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Pallccas	P-14	12	41,6	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Pallccas	P-15	11	40,2	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Sonccopa	S-2	10	42,3	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Sonccopa	S-3	12	47,3	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Sonccopa	S-6	11	44,6	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Sonccopa	S-10	12	45,2	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Chungui	Ch-1	12	38,6	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Chungui	Ch-3	11	40,2	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Chungui	Ch-5	11	37,6	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Chungui	Ch-8	11	42,1	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Chungui	Ch-9	12	36,5	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Chungui	Ch-10	12	39,2	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Chungui	Ch-12	12	39,7	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Anccea	Ancc-2	12	47,2	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Anccea	Ancc-5	12	39,7	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Anccea	Ancc-6	10	38,6	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Anccea	Ancc-10	11	42,5	Ovular	Crema	Forma de ancla apuntada hacia adelante	pallida
Rumichaca	Rum 1-12	0	0	-	-	-	-
Chupón	Chup 1-14	0	0	-	-	-	-

V. DISCUSIÓN

En la **tabla 3**, se muestra la incidencia de *Globodera pallida*, se presentó en la comunidad de Pallccas, con 81,25% de un total de 16 campos de cultivos evaluados; el alto valor de incidencia probablemente se debe a la utilización de semillas infestadas con el nemátodo, variedades de papa “nativas” adquiridas de otras comunidades; otra razón posible, es la práctica del monocultivo con rotaciones de periodos muy cortos, generalmente de 2 a 3 años; también puede ser por el uso del arado “chakytaccla”, azadones, lampas y otras herramientas adheridos con el NQP, por no haber garantizado su limpieza y desinfección correspondiente para su uso en el sembrío y manejo agronómico hasta la cosecha de los tubérculos.

Agrios G, 2005,¹ menciona que el determinante de la presencia y multiplicación del NQP está referido a las variedades de la papa, que en interacción con el nemátodo NQP presentan niveles de respuesta diferenciales pudiendo ser susceptibles, tolerantes y resistentes. Corroborado por Nicolás H, 2004,³⁸ en su trabajo de investigación realizado sobre incidencia de NQP en campos de cultivo de variedades de papa nativas en cinco comunidades del distrito de Chungui – La Mar, da cuenta haber determinado una incidencia del NQP en un 51,5% de la totalidad de comunidades muestreadas con 34 muestras, reporta también que el 48,5% de los campos de cultivo se hallan libres del NQP.

Una vez establecidos el NQP en campos de cultivo, su desarrollo, crecimiento, reproducción y su densidad poblacional no depende sólo del factor hospedante, sino primordialmente de factores ambientales: temperatura, humedad, altitud; tipo de suelo, pH, entre otros. Canto M, 1987,⁴¹ menciona a *Globodera pallida* como una especie que posee razas muy virulentas (razas PA1, PA2, PA3, PA4) y está adaptada a rangos de mayor amplitud de variaciones de condiciones ambientales. Respecto a la temperatura, Torres H, 2002,²² indica que *Globodera*

pallida desarrolla mejor entre 13 y 17 °C y que la diferencia de temperaturas pueden tener también efecto en la distribución de ambas especies de Globodera, parece que *G. rostochiensis* requiere una temperatura óptima mayor que *Globodera pallida*; esto coincide con la ubicación y aspectos climatológicos y geográficos de la comunidad de Pallccas del distrito de Chungui.

Así mismo, en la **tabla 3**, se muestra la incidencia de NQP en las comunidades de Chungui de un total de 12 campos de cultivos evaluados, presenta el 75%, Anccea de 12 campos de cultivo el (50%) y Sonccopa de 12 campos de cultivo el (33,3%) respectivamente se encuentran infestados con NQP, son explicados por los mismos factores o causas determinados en la presente investigación, para cada comunidad.

Los resultados de análisis nematológico en la **tabla 3**, en las comunidades de Chupón y Rumichaca, de (14-12) muestras de cultivo evaluados respectivamente, presentan la ausencia de *Globodera pallida*; es decir se encuentran libres del NQP, una de las razones elementales es, por conocimiento ancestral, los agricultores de estas comunidades tienen por práctica rigurosa la rotación de cultivos y de descanso prolongado de terrenos; alternan su rotación con leguminosas como el *Lupinus mutabilis* “tarwi” y *Tropaeolum sp.* “mashua”, además porque garantizan al utilizar sus propias semillas que, posiblemente se hallan libres de patógenos y del NQP. Corroborado por; Núñez A, 2003,¹¹ en la Provincia de Sucre – Ayacucho, reporta de un total de 90 campos de cultivo de papa el 62% se halló libre de NQP; aduce que 56 campos de cultivo libres, se deben a que los agricultores de esta zona practican rotación de cultivos y autoabastecimiento de semillas. Román J, 1984,⁴² sustenta a razón de la práctica de rotación de cultivo, manejo agroecológico adecuado, uso de material orgánico, siembra de cultivos resistentes y plantas susceptibles por un periodo de 3 a 4 años indicando que son los métodos más efectivos para reducir las poblaciones de nematodos, donde los materiales orgánicos incrementan las poblaciones de enemigos naturales y producen algunos ácidos orgánicos nocivos a los nematodos. También menciona; Nicolás H, 2004,³⁸ en su trabajo de investigación sobre incidencia del NQP en el distrito de Chungui – La Mar, determinó de un total de 66 muestras (100%), se hallaron libres el 48,5% (32 muestras), sustenta que éste porcentaje de campos libres se debe a la práctica de descanso de los terrenos de cultivo. Coincide con; Gómez A, 2004,¹⁷ donde determinó la incidencia de NQP en distrito de Luricocha y Huanta como libres el

71,4% de un total de 125 muestras; aduce al descanso prolongado de los terrenos de cultivo de papa y que se debe principalmente a la siembra de variedades nativas, práctica de rotación de cultivo, mayormente emplean su producción para autoconsumo y se autoabastecen de semillas

Por otro lado Franco, et al. 1999,⁴³ señalan que la ausencia o menor presencia de *Globodera sp.*, en altitudes mayores a 3,000 m.s.n.m. guardan relación con la lejanía de los caminos y vías de ingreso para vehículos, uso de semilla propia de papa por parte del agricultor, con descanso prolongado de suelos mayores a cinco años y con las rotaciones de cultivos de leguminosas y cereales.

