

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“IDENTIFICACION Y EVALUACION POBLACIONAL DEL NEMATODO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) EN DOS VARIEDADES DE PAPA EN DOS LOCALIDADES
DE PUNO –PERU”

TESIS

PRESENTADA POR:

ALEXANDER JIMENEZ APAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

MENCION: FITOTECNIA

PROMOCION: 2016-I

PUNO – PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**

“IDENTIFICACION Y EVALUCION POBLACIONAL DEL NEMATODO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) EN DOS VARIETADES DE PAPA EN DOS LOCALIDADES
DE PUNO – PERU”

TESIS

PRESENTADA POR:

ALEXANDER JIMENEZ APAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

MENCION:

FITOTECNIA

FECHA DE SUSTENTACION: 29 DE DICIEMBRE DE 2017

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE	: M.Sc. Juan LARICO VERA
PRIMER MIEMBRO	: ING. Dives RAMOS ALATA
SEGUNDO MIEMBRO	: Mg. Ag. Mariju CHANINI QUISPE
DIRECTOR DE TESIS	: Dr. Juan G. ZAPANA PARI
ASESOR DE TESIS	: Ing. Rolando BUSTINCIO CALATAYUD
ASESOR DE TESIS	: Dr. Felix A. ASTETE MALDONADO

PUNO – PERÚ

2017

Área: Ciencias agrícolas

**Tema: Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos andinos,
tropicales, forestales y pasturas**

DEDICATORIA

Primera mente este trabajo está dedicado a DIOS y a quienes

Me han escuchado aconsejado y apoyado incondicional mente

durante toda mi vida a mi esposa y a mi hija e hijo.

AGRADECIMIENTOS

Con el profundo cariño y agradecimiento a las personas que merecen las gracias porque sin su valiosa aportación que no hubiera sido posible la conclusión del trabajo de tesis.

En primer lugar, al Ingeniero Rolando Bustincio Calatayud por su gran apoyo durante todo el desarrollo del trabajo en campo y en gabinete.

Al Dr Juan G. Zapana Pari por sus recomendaciones y correcciones hechas al trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno por facilitarme los estudios.
Al señor Felix Coila Humpiri técnico en el laboratorio de fitopatología.

Al jurado revisor por sus correcciones y comprensión para que el trabajo salga cada vez mejor.

INDICE

RESUMEN.....	12
INTRODUCCION	13
CAPITULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
CAPITULO II	18
MARCO TEORICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION	18
2.1. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1.1. Origen del cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	18
2.1.2. Características generales de los nematodos	22
2.1.3. Ciclo de vida y hábitos de alimentación	23
2.1.4. Mecanismos asociados a los síntomas observados en plantas	24
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	26
Biodiversidad	26
Ciclo biológico	26
Ciclo de vida.....	26

Caracterizar	26
Control.....	26
Diagnosís.....	27
Ectoparásito.....	27
Endoparásito:.....	27
Enfermedad endémica.....	27
Estilete.....	27
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION	29
2.3.1. Hipótesis general.....	29
2.3.2. Hipótesis específica	29
CAPITULO III.....	30
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	30
3.1. FASE DE CAMPO:	30
3.1.1. Toma de muestras de suelo.....	30
3.2. FASE DE LABORATORIO	31
3.1.2. Procesamiento de muestras en laboratorio para aislar los nematodos del suelo Método modificado de Fenwick (1940)	31
3.1.3. Método para evaluar juveniles	32
3.3. IDENTIFICACIÓN DE GENEROS DE NEMATODOS.....	33
3.4. DETERMINAR LA POBLACIONAL DEL NEMATODO.....	33
3.5. RELACIÓN DE LA POBLACIÓN DE NEMATODOS CON LA PRODUCCIÓN, EN DOS VARIEDADES DE PAPA	33
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	34

CAPITULO IV	35
CARACTERIZACION DEL AREA DE INVESTIGACION	35
4.1. AMBITO DE ESTUDIO	35
4.2. LOCALIZACION DEL PROYECTO	36
4.3. UBICACIÓN POLITICA	36
4.4. DURACIÓN	36
4.5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LAS ZONAS EVALUADAS	36
CAPITULO V	39
EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS	39
5.1. GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITOS INCIDENTES EN EL CULTIVO DE PAPA EN YUNGUYO Y CAPACHICA	39
5.1.1. Genero <i>Nacobbus</i> sp.	39
5.1.2. Género <i>Pratylenchus</i> sp.	40
5.1.3. Género <i>Helicotylenchus</i> sp.	40
5.1.4. Género <i>Globodera</i> sp.	41
5.1.5. Nematodos de vida libre	42
5.2. COMPARACION DE LA POBLACIONAL DEL NEMATODO EN DOS VARIEDADES IMILLA NEGRA Y PERUANITA.	43
5.2.1. Comparación de la cantidad de nematodos en suelo en Capachica y Yunguyo por variedad de papa y géneros.....	43
5.2.2. Comparación de la cantidad de nematodos en raíz en Capachica y Yunguyo por variedad de papa y géneros.....	48
5.2.2.1.	49

5.3. EVALUACION DE RENDIMIENTOS POR LA PRESENCIA DE NEMATODOS FITOPARASITOS EN DOS VARIEDADES DE PAPA.	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	61

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Superficie sembrada y producción	22
Cuadro 2 Ubicación política.	36
Cuadro 3 Análisis de varianza para número de nematodos.	47
Cuadro 4 Número de nematodos en muestras de suelo en cultivo de papa en dos variedades en cuatro muestras de las dos zonas de estudio.	47
Cuadro 5 <i>Número de nematodos en muestras</i>	48
Cuadro 6 Análisis de varianza para número de nematodos.	50
Cuadro 7 Número de nematodos en muestras de raíz en cultivo de papa en dos variedades en cuatro muestras en las dos zonas de estudio, sus datos transformados por raíz cuadrada y la correspondiente prueba de Tukey al 5% de probabilidad.	51
Cuadro 8 Número de nematodos en muestras de raíz en cultivo de papa en cinco géneros en cuatro muestras en las dos zonas de estudio, sus datos transformados por raíz cuadrada y la correspondiente prueba de Tukey al 5% de probabilidad.	51
Cuadro 9 Cuadro de producción promedio de cada zona relacionado con la producción de la variedad Imilla negra con nematodos y la variedad Peruanita con nematodos en kg.	52
Cuadro 10: Cantidad de nematodos en suelo en Capachica por variedad de papa y géneros:	63
Cuadro 11: Cantidad de nematodos en suelo en Yunguyo por variedad de papa y géneros	63
Cuadro 12: Cantidad de nematodos en raíz en Capachica por variedad de papa y géneros:	63
Cuadro 13: Cantidad de nematodos en raíz en Yunguyo por variedad de papa y géneros:.	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Colecta de muestras (A: colecta en Tahuaco distrito de Yunguyo, B:Colecta en Hilata Capachica, C: Raíces infestadas con <i>Nacobbus</i> sp.	30
Figura 2 A: Método modificado de Fenwick. B: secado de muestras para recolección de quistes de <i>Globodera</i> sp. Fuente:.....	31
Figura 3 A:Método de Baermann, Embudos conteniendo muestras de suelo y de raíz. B: Identificación en el microscopio.....	33
Figura 4 Mapa de ubicación de las zonas evaluadas en la región Puno.	35
Figura 5:Climograma de datos meteorológicos de la campaña agrícola 2015-2016 del distrito de Capachica Fuente: Elaboración propia (2016).	37
Figura 6:Climograma de datos meteorológicos de la campaña agrícola 2015-2016 de la provincia de Yunguyo	37
Figura 7 Género <i>Nacobbus</i> sp.	39
Figura 8 A: Género <i>Pratylenchus</i> sp.....	40
Figura 9 A: Juveniles del género <i>Helicotylenchus</i> sp.....	41
Figura 10 A: Quistes del género <i>Globodera</i> sp. 10x B: juvenil de <i>Globodera</i> sp.	42
Figura 11 Nematodo de vida libre	42
Figura 12 Densidad población de nematodos en dos variedades de papa en Capachica...	43
Figura 13 Densidad población de nematodos en dos variedades de papa en Yunguyo.....	45
Figura 14 Densidad población de nematodos en dos variedades de papa en Capachica...	48
Figura 15 Población de nematodos en dos variedades de papa en Yunguyo	49
Figura 16 Cosecha de papa con nematodos.....	52
Figura 17 Evaluacion de la producción regional con la producción de papa con nematodos en las dos zonas de estudio.	53

Figura 18 Recolección de muestras en Yunguyo Tahuaco.....	64
Figura 19 Nematodo <i>Nacobbus</i> sp. (rosario).....	64
Figura 20 parcela de Capachica	65
Figura 21 Cosecha de papa imilla negra en Tahuaco Yunguyo	65
Figura 22 Recolección de muestras de raíces afectadas con nematodos	66
Figura 23 Nematodo del rosario(<i>Nacobbus</i> sp)	66
Figura 24 Cosecha en INIA Tahuco Yunguyo	67
Figura 25 INIA Tahuaco	67
Figura 26 zona de recolección de muestras en Capachica.....	68
Figura 27 A <i>Nacobbus</i> sp. B <i>Globodera</i> sp.	68