En la tabla 4, se muestra el nivel de infestación de nemátodo quiste de la papa (NQP) en el distrito de Chungui, comunidad de Pallccas, donde se determinó en 16 campos de cultivo de papa nativa, haciendo el uso de conteo de quistes, número de huevos que van en rangos de 432,6 huevos + J2/g de suelo y el nivel de infestación donde se determinó en (6 campos de cultivo) el 37,5% libre; (5 campos de cultivo) el 31,25% incipiente; (1 campo de cultivo) el 6,25% media; el 0% alta y (4 campos de cultivo) el 25% muy alta, es decir que en esta comunidad existe una población muy alta de NQP, el rango de infestación refleja una pérdida en el rendimiento de la producción siendo más perjudicial para los productores de papa nativa, esto se debe probablemente que realizan una mala práctica agronómico y uso de monocultivo, también podría ser por la introducción de variedades de semillas de papa, principalmente de otras localidades más cercanas como de la provincia de Chincheros y Andahuaylas¹³; por otro lado existe algunos mecanismo de los nemátodos que generen mayor resistencia frente al cultivo de la papa. Corroborado por; Agrios G, 2010,⁴⁴ la homogeneidad genética de los cultivos de papa los hace más susceptibles a una epidemia que afecte a toda la población. Este riesgo se ve aumentado por la presencia de genotipos bien adaptados de patógenos. Además, el daño provocado por un patógeno es puerta de entrada para otros patógenos, potenciando los efectos negativos sobre la planta de papa. Es decir cuando hay mayor variabilidad genética de la planta de papa hay menor nivel de infestación de los nemátodos. Menciona también; Madriz K, 2002,⁴⁵ el monocultivo porta un solo gen de resistencia por ello es recomendable como una alternativa es sembrar conjuntamente variedades que porten distintos genes, permitiendo así disminuir el nivel de infestación de población de los nemátodos. Así mismo, Buchanan et al. 2000,⁴⁶ afirma que una de las determinantes de existencia de mayor nivel de

infestación, son las condiciones ambientales de la zona o algunas interacciones frente al nemátodo y la planta como las interacciones compatibles, ocurren cuando las condiciones ambientales son favorables, si las defensas preformada de las plantas son inadecuadas, si la planta falla en detectar al patógeno e incluso si las respuestas de defensa activadas son inefectivas por ello hay mayor incremento de nivel de infestación de los nemátodos, esto se refleja en la comunidad de Pallccas del distrito de Chungui.

En la tabla 5, muestra el nivel de infestación de NQP en el distrito de Chungui, comunidad de Sonccopa, donde se determinó de 12 campos de cultivo, haciendo el uso de conteo de quistes, número de huevos con rango de 27,15 huevos + J2/g de suelo y los niveles de infestación de (8 campos de cultivo) el 66,6% libre; (3 campos de cultivo) el 25% incipiente; el 0% media; (1 campo de cultivo) el 8,3% alta y 0% muy alta de infestación, en donde según la encuesta realizada a los pobladores mencionan, que pocas veces lo realizan rotación de cultivo, por tener escasos campos de cultivo, hacen el mal uso de herramientas de trabajo y también hay presencia de ingreso de animales a terrenos de cultivo de papa nativa, es por ello la presencia de NQP, en esta comunidad.

En la tabla 6, muestra el nivel de infestación de NQP en el distrito de Chungui, comunidad de Chungui, se determinó en 12 campos de cultivo, haciendo el uso de conteo de quistes, número de huevos con rango de 107,3 huevos + J2/g de suelo y el nivel de infestación en los campos reportados fueron en (5 campos de cultivo) el 41,6% libre; (3 campos de cultivo) el 25% incipiente; (2 campos de cultivo) el 16,6% media; 0% alta y (2 campos de cultivo) el 16,6% muy alta de infestación de NQP, estos niveles de infestación reflejan una pérdida en el rendimiento de la producción de la papa, en esta comunidad realizan el monocultivo, ausencia de práctica la rotación de cultivos e introducción de semillas de otras zonas infestadas.

En la tabla 7, muestra el nivel de infestación de NQP en el distrito de Chungui, comunidad de Anccea, se determinó en 12 campos de cultivo, haciendo el uso de conteo de quistes, número de huevos con rango de 18,4 huevos + J2/g de suelo y el nivel de infestación reportado fue de (8 campos de cultivo) el 66,6% libre; (1 campo de cultivo) el 8,33% incipiente; (2 campos de cultivo) el 16,6% media; (1 campo de cultivo) el 8,33% alta y 0% muy alta de nivel de infestación de NQP, los niveles de infestación reflejan una pérdida del rendimiento de producción. Según la encuesta realizada a los agricultores mencionan también,

que se realiza el monocultivo, hay ausencia de práctica la rotación de cultivos y uso inadecuado de las herramientas.

En la tabla 8, muestra el nivel de infestación de NQP en el distrito de Chungui, comunidad de Chupón, se analizó de un total de 14 campos de cultivo de papa, en donde resultó que el 100% de campos de cultivo se encuentran libres de Nemátodo Quiste de la Papa (NQP).

En la tabla 9, muestra el nivel de infestación de NQP en el distrito de Chungui, comunidad de Rumichaca, se analizó un total de 12 campos de cultivo de papa, en el cual también resultó que el 100% de campos de cultivo se encuentran libres de Nemátodo Quiste de la Papa (NQP). Esto se debe probablemente que existe un mejor manejo agronómico, autoabastecimiento de semillas, el periodo de rotación de cultivo lo realizan en un periodo más prolongado, utilizan materiales orgánicos como fertilizantes y también son zonas con excesiva humedad y mal drenado. Corroborado por; Asiegbu et al. 1995,⁴⁷ señala que la presencia de la humedad genera un medio anaerobio, esto incrementa las concentraciones de gases orgánicos como el metano, que son tóxicos para los nemátodos por ello es posible la ausencia de este nemátodo en estas comunidades. Por otro lado; Glazebrook J, 2005,⁴⁸ afirma la presencia de algunas plantas en el terreno de cultivo de papa, que pueden presentar mecanismos de defensa mediante efectores, con producción de metabolitos, proteínas y acumulación de calosa y lignina, este mecanismo es posible que se pudo dar en estas comunidades. Por otro lado a más tiempo de descanso de terrenos de cultivo, la población de nemátodos tiende a reducirse, es probablemente por las afirmaciones mencionadas la ausencia de NQP en estas comunidades de Chupón y Rumichaca del distrito de Chungui.

En la tabla 10, muestra el nivel de infestación del distrito de Chungui en las seis comunidades evaluadas de un total de 78 campos de cultivo de papa nativa, que el nivel de infestación va de (53 campos de cultivo) el 67,95% libre; (12 campos de cultivo) el 15,38% incipiente; (5 campos de cultivo) el 6,41% media; (2 campos de cultivo) el 2,56% alta y (6 campos de cultivo) el 7,69% muy alta; con un rango de infestación de 432,6 huevos+J2/g de suelo. El nivel bajo de infestación se debe a que mayor parte de las comunidades evaluadas lo realizan la práctica de rotación de cultivo por tiempos muy prolongados. Menciona, Asiegbu et al.1995,⁴⁷ que estos nematodos son muy sensibles a los cambios en su hábitat, uso de abonos orgánicos y la presencia de alto nivel de infestación es

por la práctica de monocultivo, uso de herramientas inadecuadas e intercambio entre comunidades de semillas de papa infestadas, la labranza en el cultivo de papa es una de las que más efectos negativos tiene en las propiedades del suelo, debido al tipo de barbecho, además del movimiento del suelo realizado durante la cosecha de los tubérculos. Corroborado por; Román J y Acosta N, 1984,⁴² que guardan relación con su lejanía de los caminos y vías de ingreso para vehículos, el uso de semilla propia de papa por parte del agricultor, con el descanso prolongado de los suelos (>5 años) y con las rotaciones de cultivos con leguminosas y cereales. Nicolás H, 2004,³⁸ muestra en sus resultados de nivel de infestación del NQP en el distrito de Chungui donde se determinó que el rango de infestación, es de 0,0-281,9 huevos+J2/g de suelo. En Rumichaca se determinó un rango de infestación de 0,0-25,2 huevos+J2/g de suelo. El análisis nematológico de las muestras (40%) infestadas de los 10 campos de producción de papas nativas, en Anccea de 10 campos de cultivo evaluados, tres muestras (30%) resultaron con un nivel de infestación incipiente, en Chungui, el rango de infestación de las muestras infestadas fue de 0,9 – 281,9 huevos+J2/g de suelo. El nivel de infestación alto y muy alto se debe principalmente que, en estas comunidades evaluadas se practica el monocultivo, básicamente de papas nativas y la presencia de los niveles bajos de infestación de los terrenos evaluados se debe por la presencia de quistes viejos y poco viables, con muy poco contenido de huevos, probablemente por los largos periodos de descanso que practican los agricultores en esta zona.

Mientras tanto; Pocco V, 2006,¹⁸ en sus resultados evaluados en la provincia de Sucre y sus distritos, señala que de 90 muestras evaluadas, el 28 % de los suelos reporta la presencia del Nemátodo Quiste de la Papa (NQP). El nivel de infestación reportado en los campos de cultivo presentan un rango de 0,0-32,4 huevos + J2/g de suelo. Las localidades de Corralpata, Morcolla, Larcay y Huayhuani, que representan el 4,4 % del total de las muestras. Que reporta niveles altos de infestación en campos de cultivo en donde se practica el monocultivo, mientras en campos donde se presentó niveles bajos de infestación se practica la rotación de cultivos, con los cultivos de cebada y quinua, coinciden con los resultados de Franco J et al.1999,⁴³ que donde se practica rotaciones de cultivo con leguminosas y cereales hay ausencia de *Globodera sp.* Por otro lado; Gómez A, 2004,¹⁷ en su trabajo de investigación realizada en la provincia de Huanta y distrito de Huamanguilla reportó en las localidades de Antacocha,

Ichupampa y Luichopampa, los resultados indicaron que, en 7 muestras (15,5%) es alto y 15 muestras (33,3%) muy alto respectivamente y el rango de infestación fue de 22,06-180,08 huevos+J2/g de suelo. Luego se concluyó que los agricultores, propietarios de estos campos infestados, comunicaron que los periodos de rotación son muy cortos y existe la práctica intensiva de monocultivo con variedades susceptibles con periodos de descanso de aproximadamente de (1-2) años. Corroborado por; Palomino J y Yaringaño T, 2002,⁴⁹ menciona que en provincia de Concepción de las 120 muestras de cultivo presenta en sus campos de producción los niveles de infestación libres (39,16%), incipientes (10,83%), medias (10%), altas (5%) y muy alta (35%). Rango de infestación va de 0-300,6 huevos+J2/g de suelo. Los campos con niveles de infestación incipientes o muy altas precisamente, son zonas eminentemente paperas, en las cuales se destinan año tras año al monocultivo, otro factor importante es por el tipo de suelo existente, color rojizo, sueltos, presencia de minerales y uso de semillas infestadas; los campos libres de NQP son principalmente por la rotación de cultivos (papa – hortaliza – gramíneas - leguminosas) que practican los agricultores. A mayor tiempo de descanso que tenga el terreno de cultivo se detecta la densidad muy baja de nemátodo, por lo tanto el daño que genera es menor sobre el cultivo de la papa.⁵⁰

En la tabla 11, muestra los resultados de la determinación de *Globodera pallida* en el distrito de Chungui en los seis comunidades muestreadas: Pallccas, Chungui, Anccea, Sonccopa, Chupón y Rumichaca. El reconocimiento de especies de *Globodera* se realizó teniendo en cuenta los siguientes parámetros: Morfoanatómicas, patrones perineales de quistes (número de estrías entre el ano y la fenestra), la distancia entre el ano y la fenestra, la coloración de quistes y la comparación con las claves taxonómicas. Donde en las cuatro comunidades: Pallccas, Chungui, Anccea, Sonccopa, al realizar el análisis nematológico, se determinó que el quiste es de color crema, el ano y la fenestra está entre 10 - 12 pliegues), la distancia entre el ano y la fenestra está entre 29,9-47,3 μm), la forma de fenestra es ovular y la forma de protuberancias basales del estilete en forma de ancla apuntando hacia adelante, así mismo se comparó con las claves taxonómicas de Sosa C, 1997,⁴⁰ y se concluyó la presencia de especie: *Globodera pallida* y por otro lado en dos comunidades restantes: Chupón y Rumichaca no se halló ninguna especie de *Globodera*. Coincide con, Nicolás H, 2004,³⁸ en sus resultados de estudios nematológicos en la provincia de La Mar

en los distritos de (Tambo, Anco y Chungui) de las medidas morfométricas realizadas en el diseño perineal de los quistes; se determinó teniendo en cuenta tres parámetros tales como: La distancia del ano a la fenestra entre 25 a 35 μm , el número de pliegues entre el ano que va de 10-13 pliegues y la forma de la fenestra es oval o curvo hacia afuera. Por lo tanto en conclusión con los parámetros evaluados nos demuestra la presencia de *Globodera pallida*. Corroborando con Franco J et al. 1993,⁶ en el Perú predomina la especie de *Globodera pallida* con infestaciones localizadas de *G. rostochiensis* en las regiones sureños de Arequipa y Puno.

Los estudios realizados por Palomino J y Yaringaño T, 2002,⁴⁹ de morfometría de segundos estados juveniles (J2) y de la zona perineal de quiste en 94 poblaciones evaluadas en 5 provincias del departamento de Junín, indican que los rangos de longitud del estilete están entre 23 - 46 μm , con la orientación del nódulo del estilete dirigido hacia adelante. El número de estrías entre el ano y la fenestra de 6 -11 pliegas, la longitud de la fenestra de 23-33 μm , distancia del ano a la fenestra de 42- 54 μm y concluye que la especie existente en el departamento de Junín es *Globodera pallida*.