RESUMEN

El presente trabajo de investigación ubicado en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Tahuaco Yunguyo y en la comunidad de Hilata del Distrito de Capachica Departamento de Puno, tiene como objetivo general Identificar los géneros de nematodos fitoparasitos en el cultivo de la papa en dos localidades de Puno; Comparar la población del nematodo en dos variedades, Imilla negra y Peruanita y Evaluar rendimientos por la presencia de nematodos fitoparasitos en dos variedades de papa en el distrito de Capachica comunidad Hilata y en la provincia de Yunguyo comunidad Tahuaco, las muestras evaluadas se sometieron a los métodos de aislamiento y extracción de nematodos (Fenwick y Baermann) y para la identificación se emplearon las claves propuestas por Cepeda, 1996, Meredith, 1997, Jacob y Middelplaats, 1990. siendo el resultado los géneros encontrados son *Nacobbus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Globodera* y nematodos de vida libre (saprófitas y predadores). La información obtenida de población se expresó (nematodos en 1 cm³ o en 1 g de suelo) y en huevos y J2 en 1 g de raíces la comparación de la población de nematodos en suelo de Capachica en las dos variedades se obtuvo que el género *Globodera* sp. Que Tiene mayor población de 69.5 quistes /100g de suelo en la variedad Imilla negra seguido del género *Nacobbus* sp. Con una población de 50.2 Individuos /100cm³ de suelo y el género, *Helicotylenchus* sp, *Pratylenchus* sp. Y nematodos de vida libre y una población por debajo de 10 individuos. relación de la población del nematodo en la producción en dos variedades de papa ,El número de plantas de papa por hectárea es de 33300 plantas donde se pesó una planta de papa con nematodo con 250 g en la variedad Peruanita y 180 g en la variedad Imilla negra los pesos se multiplicaron por 33300 obteniendo así la producción de plantas de papa con nematodos que son la variedad imilla negra que tiene una producción de 5994kg/ha y la variedad Peruanita que es de 8325 kg/ha, 3. La evaluación de la producción del cultivo de papa es de pérdida en más del 43.3% en la variedad Imilla negra y la Variedad Peruanita 21.3% comparado con la producción promedio de las dos zonas.

Palabras claves: Densidad poblacional, nematodos fitoparasitos, géneros.

INTRODUCCION

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es una solanácea de importancia alimentaria global y este permite disminuir la vulnerabilidad y la seguridad alimentaria, en el territorio Peruano se encuentra la mayor cantidad de especies de papa conocidas en el mundo al contar con 8 especies nativas y 2,301 especies domesticadas de las más de 4000 variedades que existen en Latinoamérica (INEI, 2014)

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2016) se cosechó 60,785 ha de papa en el Perú, produciendo 869,239 toneladas de papa, las regiones que presentaron mayor producción fueron: Huánuco, La Libertad, Cajamarca y Puno (125,551; 123,495; 99,651 y 92,834 toneladas (t.) respectivamente). Asimismo, comparando con la campaña agrícola 2015 la región Puno incrementó su producción en un 77.1%

Las especies de nematodos causan la reducción de producción hasta el 20%, además afectan la calidad del tubérculo y en el mercado las personas no las desean, algunos nematodos son vectores de virus y otros inter actúan como patógenos para causar complejo de enfermedades (Lima *et al.*, 2014)

La presencia de nematodos fitoparásitos en cultivos agrícolas ocasionan grandes pérdidas en la producción a nivel mundial, pudiendo llegar hasta un 12%, en países andinos la disminución en rendimiento en cultivo de papa varía de 13 a 58%. En la región Puno los nematodos del género *Globodera* y *Nacobbus* son los que más daños vienen causando al cultivo de papa (Flores, 2017)

Los nematodos fitoparásitos juegan un rol importante en la producción de papa y, especialmente, en la sanidad de los tubérculos semilla a nivel mundial los que causan los mayores daños económicos son: los nematodos “del quiste” (*Globodera* sp.), los que inducen la formación de agallas, *meloidogyne* sp. (nematodo del nódulo de la raíz) y *Nacobbus aberrans* (falso nematodo del nódulo de la raíz) (INTA, 2002).

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La intensa actividad agrícola dedicada al cultivo de papa en la región Puno, ha ocasionado que sus campos de producción sean considerados como zonas habituales de numerosas plagas y enfermedades (León y Romero, 2005). Dentro de los problemas que afectan el rendimiento están los factores abióticos como: el agua, la temperatura, el suelo, la humedad, el pH y los nutrientes que afectan el normal desarrollo de la planta de papa; las heladas también pueden causar severos daños en el rendimiento total (Ortiz, 1999).

Las pérdidas económicas causadas por nematodos. en Bolivia y Perú se estimaron en base a información documentada disponible sobre su distribución (incidencia) y pérdidas en el rendimiento (severidad) del cultivo de papa. Se determinó que *Globodera* sp. está presente en diferentes niveles de infestación en todos los departamentos andinos de ambos países. La extrapolación de áreas cultivadas, incidencia, severidad de daño y precio de venta de los tubérculos, mostraron que las pérdidas económicas en el valor bruto de la producción de papa en Bolivia y Perú alcanzan a US\$ 13'000,000 y US\$ 128'000,000, respectivamente. La especie dominante en el Perú es *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 3,500 y 4,000 msnm (Gonzales y Franco, 2011)

Una de las grandes limitaciones en le producción son los problemas fitosanitarios o de enfermedades que afectan a las plantas y tubérculos generando pérdidas en rendimiento y en la calidad del producto final (Méndez, Inostroza, 2009)

Uno de los principales problemas fitosanitarios que inciden sobre la producción de papa en los andes peruanos, lo constituyen dos especies de nematodos del quiste de la papa; *Globodera rostochiensis* W.y *G pallida* S.; parásitos que causan daños significativos en los rendimientos y calidad de la papa cosechada, (Cansaya, 2012).

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Vera (2014), declara que en el Perú se identificó a través de la técnica molecular de PCR (reacción en cadena de la polimerasa) diferentes especies de *Meloidogyne* spp provenientes de cultivos de las diferentes regiones del Perú, identificándose en el cultivo de papa como las especies de *M. incognita* y *M. arenaria*) provenientes de las regiones de Apurímac y Lima.

Ortuño (2013), menciona que se diagnosticaron campos de papa sembrada con la variedades (Desiree, Waych`a) arriba de los 3500 msnm; dónde se determinó que *Meloidogyne* spp. está diseminado en Bolivia específicamente en los departamentos de Potosí, Chuquisaca, Tarija y Cochabamba, con severidades e incidencias altas. De la misma forma se colectaron muestras de suelo en 1708 parcelas de las localidades ya mencionadas anteriormente, dónde realizo un análisis de la especies de *Meloidogyne* y se determinó que no corresponden a las especies *M. incognita*, *arenaria*, *hapla*, *javanica* en base a los patrones perineales.

El nematodo quiste de la papa 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* Stone *G. rostochiensis* Wollenweber) con diferentes razas fu confirmado y establecido (Evans et al., 1975). En Bolivia el primer reporte de la presencia de *Globodera* spp. fue el año 1955 (Bell et al., 1955). *G. pallida* ha mostrado una distribución más amplia que *G. rostochiensis* en la región Andina de América del Sur, y *G. pallida* es también en la actualidad la especie más común en la mayoría de las áreas paperas del mundo (Franco, 1994).

La presencia de un quiste o más de 120 juveniles por 100 gramos (g) de suelo son causantes de pérdidas en el cultivo (Añez y Tavira, 1985). Otro estudio indicó que cinco quistes viables por 100 cm³ de suelo pueden originar daños económicos (Crozzoli, 1989).

En la región de puno, el 69.74% campos de producción de papa se encuentran infestados con NQP, la muestra mayor infestadas se determinó en las provincias de Yunguyo (96.00%) sandia (91.30%), Chucuito (90.91%) y el Collao

(89.47%) De otro lado las provincias de san Román (25.00%)y Azángaro (37.04%), mostraron el menor número de muestras infestadas, que estadísticamente fue significativa (León, 2005)

Se diagnosticaron campos de papa sembrada con la variedad (Desiree, Waych`a) arriba de los 3500 msnm; dónde se determinó que *Meloidogyne* spp. está diseminado en Bolivia específicamente en los departamentos de Potosí, Chuquisaca, Tarija y Cochabamba, con severidades e incidencias altas. De la misma forma se colectaron muestras de suelo en 1708 parcelas de las localidades ya mencionadas anteriormente, dónde realizó un análisis de la especie de *Meloidogyne* y se determinó que no corresponden a las especies *M. incognita*, *arenaria*, *hapla*, *javanica* en base a los patrones perineales. (Ortuño, 2013)

Mediante caracterización bioquímica con el método de electroforesis en gel con isoenzima esterase; se encontró que la especie presente en el cultivo de papa en la región Puno es *Meloidogyne hapla*, adicionalmente se observó la presencia de ocho géneros de nematodos fitoparásitos: *Meloidogyne*, *Nacobbus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Mesocriconema*, *Xiphinema*, *Dorylaimus*, *Globodera* y nematodos de vida libre (saprófitas y predadores) (Flores, 2017)

En la región de Puno la presencia del nematodo no está descartado por el intercambio cultural que existe entre Perú y Bolivia y la forma de control convencional tóxica más usadas por el productor.