VI. CONCLUSIONES

1. La incidencia de *Globodera pallida*, para las zonas de muestreo fue de 41% en el distrito de Chungui de un total de 78 campos de cultivo entre las comunidades de: Pallccas de 16 campos de cultivo el 81,25%, Sonccopa de 12 (33,33%), Chungui de 12 (75%) y Anccea 12 (50%) respectivamente se encuentran infestadas. Mientras las comunidades de Chupón de 14 campos de cultivo y Rumichaca de 12 campos de cultivo el 100% se encuentran libres de NQP.
2. El nivel de infestación de *Globodera pallida* para los campos de cultivo de *Solanum spp.*, en las comunidades del distrito de Chungui es de: Pallccas 37,5% libre, 31,25% incipiente, 6,25% media, 0,0% alta, 25% muy alta y el rango de 432,6 huevos+J2/g de suelo, Sonccopa el 66,6% libre, 25% incipiente, 0% media, 8,3% alta, 0% muy alta y el rango es de 27,15 huevos+J2/g de suelo, Chungui el 41,6% libre, 25% incipiente, 16,6% media, 0% alta, 16,6% muy alta y el rango es de 107,3 huevos+J2/g de suelo, Anccea el 66,6% libre, 8,33% incipiente, 16,6% media, 8,33% alta, 0% muy alta y el rango es de 18,4 huevos + J2/g de suelo, se encuentran infestados de NQP. Mientras en las comunidades de Chupón y Rumichaca el 100% de los campos de cultivo se encuentran libres de NQP.
3. La especie de nemátodo identificado en el distrito de Chungui es la *Globodera pallida*.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones sobre la incidencia y nivel de infestación tanto en otros distritos de la provincia de La Mar para completar el mapeo de *Globodera sp.*, en la región de Ayacucho.
2. Que el Ministerio de Agricultura y otras instituciones que apoyen este tipo de trabajos de investigación, proporcionando los materiales adecuadas y el financiamiento correspondiente para una mejor prospección de los campos de cultivo.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Agrios G. Plantpathology. 5th edition. Nueva York - EE:UU: El sevier Academic Press; 2005: 922 p.
2. Santamaría J, León C, Sifuentes E, Albújar V y Cajas J. Boletín Estadístico de Agrícola, Pecuaria y Avícola. Lima – Perú: MINAGRI; 2016.
3. Egúsqiza R. "La papa": Producción, transformación y comercialización. Lima-Perú: A - B. Prisma y proyecto papa andina; 2000: 192 p.
4. Franco J y Gonzales A. Manejo integrado del nemátodo quiste de la papa. Lima – Perú: CIP- PROINPA; 1993.
5. Franco y Rincón. Investigaciones Nematológicas Internacionales en Programas Latinos Americanas de Papa. Lima - Perú: CIP; 1985.
6. Franco J, Gonzáles A y Matos A. manejo integrado de nematodos quiste de la papa. Lima-Perú y Cochabamba-Bolivia: Programa de investigación (CIP)- Programa de Investigación de la Papa (PROINPA); 1993: 172 p.
7. Centro Internacional de la Papa (CIP) y Federación Departamental de Comunidades Campesinas de Huancavelica (FEDECCH). Catálogo de variedades de papa nativa en Huancavelica. 3^{ra} ed. Perú; 2006: 206 p.
8. Franco J. Densidad Dañina Mínima de *Globodera spp*. Lima - Perú: CIP- PROINPA; 1997.
9. Roldan E. Estudio de los nemátodos formadores de quistes en papa *Solanum tuberosum L.*, para descartar la presencia del nematodo dorado de la papa en el municipio de Jalapa, Jalapa. [Tesis Pregrado]. Guatemala. Instituto de Investigaciones Agronómicas, Universidad de San Carlos de Guatemala; 2005: 92.
10. Martínez A. Densidad poblacional de quistes y larvas (J2) *Globodera rostochiensis* en suelos cultivados con papa en el Paisano Municipio de las Vigas de Ramírez. [Tesis Pregrado]. México: Facultad de Ciencias Agrícolas Xalapa, Universidad Veracruzana; 2011.
11. Núñez A. Densidad de población de quistes de *Globodera rostochiensis* Woll. en el Cofre de Perote, Veracruz. Revista Mexicana de Fitopatología, A.C. México. [revista en Internet]. 2003 Diciembre. [acceso 20 de marzo de 2014]; 21(2): 207-213. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221216>
12. Franco J y Gonzáles A. Perdidas por el nemátodos quiste de la papa (*Globodera spp.*) en Bolivia y Perú. Revista Latinoamericana de la Papa, Fundación PROINPA - ONG DESOAGRO. Cochabamba - Bolivia y Lima - Perú. 2011; 16 (2): 249-123.
13. Palomino J. "Distribución y niveles de infestación de nemátodos quiste de la papa (*Globodera spp*) en la provincia de Andahuaylas - Apurímac. [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH - Ayacucho; 2001.
14. Palomino E. Identificación de nemátodos del quiste de la papa (*Globodera spp*) de seis localidades del departamento de Ayacucho. [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH - Ayacucho; 1992.
15. Gómez E. Comportamiento de clones de la papa al ataque de los nemátodos: *Globodera spp*. Ayacucho. [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH - Ayacucho; 1996.
16. Huamaní P. "Evaluación de la resistencia y rendimiento de quince clones y variedades de papa al ataque de *Globodera spp.*, en invernadero, Ayacucho 2002-2003". [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH- Ayacucho; 2004.
17. Gómez A. "Niveles de infestación de *Globodera spp.*, en los campos de producción de papa de la provincia de Huanta- Ayacucho, 2000". [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH- Ayacucho; 2004.

18. Pocco V. "Distribución y nivel de infestación de *Globodera spp.* (Nemátodo Quiste de la Papa) en campos de cultivo de la Provincia de Sucre – Ayacucho". [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH - Ayacucho; 2006.
19. Ramos J, Franco J, Ortuño N, Oros R y Maín G. Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera spp.* En el cultivo de la papa-Pérdidas en el valor bruto de su producción. 7^{mo} ed. Cochabamba – Bolivia: IBTA/PROIMPA; 1998. 201 p.
20. Pacheco J. Comportamiento de ocho variedades de la papa (*Solanum tuberosum* L) frente al ataque y multiplicación de *Globodera spp.*, bajo condiciones de invernadero. [Tesis Pregrado]. Perú: UNAS-Tingo María; 1999.
21. Foy P y Valdez W. Glosario Jurídico Ambiental Peruano. 2^a ed. Perú: "Academia de la magistratura"; 2012.
22. Torres H. Manual de las enfermedades más importantes de la papa. Lima-Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP); 2002: 59 p.
23. Ciampi L. Introducción a la patología vegetal. Valdivia, Chile: Editorial Nuova Firenze; 2002: 232 p.
24. Hernández B. Evolución de las poblaciones de nemátodos (*Globodera spp.*) de patata en Mallorca. España: Consejería de Economía, Agricultura, Comercio e Industria; 1999: 72 p.
25. Contreras A. Papa: Labranza, siembra y producción de los principales cultivos. Chile: In Faigenbaum; 2003: 599-696.
26. Cádiz O. Producción, cosecha y almacenamiento de papa. Argentina: McCain Argentina S.A, Balcarce - BASF Argentina S.A; 2006: 226 p.
27. Ochoa C. Las papas del Perú. Lima - Perú: Base de datos 1947-1997 Centro Internacional de la Papa (CIP); 2003.
28. Canto M y Palomino A. "Clave para la identificación de nemátodos". [Tesis Pregrado]. Perú: Área de Fitopatología, UNA La Molina, Lima; 1996.
29. Greco N y Grozzoli R." Nemátodo Quiste de la Papa *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*. Perú: Instituto di Nematología Consiglio Nazionale delle Ricerchebari, Italia y universidad central de Venezuela nematodes in South América. Nematológicas; CIP, Lima; 1995.
30. Rodolfo J. Incidencia y severidad de *Globodera sp.* "nemátodo quiste de la papa", en campos de cultivo de *Solanum tuberosum* "papa" de la provincia de Huamanga – Ayacucho". [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH- Ayacucho; 2012.
31. Túpac Y. Post-cosecha y comercialización de tubérculos andinos con énfasis en papas nativas y ulluco. Lima-Perú: Ministerio de agricultura del Perú, Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) y Centro Internacional de la Papa (CIP); 2001.
32. Paucar D. Biodiversidad de la papa nativa en la exposición feria de Tambo, 2001- Ayacucho. [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH- Ayacucho; 2003.
33. Gonzales J. Análisis de la diversidad genética de *Solanum sp.*, "papas nativas" mediante Polimorfismo en la Longitud de Fragmentos Amplificados (AFLP) del distrito de Chungui, provincia La Mar-Ayacucho, 2009-2010. [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH- Ayacucho; 2011.
34. Greco N y Crozzoli R. Nemátodos del quiste de la papa, *Globodera rostochiensis* y *G. pallida*: Quito-Ecuador. Saninet. [revista en línea]. 2002 septiembre. [acceso 10 de enero de 2015]. Disponible en: <http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/globodera.html>.
35. Ruano B. Evolución de las poblaciones de nemátodos (*Globodera spp.*) en patata en Mallorca. España: Consejería de economía, agricultura, comercio e industria; 1999. 72 p.