Por lo que el presente proyecto de investigación pretende responder las siguientes preguntas.

¿Qué géneros de nematodos fitoparásitos estarán presentes en el cultivo de la papa en dos localidades de Puno?

¿Cómo será la densidad poblacional del nematodo en dos variedades del cultivo de la papa?

¿Cómo influirá la población del nematodo en el rendimiento en dos variedades del cultivo de la papa?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

1.3.1. Objetivo general

- Identificar géneros de nematodos fitoparasitos en el cultivo de la papa en dos localidades de Puno

1.3.2. Objetivos específicos

- Comparar la densidad poblacional del nematodo en dos variedades imilla negra y peruanita
- Evaluar rendimientos por la presencia de nematodos fitoparasitos en dos variedades de papa.

CAPITULO II

MARCO TEORICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPOTESIS DE LA
INVESTIGACION

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Origen del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

La papa es nativa de la cordillera de los Andes de Sudamérica, donde ha sido utilizada como la dieta principal del nativo por siglos o milenios de donde se han seleccionado muy diversos tipos de papas , la papa es conocida en América desde hace 10500 años, su domesticación y cultivo ha ocurrido en fecha posterior ,cerca del siglo XV, la mayoría de los pueblos indígenas cultivaban la papa, principalmente los Incas , por lo que se considera que la papa tuvo su origen en Ecuador, Perú y Bolivia, donde se cultiva la papa andina (*Solanum andigenum*) y otras especies de papas endémicas (Montaldo, 1984).

Clasificación Taxonómica se ubica al cultivo de la papa dentro de los siguientes niveles taxonómicos:

Reino	Plantae
Subreino	Embryophyta
División	Spermatophyta
Tipo	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Subclase	Gamopetala
Orden	Tubiflora
Familia	Solanaceae
Tribu	Solaneae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>tuberosum</i> L.

Descripción botánica

Es una papa suculenta, anual en su parte aérea, herbácea, dicotiledónea, es potencialmente perenne, debido a su habilidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos (Campos y Villareal 1989).

Raíz

El sistema radical de la planta propagada asexualmente, es fibroso y posee raíces adventicias. En otras palabras, las raíces nacen de los nudos del tallo situado en el suelo. En las plantas adultas el sistema radical es moderadamente extenso, aunque pocas raíces alcanzan de 0.9 a 1.2 m, tanto vertical como horizontalmente. La mayor parte de las raíces están situadas en la capa superior del suelo (Edmond, 1981)

Tallos

Los tallos son de dos tipos: aéreos y subterráneos. Los tallos aéreos son angulosos, de color verde a púrpura, dependiendo de la variedad. El tallo normal es de tipo herbáceo, erecto, un poco veloso y con ramificaciones no muy desarrolladas, los tallos son gruesos, fuertes, angulosos, con una altura que varía entre 0.5 a un metro; se originan en las yemas del tubérculo, éste contiene un alcaloide tóxico, la solanina. Los tallos subterráneos son estolones y tubérculos. Los estolones crecen lateralmente a una distancia de 2.5 a 10 cm (Edmond, 1981).

Tubérculos

El tubérculo es considerado como una parte del tallo que se ha adaptado para almacenar reservas y para la respiración, este nace en la extremidad de los estolones son cortos, gruesos y carnosos. Desarrollan hojas semejantes a escamas llamadas “cejas”, las cuales rodean las yemas. La anatomía de los tubérculos maduros y no maduros difiere considerablemente: los tubérculos no maduros constan de una epidermis, una banda ancha de corteza, periciclo, haces vasculares y médula. A medida que el tubérculo se desarrolla, la epidermis es remplazada por un peridemo que es como una capa de células de aspecto corchoso; la médula crece notablemente y constituye la mayor parte del tubérculo. Las lenticelas permiten el intercambio de CO_2 y O_2 , y la corteza y médula están abundantemente llenas de granos de almidón, un tubérculo en su estado

fresco está compuesto de 65 a un 85% de agua, 15 a 28% de hidratos de carbono, 1 a 4% de proteínas, 0.05 a 0.9% de grasas y 0.5 a 1.5% de cenizas (Arce, 1996).

Hojas

Estas son de tipo compuesto con varios folíolos opuestos y una grande como terminal, se encuentran en forma de espiral, consistiendo de hojas primarias (terminales y laterales), alternando con hojas secundarias. Generalmente, según el cultivar, existen tres o cuatro pares de hojas laterales, grandes y ovaladas, con margen serrado; además de la hoja terminal, las hojas secundarias son de tamaño menor (Arce, 1996).

Flores

Las flores son pentámeras y los colores son diversos, variando desde el blanco al morado, la corola tiene cinco lóbulos. El cáliz es tubular o lobulado. Los estambres son cinco, con largas anteras en la parte tubular y convergen alrededor del pistilo. El pistilo consiste de dos carpelos que forman un ovario súpero con un solo estilo y estigma (Arce, 1996).

Frutos

El fruto es una baya o simplemente una masa de semillas, es redondo, pequeño, de 1.25 a 2.5 cm de diámetro y contiene de 100 a 300 semillas, el color del fruto es muy variado, desde verde a amarillo, o incluso violeta y consta de 2 cavidades o lóculos en los que se alojan las semillas (Arce, 1996).

Variedad imilla negra

Pertenece a la subespecie indígena. Origen sur del Perú (Apuímac). Se siembra sobre los 3,000 m en los departamentos de Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Apurímac. Poco en el norte. Planta medianas y altas, semierectas, tallos numerosos, marrón verdoso, hojas verdes oscuro. Floración temprana, abundante, muy escasa o nula fructificación. Flores rojo intenso. Tubérculos redondeados o redondos, ojos semiprofundos a profundos. Piel bicolor, áreas de color rojizo de borde definido y áreas amarillentas alrededor de los ojos. Pulpa amarillenta, brotes rojizos, con áreas cremosas en los nudos. Buen potencial de rendimiento, tubérculos numerosos de tamaño mediano a pequeño. Buena calidad

culinaria (hasta 22% de m.s.). Semitardía (160 días). Rinde hasta 20t/ha, con tubérculos medianos y pequeños. Requiere suelos bien mullidos. Susceptible a verruga (*S. endobioticum*) roña (*Spongospora subterranea*) y nematodo del quiste. Tolera la ranca, pero es susceptible a los golpes. Brota después de 2 a 3 semanas de ser cosechada. (Seminario,2008)

Variedad Peruanita

De origen del sur del Perú (Apuímac). Se siembra sobre los 3,000 msnm en las regiones de Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Apurímac. Plantas medianas a altas, semi erectas, tallos numerosos, marrón verdoso, hojas verdes oscuro. Floración temprana, abundante, muy escasa o nula fructificación. Flores rojo intenso. Tubérculos redondeados o redondos, ojos semi profundos a profundos. Piel bicolor, áreas de color rojizo de borde definido y áreas amarillentas alrededor de los ojos. Pulpa amarillenta, brotes rojizos, con áreas cremosas en los nudos. Buen potencial de rendimiento, tubérculos numerosos de tamaño mediano a pequeño. Periodo vegetativo semitardía (160 días). Rinde hasta 20t/ha, con tubérculos medianos y pequeños. Susceptible a verruga, roña y nematodo del quiste. Tolera la ranca, pero es susceptible a los golpes (Seminario, 2008).

Zonas de producción de papa

Las zonas agroecológicas Circum lacustre Suni o altiplano y puna húmedo, con sus zonas homogéneas de producción, ladera, pie de ladera y pampa, zona quechua (ceja de selva), constituyen las zonas de mayor producción en la región puno.

Cuadro 1 *Superficie sembrada y producción de las dos zonas de estudio campaña 2015-2016*

Lugar	Siembras(ha.)	Producción(T.)
Capachica	500.00	10,144.00
Yunguyo	992.00	11,030.00
Total	1492.00	21.174

(Fuente: DRA, 2016)

2.1.2. Características generales de los nematodos

Evans *et al.*, (1993), señala que la palabra nematodo viene de nematoide (como hilo) y alguno del nombre más común que tiene son: gusanos redondos, anguilas, lombrices, etc. Los nematodos son un grupo altamente diferenciados de los invertebrados que se clasifican como Phylum separado del reino animal. Categoría de Phylum se divide en dos clases Adenoforea y Secernentea; en ambas hay especies de nematodos parásitos de importancia económica para los vegetales.