36. Núñez A. Aislamiento y evaluación de hongos nematófagos asociados a quistes de *Globodera rostochiensis* (Woll.) en la región del Cofre de Perote. [Tesis Postgrado]. México: Universidad de Colima: Área Biotecnología; 2002. 107 p.
37. Talavera M. Manual de nematodología agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal. España; 2003.
38. Nicolás H. Distribución y nivel de infestación de *Globodera spp.* "Nemátodo Quiste de la Papa" en campos de producción de *Solanum tuberosum* "papa" nativa y mejorada, en la provincia La Mar – Ayacucho, 2002. [Tesis Pregrado]. Perú: UNSCH- Ayacucho; 2004.
39. Gonzáles A y Franco J. Técnicas y método para el nemátodo quiste de la papa. Lima-Perú: CP. PROIMPA; 1993.
40. Sosa C. Clave para los Géneros y Especies de Heteroderidos (Nematoda) que se encuentran. Mexico: Interamericano de Cooperacion para la Agricultura – ACT; 1997.
41. Canto M. Los nemátodos y la producción de papa. El cultivo de papa con énfasis en producción de semilla, Programa de papa. La Molina, Perú: Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima; 1987: 193 - 212.
42. Román J y Acosta N. Nemátodo, diagnóstico y combate. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico, servicio de extensión Agrícola. Recinto Universitario de Mayagüez; 1984: 29 - 12.
43. Franco J, Ramos J, Oros G; Maín y Ortuño N. Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera spp.* Revista Latinoamericana de Papa. PROIMPA. Cochabamba, Bolivia; 1999; 11: 40-60.
44. Agrios G. Fitopatología = Plant pathology. 2a ed. México: Limusa, 2008-2010. 838 p.
45. Madriz K. Mecanismos de defensa en las interacciones planta-patógeno. Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. 2002; 63: 22-32.
46. Buchanan B, Gruissem W y Jones R. "Bioquímica y Biología Molecular de las Plantas". American Society of PLant Physiologists, 2000.
47. Asiegbu J y Oikeh S. Evaluation of chemical composition of manures from different organic wastes and their potential for supply of nutrients to tomato in tropical ultisols. Biological Agriculture. Nigeria; 1995. 12(1): 47-60.
48. Glazebrook J. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. Annu. Rev. Phytopath; 2005: 43, 205-227.
49. Palomino J y Yaringaño T. Niveles de infestación de *Globodera spp.*, en los campos de producción de tubérculos de semilla y consumo de papa en el departamento de Junín. [Tesis Pregrado]. Perú: UNCP. Huancayo; 2002.
50. Esprella R, Harvé D y Franco J. Control del nemátodo quiste de la papa (*Globodera pallida*) por el descanso largo controlado comunalmente en el altiplano central Bolivia. IBTA - ORSTOM. Cochabamba – Bolivia; 1994: 183-175.

ANEXOS

ANEXO 1. Protocolos

Protocolo 1:

Aislamiento de quistes de *Globodera pallida* por el método de Fenwick



La muestra de suelo previa homogenizada se colocó al aparato Fenwick.



Lavado de toda la muestra en un tamiz



Presencia de quistes y algunos materiales orgánicos en la muestra.



Los quistes y los materiales retenidos en el tamiz de 0.150 mm se juntaron en un lado del tamiz y con la ayuda de un Pizeta se transfirió a un Erlenmeyer.

Protocolo 2:

Proceso de obtención de quistes por el método de acetona



Muestras de suelo procesado y codificado procedente de las distintas comunidades.



Separación de los quistes del material vegetal, la muestra se puso en una fiola de aprox. 250 ml luego se vertió 100 ml de acetona hasta enrasar.



Finalmente se retiró el papel filtro con la muestra y se dejó secar al medio ambiente.



Después de 3-4 min se procedió a verter el sobre nadante sobre el papel filtro armado en un embudo.

Protocolo 3:

Procedimiento de obtención de quistes puros por rodamiento



Las muestras obtenidas con el procedimiento anterior aún contiene material acompañante o partículas orgánicas e inorgánicas



Consiste en colocar la muestra en un extremo del papel bond A4, haciendo una ligera inclinación del papel y con movimientos suaves, los quistes rodaron sobre el papel y fueron recepcionadas en una placa Petri.



Luego del rodamiento se realizó el conteo respectivo de los quistes de todas las muestras utilizando el Estereoscopio y el Contómetro.

Protocolo 4:

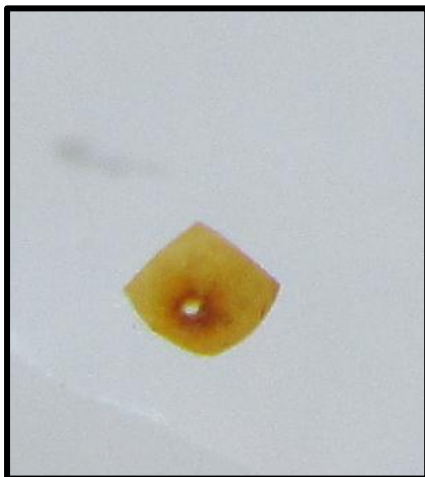
Reconocimiento de especies del Nemátodo Quiste de la Papa (*Globodera pallida*)



Los quistes de *Globodera pallida*



Se utilizó 4 quistes de cada muestra y se ablandó por 48 h con Glicerina



Se retiró los huevos o restos de la región terminal utilizando una aguja de disección. Se recortó el exceso de cutícula de la región de la fenestra dejando la región anal intacta.

Se colocó un quiste ablandado en una lámina porta objetos con una gota del agua, bajo un Estereoscopio se cortó la región terminal del quiste utilizando el bisturí.

Anexo 2: Tablas

Tabla 12: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Pallccas del distrito de Chungui, La Mar- Ayacucho, 2016.