Guiñez *et al.*, (1993), indica que son gusanos redondos de simetría bilateral, no segmentados, incoloros (transparentes) circulares. Tanto el macho como la hembra tiene una forma típica de aguja (fusiforme), pero algunas especies tienen dimorfismo sexual; la hembra adulta toma la forma de pera, limón o riñón, llegando a ser sedentarios, en cambio el macho sigue con la forma de aguja. El largo varía de 0,5 a 5 mm. Los machos son generalmente más pequeños que las hembras. El cuerpo está cubierto con una cutícula y una capa muscular que permite el movimiento ondulatorio del nematodo. El sistema digestivo empieza en la abertura bucal, en los parásitos la cavidad bucal tiene un estilete en forma de estilete en forma de aguja hipodérmica que le sirve para penetrar las células de las plantas y succionar su contenido, luego viene al esófago que tiene la glándula salival necesaria para la digestión de los alimentos. El esófago conecta con el intestino que da al recto y termina en el ano.

Guíñez *et al.*, (1993), dice que la reproducción en general consiste en la copulación del macho con la hembra y la fertilización del huevo con la espermia del macho. En ausencia y escasos de machos el huevo se desarrolla por partenogénesis. En algunas especies la hembra funciona como hermafrodita ella misma produce los huevos y espermia en sus gónadas.

Evans *et al.*, (1993) sustenta que el sistema reproductivo de la hembra consiste en uno o dos ovarios tubulares que conectan con el útero, este con la vagina y finalmente con la abertura o vulva. El sistema reproductivo del macho consiste en uno o dos testículos tubulares, que se vacían en los vasos deferentes y se unen con el recto formando la cloaca, se abre ventralmente a través de la abertura cloacal. Los machos se distinguen, además, por la presencia de espículas copulatorias.

Guíñez *et al.*, (1993), manifiesta que el sistema nervioso consiste en una comisura que rodea el esófago llamado anillo nervioso; varios ganglios y nervios están asociados longitudinalmente a este anillo. Los nervios estimulan varios órganos sensibles (papilla y anfidos). El sistema excretor es una celda ventral que se abre asía fuera, través de un poro excretor en la región del esófago.

2.1.3. Ciclo de vida y hábitos de alimentación

Maguacelaya (1996), dice que en general que en todos los géneros de nematodos el ciclo de vida consta de seis estados: huevo, cuatro estados juveniles, o larvarios y adulto. Al pasar un estado a otro una muda de piel; la primera muda se produce dentro del huevo. La mayoría de, los nematodos que habitan en el suelo según su grupo de alimentación se puede clasificar en tres grupos:

Saprófagos: que obtienen su alimento directamente de la materia orgánica en descomposición o de microorganismos asociados a la putrefacción.

Predadores: se alimentan de pequeños animales, incluyendo otros nematodos.

Parásitos de vegetales: que se alimentan de hongos algas y vegetales.

Aunque todas las partes de la planta pueden ser afectadas por estos parásitos (raíces, tallos, brotes, hojas, flores y semillas), el tipo de daño varía de acuerdo a las especies de nematodos y a las plantas hospederas (Maguacelaya, 1996).

Según la forma como los nematodos como se alimentan de las raíces estos se pueden clasificar en tres grupos:

Endoparásitos: son aquellos que penetran totalmente a las raíces se desarrollan y multiplican dentro de ella. Hay endoparásitos, que son los que entran a la planta y se fijan en un solo lugar toda su vida, ej. Nematodo del nudo de la raíz *Meloidogyne* sp., endoparásitos migratorios, que entran a la planta y se movilizan de un punto a otro dentro de ella, ejemplo. nematodo de las lesiones radicales, *Pratylenchus* spp.

Semiendoparasitos: son aquellos que penetran parcialmente dentro del tejido vegetal, ej. Nematodos de cítricos *Tylenchulus semipenetrans*.

Ecto parasitos: se alimentan de las partes externas de las plantas sin entrar a ellas. Para poder alimentarse, normalmente son más largos que los endoparásitos, lo mismo que su estilete, por ejemplo, *Xiphinema* sp. O nematodo daga, *Trichodorus* sp y *Longidorus* sp.

2.1.4. Mecanismos asociados a los síntomas observados en plantas

Las desviaciones sobre los procesos fisiológicos normales que tienen lugar con el parasitismo del nematodo y que explican la reducción en el rendimiento de las plantas afectadas, no se limitan a las funciones de la raíz, sino que abarcan igualmente a procesos que ocurren en la parte aérea o a nivel de planta entera, el efecto más aparente del parasitismo de nematodos sobre la planta es una reducción general del crecimiento, los nematodos reducen el crecimiento de las plantas debido a que destruyen la estructura de las células y consumen su contenido, interfiriendo en los procesos fisiológicos normales y modificando la expresión genética en la planta hospedante. Además de la disminución en el crecimiento, los síntomas asociados al parasitismo, a menudo son marchitez temporal y aparentes deficiencias nutricionales en las hojas; manifestaciones de alteraciones en dos funciones radicales básicas como son la absorción de agua y la nutrición mineral, respectivamente (Nico, 2002).

Los nematodos provocan una reducción en la absorción de agua debido a la destrucción mecánica que provocan en las raíces y a la consiguiente pérdida de biomasa funcional. Sin embargo, se reporta que las relaciones hídricas en la planta se ven afectadas en etapas tempranas de la infección, cuando el parasitismo aún no ha originado destrucción de tejidos ni ha reducido la relación raíz/parte aérea. El parasitismo origina interrupciones en la corriente transpiratoria, particularmente con nematodos que afectan a células ubicadas dentro del cilindro vascular. Como consecuencia, la conductividad hidráulica disminuye en las raíces, tal como lo confirman estudios llevados a cabo en *Meloidogyne* spp, las alteraciones en la relación agua-planta a nivel radical se traducen en desórdenes hídricos que se evidencian en la parte aérea, como la caída del potencial hídrico de las hojas y alteraciones en los valores normales de conductividad estomática, transpiración y eficiencia hídrica (Manzanilla-López *et. al*, 2002).

Otra función del sistema radical que sufre el efecto perjudicial del parasitismo de los nematodos es la nutrición mineral. La magnitud de la alteración varía ampliamente de acuerdo con la especie de nematodo, el hospedante, las condiciones ambientales y el tiempo transcurrido desde el comienzo de la infección, la reducción en la absorción de nutrientes minerales obedece fundamentalmente a que la superficie activa para la misma se ve reducida tanto por el daño mecánico directo, como por la disminución de emisión de raíces laterales y la elongación de las ya existentes. El perjuicio causado por los nematodos a la nutrición mineral no se restringe al proceso de absorción, sino que afecta igualmente a la translocación de los mismos hacia la parte aérea. Este fenómeno es particularmente notable en el caso de aquellas especies que se alojan en el cilindro vascular, como, *Meloidogyne* spp. (Hussey y Williamson, 1998). En algunos casos, esta circunstancia determina un comportamiento diferencial entre los diversos elementos minerales esenciales y un desajuste entre los mismos. Así, aquellos nutrientes cuya vía de translocación es preferentemente simplástica, sufren de manera particular este efecto y terminan, de esta manera, concentrándose en la raíz y haciendo sentir su deficiencia en la parte aérea. Esto permitiría explicar

por qué N y K son elementos particularmente sensibles al parasitismo por nematodos noduladores, según se demuestra en diversas investigaciones. El parasitismo de los nematodos causa efectos perjudiciales igualmente sobre la fotosíntesis, la reducción en la cantidad total de CO₂ asimilado ha sido demostrada en patosistemas que involucran a nematodos noduladores como *M. javanica*, *M. incognita*, por otra parte se comprobó que la reducción en la asimilación de CO₂ es proporcional a la duración de la infección y a la densidad de inóculo empleada, al no existir un contacto directo entre el nematodo y los órganos aéreos involucrados en la fotosíntesis es de suponer que la reducción en la producción neta de foto asimilados responde a mecanismos indirectos, esto es, que existen procesos intermedios cuya alteración es la que determina, en última instancia, la disfunción de la fotosíntesis normal. La reducción en la función fotosintética obedece, entre otras razones, a la reducción del área foliar, a una menor concentración de clorofila como consecuencia del déficit de N y a la reducción de las tasas de intercambio gaseoso como consecuencia del estrés hídrico y alteraciones en la función estomática normal (Hussey y Williamson, 1998).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Biodiversidad: Término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano.

Ciclo biológico: sucesión de formas que se producen en el crecimiento y desarrollo del microorganismo.

Ciclo de vida. fase o etapas sucesivas del crecimiento y desarrollo de un organismo que se lleva a cabo entre la aparición y la reaparición de una misma etapa de su desarrollo.

Caracterizar: Determinar las cualidades o rasgos característicos de una persona o una cosa

Control: Un proceso de vigilar las actividades para cerciorarse de que se desarrollan conforme se planearon y para corregir cualquier desviación evidente

Diagnosis. Es la técnica de reconocer por observaciones, estudio o experimentación, la naturaleza de la causa de un problema y los factores que inciden en su desarrollo.