Código	Nombre del agricultor	Área (ha)	Localidad	Altitud (msnm)	Latitud (S)	Longitud (W)	Cultivo actual (papa nativa)	Cultivo anterior
P-1	Emeterio Valenzuela H.	0,5	Pallccas	4254	13° 17' 16.14"	73° 30' 57.07"	Yanahuayru	Papa nativa
P-2	Hipólito Tello C.	0,5	Pallccas	4102	13° 17' 18.86"	73° 31' 04.03"	Peruanita	Papa nativa
P-3	Gerardo Calderón C.	1	Pallccas	4028	13° 17' 15.90"	73° 31' 08.35"	Serenita	Papa nativa
P-4	Pánfilo Aspur T.	0,25	Pallccas	3989	13° 17' 12.16"	73° 31' 09.52"	Yanaqacas	Papa nativa
P-5	Prudencio Aspur C.	0,5	Pallccas	3958	13° 17' 13.82"	73° 31' 15.60"	Pucasuytu	Papa nativa
P-6	Lucio Tello	0,25	Pallccas	3869	13° 17' 11.72"	73° 31' 30.89"	Runtus	Papa nativa
P-7	Abraham Tello C.	0,5	Pallccas	3817	13° 16' 44.18"	73° 31' 36.91"	Uchuchaqui	Papa nativa
P-8	Richard Castro	0,5	Pallccas	3892	13° 16' 51.42"	73° 31' 36.80"	Tumbay	Papa nativa
P-9	Demetrio Ccaicuri	0,25	Pallccas	3830	13° 16' 49.65"	73° 31' 41.58"	Yuraq sisa	Papa nativa
P-10	Epifanio Valenzuela	0,25	Pallccas	3750	13° 16' 49.13"	73° 31' 46.65"	Yuraqpaula	Papa nativa
P-11	Estañes Valenzuela	1	Pallccas	3714	13° 16' 49.26"	73° 31' 52.40"	Huantina	Papa nativa
P-12	Alberto Taipe	0,5	Pallccas	3732	13° 16' 18.98"	73° 31' 20.04"	Ritipasisan	Papa nativa
P-13	Faustino Aspur	1	Pallccas	3703	13° 16' 20.26"	73° 31' 16.46"	Papabomba	Papa nativa
P-14	Zósimo Castro	0,5	Pallccas	3657	13° 17' 04.20"	73° 31' 53.86"	Azocina	Papa nativa
P-15	Eusebio Aroni	0,25	Pallccas	3698	13° 17' 57.30"	73° 31' 12.16"	Alianza	Papa nativa
P-16	Samuel castro	0,5	Pallccas	3625	13° 17' 08.69"	73° 31' 53.20"	Qalabaraco	Papa nativa

Tabla 13: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Chupón del distrito de Chungui, La Mar- Ayacucho, 2016.

Código	Nombre del agricultor	Área (ha)	Localidad	Altitud (msnm)	Latitud (S)	Longitud (W)	Cultivo actual (papa nativa)	Cultivo anterior
Chup-1	Roly Román	1	Chupón	3727	13° 14' 23.79"	73° 31' 32.01"	Yana paula	Papa nativa
Chup-2	Alejandro Tenorio	0,25	Chupón	3774	13° 14' 34.16"	73° 31' 42.76"	Yana huayru	Papa nativa
Chup-3	Froilán Tenorio	0,25	Chupón	3825	13° 14' 39.10"	73° 31' 90.41"	Lenguas	Papa nativa
Chup-4	Alejandro Ccaicuri	1	Chupón	3953	13° 14' 48.14"	73° 31' 31.53"	Runtus	Papa nativa
Chup-5	Humberto Munarez	0,5	Chupón	3985	13° 14' 51.71"	73° 31' 48.43"	Putis	Papa nativa
Chup-6	Emeron Altamirano	0,5	Chupón	4001	13° 15' 01.99"	73° 31' 52.58"	Uchuchaqui	Papa nativa
Chup-7	Lucila Maytan	0,25	Chupón	3975	13° 14' 55.43"	73° 31' 58.80"	Peruanita	Papa nativa
Chup-8	Saúl Tenorio	1	Chupón	4025	13° 14' 55.48"	73° 32' 09.13"	Bendis	Papa nativa
Chup-9	Epifanio Munarez	1	Chupón	4041	13° 15' 00.41"	73° 32' 11.86"	Ritipasisan	Papa nativa
Chup-10	Félix Román	0,25	Chupón	3996	13° 15' 03.72"	73° 31' 56.86"	Ñata	Papa nativa
Chup-11	Juana Huamán	0,5	Chupón	4011	13° 15' 08.99"	73° 31' 55.93"	Yuraq sisa	Papa nativa
Chup-12	Norma Calderón	1	Chupón	4038	13° 15' 11.01"	73° 32' 04.72"	Tumbay	Papa nativa
Chup-13	Hilda Guzmán	0,5	Chupón	4063	13° 15' 19.02"	73° 32' 02.02"	Yanaqacas	Papa nativa
Chup-14	Pio Tenorio	0,5	Chupón	4088	13° 15' 18.89"	73° 31' 53.42"	Puca suytu	Papa nativa

Tabla 14: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Sonccopa del distrito de Chungui, La Mar- Ayacucho, 2016.

Código	Nombre del agricultor	Área (ha)	Localidad	Altitud (msnm)	Latitud (S)	Longitud (W)	Cultivo actual (papa nativa)	Cultivo anterior
Son-1	Salomón Flores	0,25	Sonccopa	3763	13° 15' 13.11"	73° 33' 08.84"	Yanahuayru	Papa nativa
Son-2	Darío Bedrillana	0,25	Sonccopa	3788	13° 15' 10.32"	73° 33' 04.13"	Chanchamayina	Papa nativa
Son-3	Fortunato Huanaco	0,5	Sonccopa	3829	13° 15' 10.95"	73° 33' 01.41"	Yuraqpaula	Papa nativa
Son-4	José Talaverano Q.	0,5	Sonccopa	3799	13° 15' 06.66"	73° 33' 01.32"	Yanaqacas	Papa nativa
Son-5	Carlos Talaverano	1	Sonccopa	3819	13° 15' 07.92"	73° 33' 19.37"	Pucahuancayina	Papa nativa
Son-6	Alfredo Talaverano	0,5	Sonccopa	3852	13° 15' 06.97"	73° 33' 22.60"	Tumbay	Papa nativa
Son-7	Pelayo Roca	0,25	Sonccopa	3703	13° 15' 08.10"	73° 33' 41.50"	Camcha	Papa nativa
Son-8	Cristina Huanaco	0,25	Sonccopa	3797	13° 15' 11.81"	73° 33' 04.41"	Yanahuayru	Papa nativa
Son-9	Teresa Quichca	0,5	Sonccopa	3828	13° 15' 11.35"	73° 33' 01.68"	Lenguas	Papa nativa
Son-10	Elvin Román	1	Sonccopa	3841	13° 15' 10.69"	73° 33' 58.32"	Yanahuayru	Papa nativa
Son-11	Marcial Flores	0,5	Sonccopa	3858	13° 15' 10.69"	73° 33' 01.45"	Ñata	Papa nativa
Son-12	Josefina Gómez	0,25	Sonccopa	3814	13° 15' 06.92"	73° 33' 00.41"	Tumbay	Papa nativa

Tabla 15: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Chungui del distrito de Chungui, La Mar- Ayacucho, 2016.