Ectoparásito. Parasito que se nutre sobre su hospedero desde el exterior

Endoparásito: Parasito que vive al interior de su hospedero

Enfermedad endémica. Enfermedad establecida permanentemente en forma moderada o severa en un área definida

Estilete. Estructura en forma de lanza hueca sujeta con fuertes músculos que es retractable y que caracteriza a los nematodos parásitos de plantas. Funciona como boca y a la vez como órgano de penetración succión para alimentarse

Nematodo fitoparásito: Nematodos que tienen un estilete, que tiene la habilidad de punzar y succionar los líquidos de las células vegetales para alimentarse.

Odonto estilete: Tipo de estilete de muchos nematodos de vida libre y los de la familia Dorylaimidia con estilete corto sin nódulos, cavidad bucal con una estoma cilíndrica.

Odontoforo: Estructura secundaria de un odonto estilete, formado por la modificación de la región faríngea anterior.

Ovocito. Gametocito hembra que participa en la reproducción.

Parasitismo. El parasitismo se produce cuando un individuo vive a expensas de otro al que puede perjudicar.

Partenogénesis. Desarrollo embrionario que inicia de un óvulo en fecundación, sin la participación del macho para la reproducción (asexual).
Perineal. Relativo perineo (espacio entre el ano y los órganos genitales).
Perineo. Área de una superficie cerca al ano y la vulva, área particular para el diagnóstico de nematodos del nódulo de la raíz.

Piriforme. Forma de pera.

Poliacrilamida. Polímero generado a partir de acrilamida y bisacrilamida. Forma un gel con poros más pequeños que la agarosa. Se usa como medio separador para realizar electroforesis de macromoléculas, en especial proteínas y fragmentos de ácidos nucleicos.

Polífago. Conjunto de organismos que poseen una alimentación variada. Estos organismos se pueden nutrir, a la vez, de especies vegetales y de especies animales.

Quiste. Hembra repleta de huevos con la cubierta endurecida muy resistente a agentes externos. Estos quistes pueden permanecer en ese estado largo tiempo activándose cuando las condiciones sean favorables.

Resistencia. Describe la capacidad del hospedero para suprimir el desarrollo de nematodos y la reproducción.

Saprófito. Organismo vegetal que obtiene su energía de materia orgánica muerta o de los detritos desechados por otros seres vivos, de los cuales extrae los compuestos orgánicos que requiere como nutrientes para alimentarse. Sedentario. Que permanece siempre en el mismo lugar. Adjetivo que apunta a todos aquellos seres vivos de pocos movimientos.

Umbral de daño. Densidad de plaga a partir de la cual los daños que se ocasionan son superiores al costo de las medidas de control que los evitaría.

Vermiforme. Es un adjetivo utilizado para caracterizar seres vivos o estructuras que tienen forma parecida a un gusano.

Vulva. Abertura externa del sistema reproductivo de las hembras, normalmente transversal.

Nematodo Fitoparásito: Nematodos que tienen un estilete que tiene una habilidad de punzar y succionar los líquidos de las células para alimentarse

Patógeno: Elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal, cuyas condiciones estén predisuestas a las ocasiones mencionadas

Parasitismo: Se produce cuando un individuo vive a expensas de otro al que puede perjudicar

Persistencia: Es la capacidad de un producto químico para permanecer en el lugar donde se ha arrojado o vertido.

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION

2.3.1. Hipótesis general

Existe varios géneros de nematodos fitoparasitos presentes en las dos localidades de puno.

2.3.2. Hipótesis específica

- Hay una población de nematodos considerable en las dos variedades de papa.
- La población de nematodos ocasiona pérdidas en rendimiento económico de papa en las dos variedades.

CAPITULO III

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

La conducción de experimento comprende dos fases:

3.1 FASE DE CAMPO:

3.1.1. Toma de muestras de suelo

Para el muestreo el momento adecuado fue antes de la siembra, empleando el manual de técnicas y métodos de muestreo para el nematodo (González y Franco, 1993)

- En el terreno se recorrió en zigzag en cada 10 metros se tomó una muestra a una profundidad de 15 cm, retirando la capa superficial; utilizando una pala se introdujo al suelo y la base de la misma es la muestra recolectada que será de 15 a 20 cm aproximadamente y luego se depositó la muestra en bolsas de plástico previamente codificado.

- Se recolecto 1 muestra por cada tratamiento, cada muestra consistirá en obtener una muestra compuesta de 500 a 1000 gr. de suelo.



Figura 1 Colecta de muestras (A: colecta en Tahuaco distrito de Yunguyo, B:Colecta en Hilata Capachica, C: Raíces infestadas con *Nacobbus* sp.

3.2. FASE DE LABORATORIO

3.1.2. Procesamiento de muestras en laboratorio para aislar los nematodos del suelo Método modificado de Fenwick (1940)

Procedimiento:

- Se llenó con agua el aparato de Fenwick modificado.
- Luego se colocó los 100gr de la muestra de suelo en el tamiz de la parte superior del equipo
- Seguidamente se lavó la muestra de suelo dentro del equipo hasta que todo el suelo pase a través del embudo. El material grueso quedó retenido en la parte superior del tamiz y las partículas pesadas de suelo, así como la arena sedimentaron en la parte inferior del equipo (Figura 2A)
- Los quistes restos orgánicos y otras partículas que flotan fueron llevados con el agua hacia un collar del aparato y colectados en un tamiz de 175 μ m. partículas de menor diámetro pasaron por a través de este tamiz
- Cuando el agua descendía limpio se retiró el tapón de jebes de la parte inferior de la jarra para desaguarla y dejar limpio el equipo
- Los quistes y material retenidos en el tamiz de 150 de μ m fueron concentrados en solo tamiz y transferidos a un vaso de precipitados



Figura 2 A: Método modificado de Fenwick. B: secado de muestras para recolección de quistes de *Globodera* sp. Fuente: Elaboración propia (2016).

3.1.3. Método para evaluar juveniles

Método de Baermann

Procedimiento:

- Se tomó un embudo de 10 cm de boca al que se adoso un tubo de goma con una llave de cierre.
- En esta se colocó suelo y raíces, hojas y tallos en estudio bien lavados y cortados en trocitos de 1 cm aproximada mente la cantidad de 50 g dentro de una bolsita de muselina o tejido semejante dentro del embudo
- se agregó agua por las paredes del mismo hasta que la muestra quede totalmente cubierta en vez de una bolsita de plástico también puede usarcé un vaso de precipitados de 100ml colocando la muestra en su interior y tapar la boca con tela o algodón que se sujeta en una bandita de goma luego se coloca el vaso invertido en el embudo y se procede a agregar agua.
- Una vez en contacto la muestra con el agua debe evitar moverse el aparato y luego de 24 horas (figura 3A)
- Se recoge el agua por el tubo de goma que sale del embudo, se deja precipitar y se concentra o se diluye la suspensión obtenida hasta llegar a un volumen de 100 ml se homogeniza bien y se toman dos partes alícuotas 10 cc cada una se cuenta separadamente se promedian el resultado obtenido se tienen los nematodos que hay en raíces, hojas o tallos. (Fraga, 1984)



Figura 3 A: Método de Baermann, Embudos conteniendo muestras de suelo y de raíz. B: Identificación en el microscopio.
Fuente: Elaboración propia (2016)

3.3. IDENTIFICACIÓN DE GENEROS DE NEMATODOS

La identificación de los géneros de nematodos fitoparásitos incidentes al cultivo de papa se realizaron por comparación entre el individuo visto al microscopio y las claves propuestas para tal caso por: Cepeda, 1996, Meredith, 1997, Jacob y Middelploats

3.4. DETERMINAR LA POBLACIONAL DEL NEMATODO

De manera general la densidad de población de nematodos se expresa en número de individuos por unidad de volumen o peso de suelo (nematodos en 1 cm³ o en 1 g de suelo) y en huevos y J2 en 1 g de raíces (Sandoval y Lomas, 2007).

3.5. RELACIÓN DE LA POBLACIÓN DE NEMATODOS CON LA PRODUCCIÓN, EN DOS VARIEDADES DE PAPA

Se hizo la comparación con el rendimiento de cada variedad (Imilla negra y peruanita) con los datos obtenidos en campo en las dos zonas de estudio (Capachica y Yunguyo)

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Modelo aditivo lineal estadístico para BCA con arreglo factorial:

$$x_{ijk} = \mu + p_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$$i=1,2,3,\dots,p(\text{niveles de factor A})$$

$$j=1,2,3,\dots,q(\text{niveles de factor B})$$

$$k=1,2,3,\dots,r$$

donde:

x_{ijk} : Es la variable de respuesta de la K-esima observación bajo el j-esimo nivel de factor B, sujeto al i-esimo nivel del factor A

μ : Constante media de la población a la cual pertenece las observaciones

α_i : efecto del i-esimo nivel del factor A

β_j : Efecto de j-esimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de interacción del i-esimo nivel del factor A, en el j-esimo nivel del factor B.

ε_{ijk} : Efecto del error experimental.

CAPITULO IV

CARACTERIZACION DEL AREA DE INVESTIGACION

4.1. AMBITO DE ESTUDIO

Se encuentra ubicado en la provincia de Yunguyo y distrito de Yunguyo y en el Distrito de Capachica Departamento de Puno.

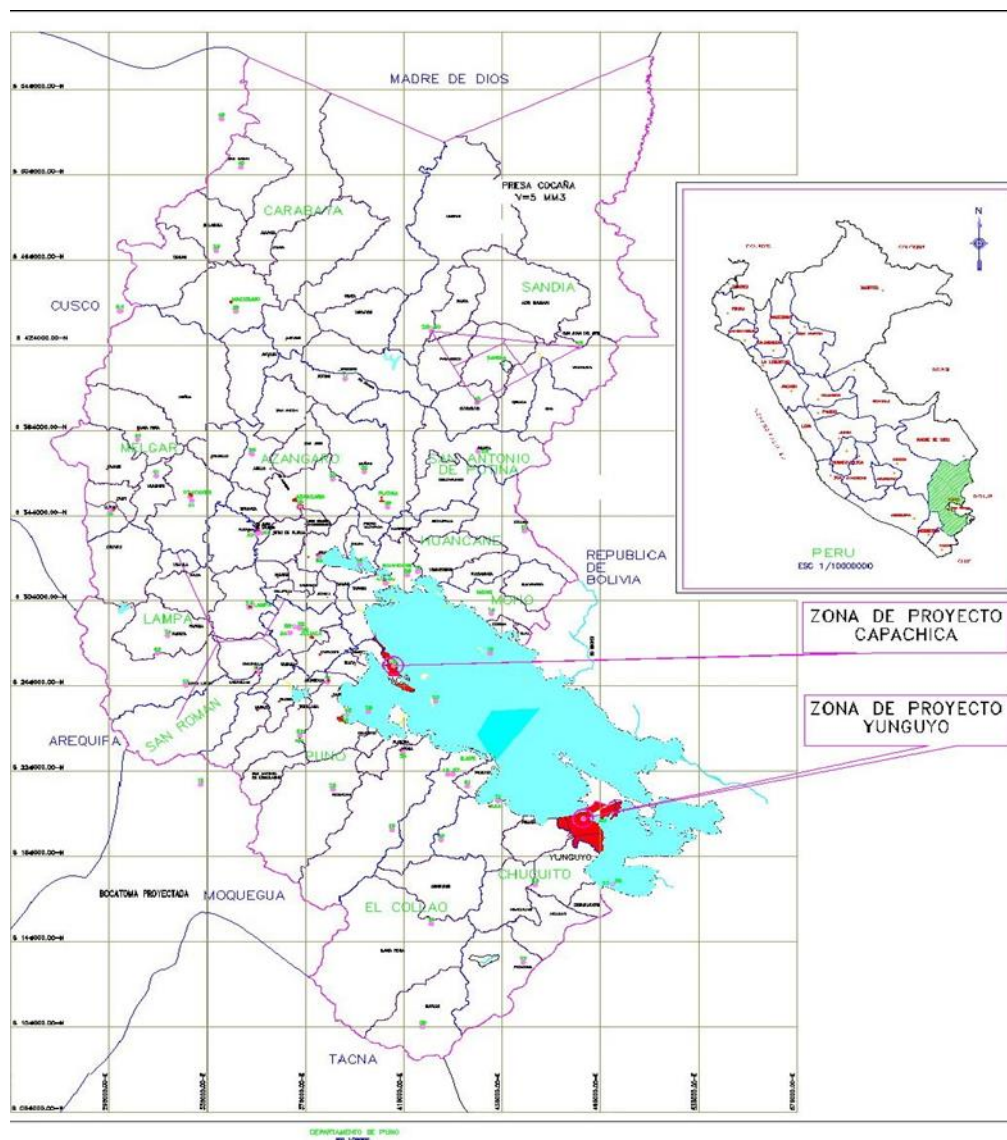


Figura 4 Mapa de ubicación de las zonas evaluadas en la región Puno.
Fuente: Elaboración propia (2016)

4.2. LOCALIZACION DEL PROYECTO

Ubicado en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Tahuaco Yunguyo y en la comunidad de Hilata del Distrito de Capachica Departamento de Puno.

4.3. UBICACIÓN POLITICA

Cuadro 2 *Ubicación política.*

Zonas	Ubicación política provincias y distritos	Coordenadas de posición de provincias/lugar:latitud,longitud /Altitud
Zona 1	Prov. Yunguyo lugar Tahuaco	16° 14' 33''S, 69° 05' 31''O Altitud: 3857 msnm
Zona 2	Prov. Puno : Capachica lugar Hilata	15° 38' 30'' S, 96° 49' 50'' O Altitud: 3880 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia (2016)

4.4. DURACIÓN

La fase de campo donde se realizó la colecta de muestras, se realizó en la campaña agrícola 2015 – 2016 entre los meses de diciembre de 2015 hasta febrero de 2016 en dos provincias de la región Puno (figura 4). La etapa de laboratorio con el procesamiento de 8 muestras de suelo tuvo una duración de tres meses.

4.5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LAS ZONAS EVALUADAS

Los datos de las temperaturas máxima y mínimas, precipitaciones y humedad relativa correspondientes a los meses que se desarrolló esta investigación figuran en el cuadro 4 los cuales fueron tomadas de las estaciones meteorológicas de CO. 100021 de Capachica y la estación CO. 110820 de Yunguyo

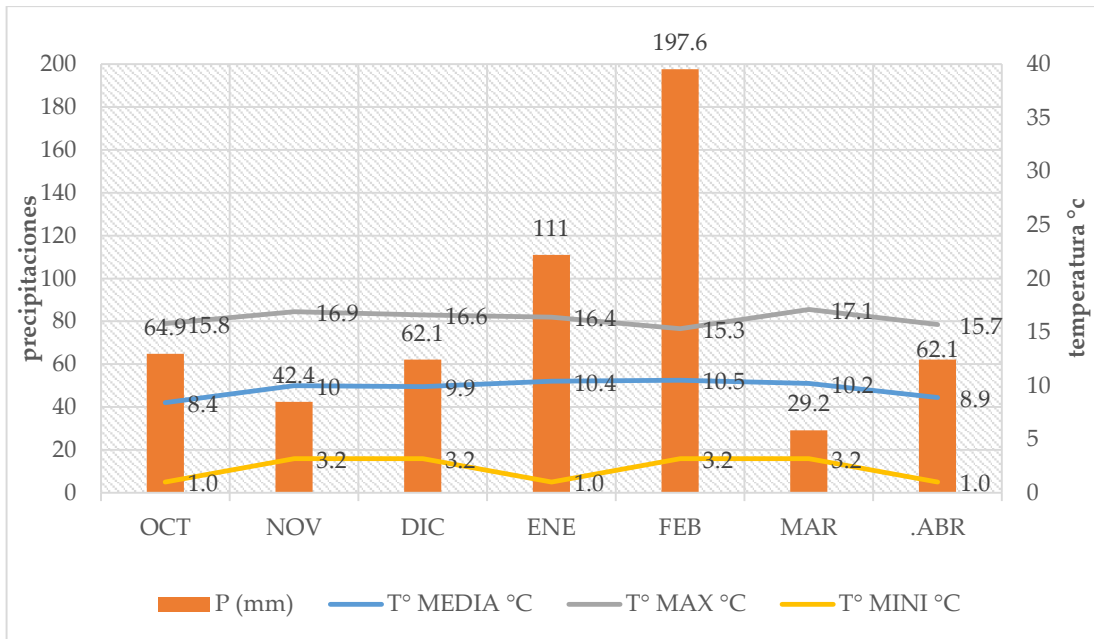


Figura 5: Climograma de datos meteorológicos de la campaña agrícola 2015-2016 del distrito de Capachica Fuente: Elaboración propia (2016).

En la Figura 5 las mayores precipitaciones se dieron el mes de febrero con una precipitación de 197.6 mm y una temperatura máxima de 17.1 °C con una humedad relativa de 74% y una temperatura mínima de 1.0 °C.; en el caso denematodo , *Globodera sp* , está mejor adaptada a temperaturas frías entre 10 a 18 °C (Franco y Evans, 1979)

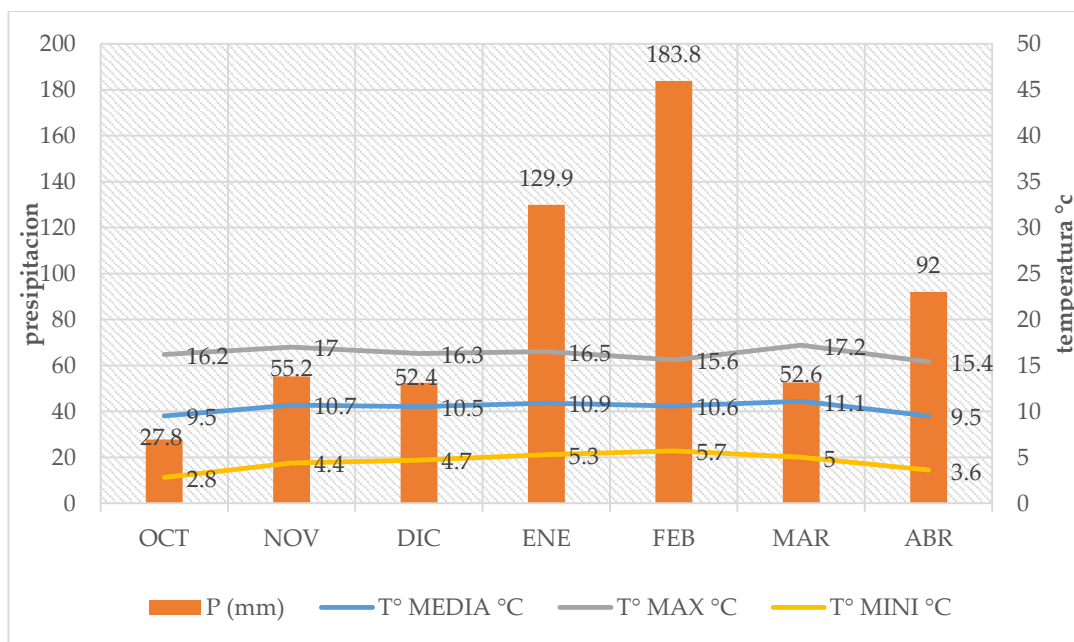


Figura 6: Climograma de datos meteorológicos de la campaña agrícola 2015-2016 de la provincia de Yunguyo Fuente: Elaboración propia (2016).