Código	Nombre del agricultor	Área (ha)	Localidad	Altitud (msnm)	Latitud (S)	Longitud (W)	Cultivo actual (papa nativa)	Cultivo anterior
Ch-1	Buenaventura Chalco	0,5	Chungui	4041	13° 12' 50.04"	73° 37' 36.67"	Tumbay	Papa nativa
Ch-2	Alberto Gutiérrez Ch.	0,5	Chungui	4010	13° 12' 48.56"	73° 37' 31.31"	Serenira	Papa nativa
Ch-3	Cipriano Orihuela	1	Chungui	3976	13° 12' 49.41"	73° 37' 29.06"	Yanapaula	Papa nativa
Ch-4	Melquiades Huamán	0,25	Chungui	3950	13° 12' 51.26"	73° 37' 28.52"	Peruanita	Papa nativa
Ch-5	Paulino Salcedo	0,25	Chungui	3914	13° 12' 57.57"	73° 37' 26.95"	Yuraq sisa	Papa nativa
Ch-6	Eulogio Chalco Huamán	0,25	Chungui	3886	13° 12' 54.46"	73° 37' 25.92"	Duraznilla	Papa nativa
Ch-7	Alcides Chalco	1	Chungui	3816	13° 12' 59.36"	73° 37' 25.61"	Qorpaq	Papa nativa
Ch-8	Aquiles Junco	0,25	Chungui	3770	13° 13' 01.50"	73° 37' 22.62"	Ñata	Papa nativa
Ch-9	Wilfredo Chalco	0,25	Chungui	3724	13° 13' 01.89"	73° 37' 17.21"	Uchuchaqui	Papa nativa
Ch-10	Inés Chalco Ccayanchira	0,5	Chungui	3689	13° 13' 06.04"	73° 37' 20.53"	Chanchamayina	Papa nativa
Ch-11	Cayo Candia Chinchay	0,5	Chungui	3621	13° 13' 10.88"	73° 37' 19.26"	Qarazapato	Papa nativa
Ch-12	Prudencio Pariona	0,25	Chungui	3582	13° 13' 14.05"	73° 37' 20.27"	Tumbay	Papa nativa

Tabla 16: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Anccea del distrito de Chungui, La Mar- Ayacucho, 2016

Código	Nombre del agricultor	Área (ha)	Localidad	Altitud (msnm)	Latitud (S)	Longitud (W)	Cultivo actual (papa nativa)	Cultivo anterior
Ancc-1	José Valencia H.	0.25	Anccea	3678	13° 12' 26.29"	73° 38' 28.03"	Tuyrus	Papa nativa
Ancc-2	Demetrio Valencia M.	0.25	Anccea	3693	13° 12' 20.62"	73° 38' 28.34"	Pucahuancayina	Papa nativa
Ancc-3	Cesar Huamán V.	0.5	Anccea	3703	13° 12' 16.27"	73° 38' 28.94"	Tumbay	Papa nativa
Ancc-4	Félix Ccellccasca	0.5	Anccea	3733	13° 12' 14.53"	73° 38' 20.06"	Qarazapato	Papa nativa
Ancc-5	Dante Arenas	0.5	Anccea	3760	13° 12' 06.62"	73° 38' 21.41"	Ritipasisan	Papa nativa
Ancc-6	Raymundo Quispe	1	Anccea	3781	13° 12' 05.33"	73° 38' 28.98"	Papabomba	Papa nativa
Ancc-7	Melquiades Huamán	0.25	Anccea	3809	13° 12' 09.83"	73° 38' 36.58"	Milpatas	Papa nativa
Ancc-8	Cayo Candia	0.5	Anccea	3826	13° 12' 06.98"	73° 38' 37.29"	wawachapapa	Papa nativa
Ancc-9	Arturo Juárez	1	Anccea	3840	13° 12' 03.68"	73° 38' 37.42"	Chilipapa	Papa nativa
Ancc-10	Antonio Najarro	0.5	Anccea	3883	13° 12' 00.95"	73° 38' 34.52"	Zardaputis	Papa nativa
Ancc-11	Ranulfo Zúñiga	0.5	Anccea	3909	13° 11' 58.92"	73° 38' 34.24"	Suytuputis	Papa nativa
Ancc-12	Jhon Pérez L.	0.25	Anccea	3922	13° 11' 58.08"	73° 38' 33.62"	Lenguas	Papa nativa

Tabla 17: Base de datos de recolección de muestras de la comunidad de Rumichaca del distrito de Chungui, La Mar- Ayacucho, 2016.

Código	Nombre del agricultor	Área (ha)	Localidad	Altitud (msnm)	Latitud (S)	Longitud (W)	Cultivo actual (papa nativa)	Cultivo anterior
Rum-1	Félix Pariamanco	1	Rumichaca	3860	13° 11' 14.68"	73° 38' 33.82"	Yanahuayru	Papa nativa
Rum-2	Dante González	0.25	Rumichaca	3811	13° 11' 11.22"	73° 38' 19.81"	Yuraq paula	Papa nativa
Rum-3	Rufino Cárdenas	0.5	Rumichaca	3768	13° 11' 08.65"	73° 38' 12.57"	Yanapaula	Papa nativa
Rum-4	Walter Pariamanco	0.5	Rumichaca	3785	13° 10' 15.72"	73° 38' 13.31"	Peruanita	Papa nativa
Rum-5	Olinda Lobatón	1	Rumichaca	3736	13° 11' 10.28"	73° 38' 06.02"	Huantina	Papa nativa
Rum-6	José Pariamanco	0.25	Rumichaca	3700	13° 11' 16.30"	73° 37' 50.45"	Duraznilla	Papa nativa
Rum-7	Vitalina Gutiérrez	0.5	Rumichaca	3691	13° 11' 16.05"	73° 37' 44.90"	Peruanita	Papa nativa
Rum-8	Saúl Lobatón	1	Rumichaca	3665	13° 11' 11.45"	73° 37' 33.92"	Chili papa	Papa nativa
Rum-9	Quilo Lobatón	1	Rumichaca	3617	13° 11' 03.56"	73° 37' 27.64"	Putis	Papa nativa
Rum-10	Alvino Tello	0.5	Rumichaca	3595	13° 11' 01.44"	73° 37' 21.54"	Chanchamayina	Papa nativa
Rum-11	Raúl Pariamanco	0.5	Rumichaca	3546	13° 10' 59.73"	73° 37' 07.07"	Ñata	Papa nativa
Rum-12	Digne González	0.25	Rumichaca	3504	13° 10' 42.40"	73° 37' 05.24"	Huancayina	Papa nativa

Tabla 18: Claves taxonómicas para la identificación de especies de Globodera.

Caracteres de diagnóstico: Heteroderinae. Quiste sin cono vulvar, sub-esférico o esféricos; cuello corto; vulva y ano terminales pero únicamente la vulva es circunfenestrada; bulla rara vez presente.

1 - Estrias transversales en la pared del quiste, onduladas en la región ecuatorial; J ₂ gruesos	2
1'- Estrias longitudinales en la pared del quiste, prolongadas desde el área fenestral hasta la base del cuello; J ₂ muy delgados	<i>G. leptonepia</i>
2 - Quistes sin estructuras parecidas a <i>bullae</i> en el área ano-vulvar	3
2'- Quistes con estructuras parecidas a <i>bullae</i> en el área ano-vulvar	<i>G. hypolisi</i>
3 - Microtubérculos en el área circunvulvar presentes, bien visibles	6
3'- Microtubérculos en el área circunvulvar ausentes o poco notables	4
4 - Microtubérculos en el área circunvulvar ausentes	5
4'- Microtubérculos en el área circunvulvar poco notables	<i>G. zelandica</i>
5 - Quistes ovales con el cuello sobresaliente; estrias en la región del ano semejando un asterisco	<i>G. artemisiae</i>
5'- Quistes esféricos con el cuello no sobresaliente; estrias entre la vulva y el ano, lineales o ligeramente onduladas	<i>G. achillea</i>
6 - Estrias entre la fenestra vulvar y el ano, reticuladas; radio de Granek de 2.0 o mayor	7
6'- Estrias entre la fenestra vulvar y el ano, moderadamente reticuladas, casi rectas; radio de Granek menor que 2.0	<i>G. tabacum</i>
7 - Estrias entre la fenestra vulvar y el ano, con un patrón variable; radio de Granek de 2.5 o mayor	8
7'- Estrias entre la fenestra vulvar y el ano fuertemente reticuladas (como la cáscara del melón Cantalup); radio de Granek igual a 2.0	<i>G. solanacearum</i>
8 - Estrias entre la fenestra vulvar y el ano lineales u onduladas	9
8'- Estrias entre la fenestra vulvar y el ano discontinuas y quebradas ..	<i>G. virginiae</i>
9 - De 16 a 31 (promedio 22) estrias entre la fenestra vulvar y el ano; radio de Granek de +/- 4.5 ; estilete del J ₂ corto y con los nódulos basales redondeados.	<i>G. rostochiensis</i>
9'- De 8 a 20 (promedio 13) estrias entre la fenestra vulvar y el ano; radio de Granek de +/- 2.5; estilete del J ₂ largo y con los nódulos basales proyectados hacia arriba.	<i>G. pallida</i>

Sosa C, 1997.