En la figura 6 la mayor precipitación fue en el mes de febrero con 183.8 mm y una humedad relativa de 72% y una temperatura máxima en el mes de marzo de 17.2 °C y una temperatura mínima en el mes de octubre de 2.8°C.

CAPITULO V

EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITOS INCIDENTES EN EL CULTIVO DE PAPA EN YUNGUYO Y CAPACHICA

Resolviendo el primer objetivo con la recolección de muestras y aplicando el Método de Baermann y Método modificado de Fenwick y La identificación de los géneros de nematodos fitoparacitos incidentes al cultivo de papa se realizaron por comparación entre el individuo visto al microscopio óptico a 5x 10x y 40x y las claves propuestas en las dos localidades de puno son *Nacobbus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Globodera sp* y nematodos de vida libre (saprófitas y predadores).

5.1.1. Genero *Nacobbus sp.*

El macho adulto observado es filiforme y se determinó un promedio de 22 anillos entre la vulva y el ano, concluyendo que el género que prevalece, corresponde a *Nacobbus sp.* Este género se caracteriza porque las hembras tienen un solo ovario y machos que tienen una bursa distinta, aunque pequeña. La hembra inmadura es vermiforme y migratorio y se encuentra en las raíces y en el suelo. Las colas de estos inmaduros son redondeadas, Stone y Burrows (1985).

Este género disminuye tanto el rendimiento total como también la cosecha de tubérculos grandes y los medios de diseminación son el suelo que va adherido a las herramientas de trabajo, los animales, vehículos, así como también, el agua y el viento. Sin embargo, el principal factor de diseminación es el uso de tubérculos infectados.

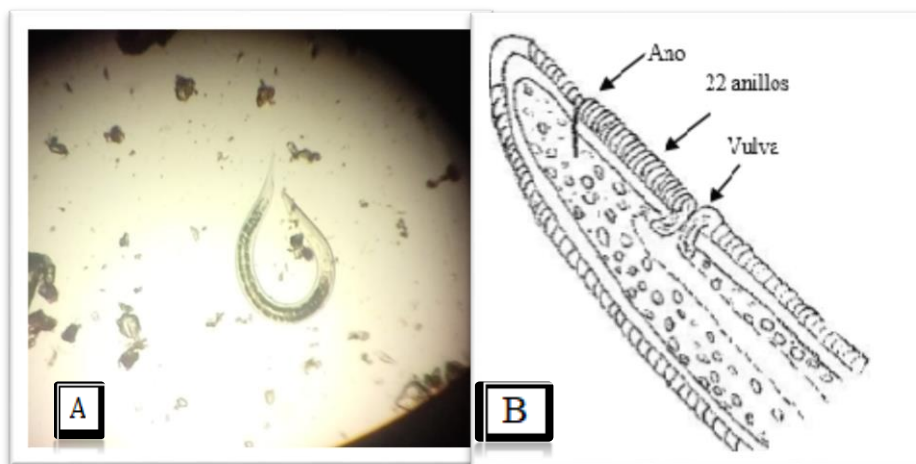


Figura 7 Género *Nacobbus sp.* 10x A: Longitud del cuerpo del estadio juvenil. B: Cola de hembra; Claves de identificación de *Nacobbus sp.* (Cepeda,1996, meredith,1997, Jacob y Middelplaats)

5.1.2. Género *Pratylenchus* sp.

Los nematodos extraídos tienen características morfológicas en estado vermiforme, de tamaño 1mm de estilete bien desarrollado y provisto de grandes nódulos basales la forma de la cola es subsilíndrica, más o menos cónica o redondeada o con termino truncado.

Características generales de *Pratylenchus* sp. (Cepeda, 1996), Nódulo basal claramente visible al microscopio; Cuerpo no muy largo, cilíndrico; Adopta forma arqueada cuando está muerto; Cutícula con finos anillos y pliegues laterales; Usualmente con cuatro incisuras; Cabeza cónica redondeada o truncada; Istmo delgado; Bulbo medio estipulado o redondeado; Vulva normalmente con membranas cuticulares laterales.

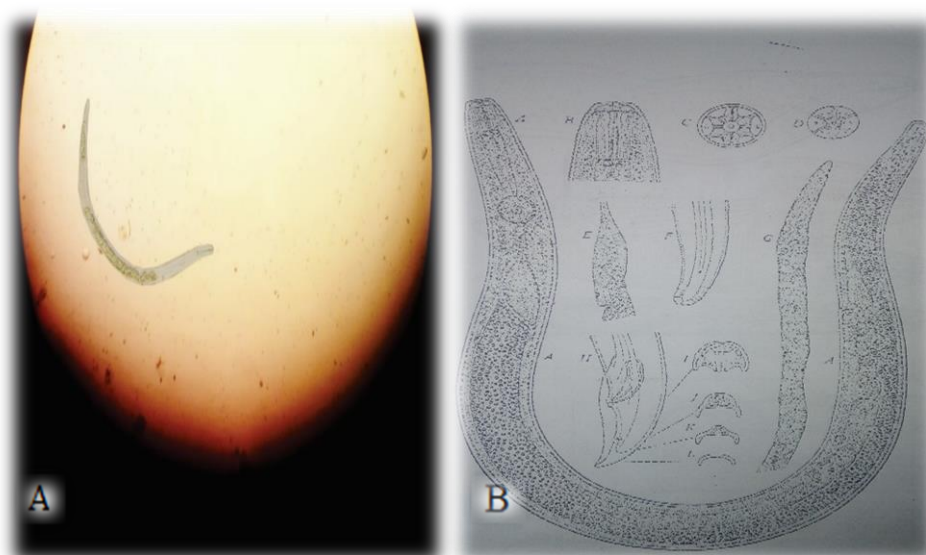


Figura 8 A: Género *Pratylenchus* sp.10x Fuente: elaboración propia B:claves de identificación del género *Pratylenchus* sp. (Cepeda,1996, meredith,1997, Jacob y Middelpaats)

5.1.3. Género *Helicotylenchus* sp.

Los individuos extraídos tienen la cabeza cónica redondeada, lo cual es una característica fundamental para la evaluación morfológica del género *Helicotylenchus*,sp ,la cola es asimétrica, redondeada con una proyección. El cuerpo del nematodo forma una espiral cuando se encuentra muerto o relajado Fortuner *et al.*, (1987)

Jean *et al.* (2003) comprobaron que el nematodo espiral puede ser diferenciado de otras especies en los últimos estadios, ya que los cuerpos tanto de especímenes hembras como de 4 machos tienen anulares distintos

a los de otras especies, al matarlos y fijarlos, ellos se arquean y toman la forma de la letra C.

Estos nematodos fácilmente son introducidos en lotes vírgenes por medio de suelo y rizomas, usualmente en plantaciones viejas infestadas. En los sistemas de producción de agricultores con áreas pequeñas de cultivos, la venta y el intercambio del material de siembra es común, y esto contribuye a que la persistencia de los fitonematodos sea un problema.