ANEXO 3: Fotografías

Fotografía 1: Localidad de muestreo Rumichaca del distrito de Chungui- La Mar, 2016.



Fotografía 2: Recolección de muestra en la comunidad de Pallccas del distrito de Chungui- La Mar, 2016.



Fotografia 3: Muestras de suelo de cultivo procedente de seis comunidades del distrito de Chungui – La Mar, 2016



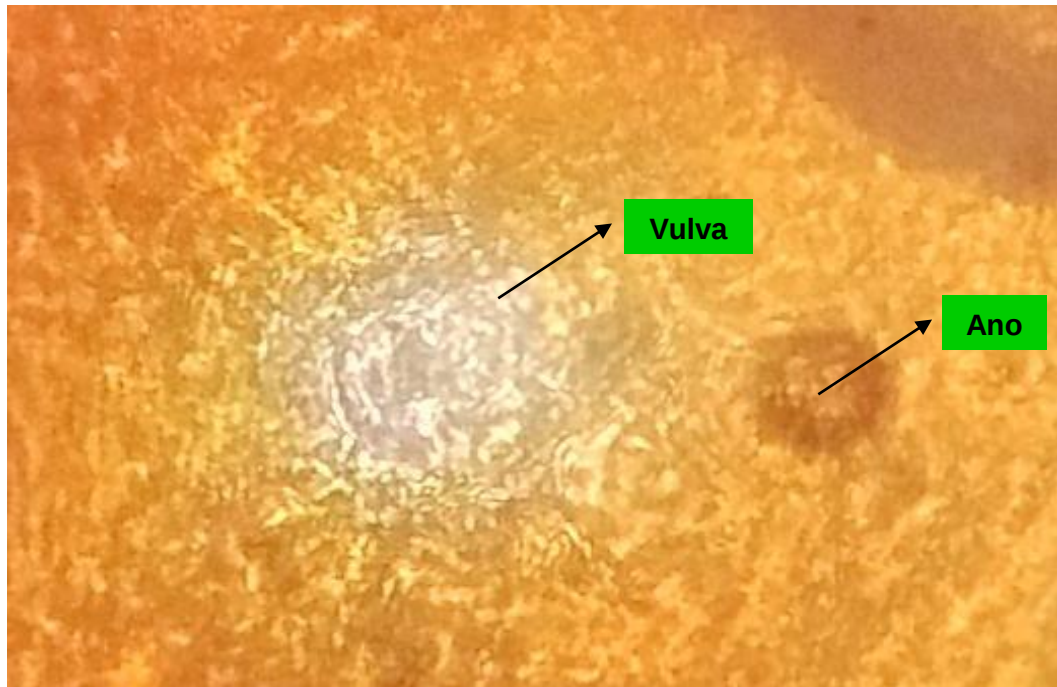
Fotografía 4: Secado de muestras de suelo en el laboratorio de Zoología de F.C.B - UNSCH – 2016.



Fotografía 5: Observación de quistes de *Globodera pallida* “Nemátodo Quiste de la Papa”



Fotografía 6: Cortes perineales de quistes de *Globodera pallida*. Nótese el número de estrías entre la vulva (v) y el ano (a): menos de 12 en *G. pallida*.



Fotografía 7: Morfología de segundo estado juvenil (J2) de *Globodera pallida*
“Nemátodo Quiste de la Papa”



Anexo 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Incidencia y nivel de infestación de *Globodera sp.* en campos de cultivo de *Solanum spp.*, variedades nativas de seis comunidades del distrito de Chungui, La Mar – Ayacucho, 2016.

AUTOR: Bach. Alberto Aspur Reynaga.

ASESOR: Blgo. Walter Wilfredo Ochoa Yupanqui

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES A DESCRIBIR	METODOLOGÍA
Una de las grandes limitantes en la producción de “papas nativas”, son los problemas fitosanitarios y los nemátodos, como <i>Globodera sp.</i>; “NQP, que afecta a las plantas y tubérculos, generando grandes pérdidas en el rendimiento y en la calidad del producto final. Por tal razón este presente trabajo de investigación va ayudar a recabar información para tener conocimiento de las especies de <i>Globodera</i>, su incidencia y nivel de infestación que se encuentra en los campos de cultivo de <i>Solanum spp</i> de variedades nativas en las comunidades del distrito de Chungui - La Mar de la región de Ayacucho, 2016.	Objetivos generales: Conocer la especie de <i>Globodera sp.</i>, su incidencia y nivel de infestación en los campos de cultivo de <i>Solanum spp.</i>, de seis comunidades del distrito de Chungui, La Mar - Ayacucho, 2016. Objetivos específicos: 1. Determinar la incidencia de <i>Globodera sp.</i>, en los campos de cultivo de <i>Solanum spp.</i> variedades nativas del distrito de Chungui – La Mar. 2. Determinar el nivel de infestación de <i>Globodera sp.</i>, en los campos de cultivo de <i>Solanum spp.</i> variedades nativas del distrito de Chungui – La Mar. 3. Identificar la especie del género <i>Globodera sp.</i>, presentes en los campos de cultivo de <i>Solanum spp.</i> variedades nativas del distrito de Chungui – La Mar.	• Antecedentes • Teorías y enfoques • Origen y distribución de <i>Globodera sp.</i> • Ubicación taxonómica • Ciclo biológico de <i>Globodera sp.</i> • Identificación de <i>Globodera sp.</i> • Características morfológicas de <i>Globodera sp.</i> • Interacción con la planta de la papa y NQP • Origen y distribución de <i>Solanum spp.</i> • Clasificación taxonómica • Variedades de la papa • Diversidad de la papa • Patogenecidad y magnitud del daño • Factores bióticos y abióticos • Prevención y control de NQP	• Incidencia de <i>Globodera sp</i> • Nivel de infestación de <i>Globodera sp.</i> • Especies del Género <i>Globodera sp.</i>	Tipo de investigación: Básica - Descriptivo Diseño: Descriptivo Muestreo: Población: Constituido por campos de cultivo de “papa nativa” procedente de las seis comunidades del distrito de Chungui-La Mar. Muestra: Constituido por 78 muestras compuestas cada uno de 1 kg/ha, provenientes de campos de producción de variedades de papa nativa correspondientes a seis comunidades del distrito de Chungui – La Mar.