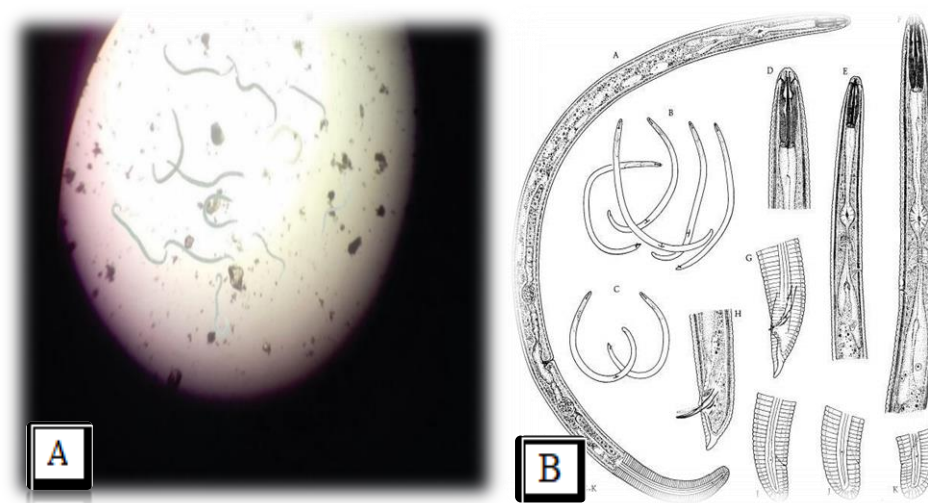


Figura 9 A: Juveniles del género *Helicotylenchus* sp. 5x Fuente: Elaboración propia . B: Clave para identificar nematodos del género *Helicotylenchus* sp. (Cepeda, 1996, Meredith, 1997, Jacob y Middelplaats).

5.1.4. Género *Globodera* sp.

Se observa que los quistes son amarillos o dorados. Las hembras inmaduras de color blanco o crema. Unas y otras forman quistes de color marrón, (Tovar, 2006). Dice que el cuerpo de la hembra al madurar se ensancha y después de la muerte se convierte en un quiste duro; de color de oro dorado y se observa en su cutícula líneas en zigzag con puntuaciones, que siguen un arreglo sistemático que vienen siendo los vestigios de los anillos cuticulares, su cuerpo es entrelazado tiene cuerpo lateral, miden cerca de 1.5mm de longitud. Cuenta con disco labial de perfil, su espícula es menor de 30mm a partir de su punto distal, no tiene cloaca, pero si cola esférica corta, algunos señalan que su longitud es menor que la mitad del ancho del cuerpo.

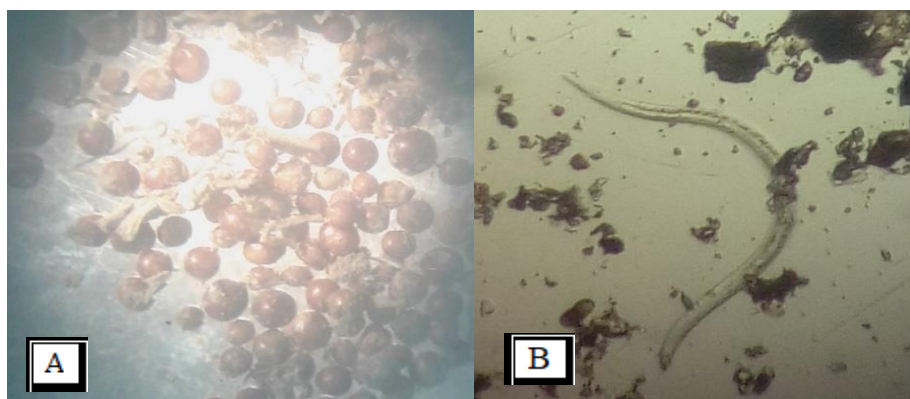


Figura 10 A: Quistes del género *Globodera* sp. 10x B: juvenil de *Globodera* sp. 10x
Fuente: Elaboración propia (2016)

5.1.5. Nematodos de vida libre

Individuos extraídos de muestras de suelo, se observaron nematodos con longitudes de cuerpo bastante grandes con un cuerpo cilíndrico, cutícula gruesa y presentan un odontoestilete corroboramos con Tihohod (2000), indica que presentan un odontoestilete que es una cavidad bucal esclerotizada con una estoma cilíndrica y en algunos géneros presenta un odontoforo; lo cual se confirma que fueron encontrados nematodos de vida libre; La mayor parte de los nematodos de vida libre miden menos de 2.5 mm. de largo, la mayoría son de aproximadamente de 1 mm, encontrándose otros microscópicos (Ruppert y Barnes, 1996)

La mayoría de los microgusanos son dioicos, aunque no son raros los hermafroditas, los machos suelen ser más pequeños que las hembras y su región posterior suele estar curvada en forma de gancho en donde lleva un par de espinas copuladoras. La fecundación es interna y los huevos generalmente se almacenan en el útero hasta su puesta (Hickman et al., 1998)



Figura 11 Nematodo de vida libre 10x
Fuente: Elaboración propia (2016)

5.2. COMPARACION DE LA POBLACIONAL DEL NEMATODO EN DOS VARIEDADES IMILLA NEGRA Y PERUANITA.

los géneros de nematodos encontrados en las dos localidades Yunguyo (Tahuaco INIA) y Capachica (Hilata) son: *Nacobbus*, *Pratylenchus Helicotylenchus*. *Globodera* Nematodos de vida libre las cuales se encontraron diferencia de población para cada variedad (var. Imilla negra y Peruanita) los cuales se compararon.

5.2.1. Comparación de la cantidad de nematodos en suelo en Capachica y Yunguyo por variedad de papa y géneros

5.2.1.1. Comparación de población de nematodos en dos variedades en Capachica.

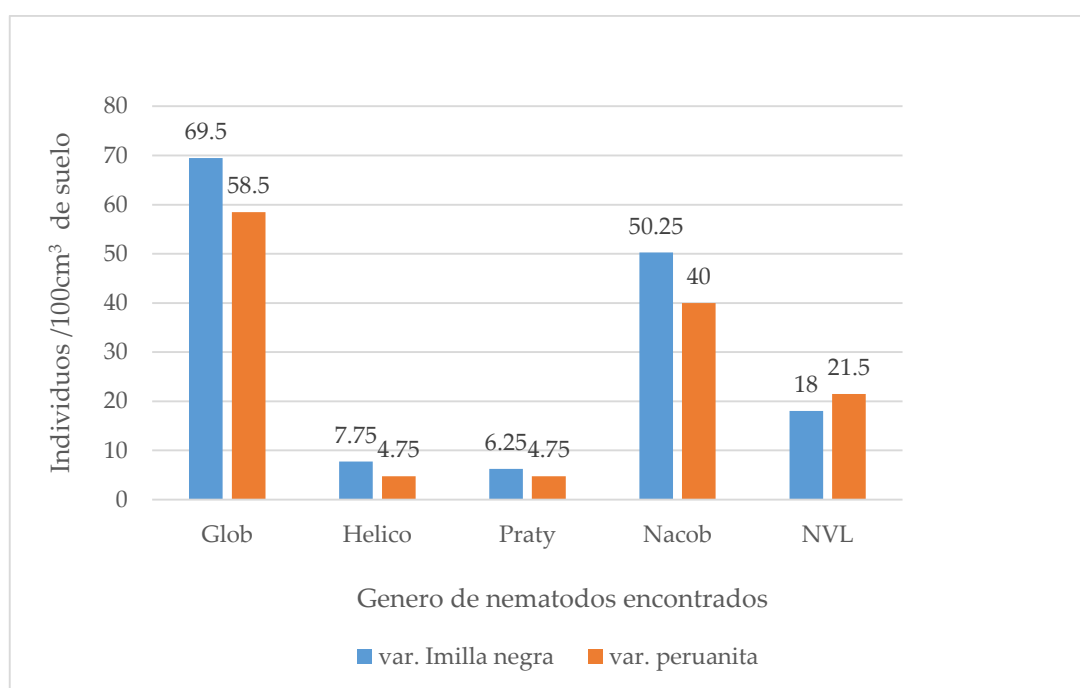


Figura 12 Densidad población de nematodos en dos variedades de papa en Capachica.

En la Figura 12 En la provincia de Capachica se determinó la presencia de Nematodos del género *Globodera* sp. Con densidades poblacionales promedio en suelo de siembra de 69.5 quistes /100g de suelo en la variedad imilla a diferencia de la variedad Peruanita con una población promedio de 58.5 quistes/100g de suelo. En el género *Helicotylenchus* sp. la población

promedio en el suelo de la variedad Imilla negra es de 7.75 Individuos /100cm³ a diferencia de la variedad Peruanita con una población de 4.75 Individuos /100cm³ de suelo el efecto de este nematodo (Román, 1978) menciona que el efecto de este nematodo es generalmente un retardamiento del crecimiento aéreo y subterráneos las raíces infestadas por el nematodo demuestran desorganización y desintegración de los tejidos corticales.

El género *Pratylenchus* sp en el suelo de siembra variedad Imilla negra una población de 6.25 Individuos /100cm³ con una diferencia en la variedad Peruanita que tiene una población promedio de 4.75 Individuos /100cm³ estas densidades poblacionales no superan los umbrales de daño económico como lo menciona Arévalo (2014) quien refiere que rangos de 100 a 200 individuos/100 cm³ de suelo se consideran umbral de Daño por lo tanto no afectaría el normal desarrollo del cultivo de la papa.

El género *Nacobbus* sp. con una población de 50.2 Individuos /100cm³ de suelo y en la variedad peruanita con una población promedio de 40 Individuos /100cm³ de suelo, la presencia de nematodos de vida libre (saprófitas y predadores) con una población en la variedad Imilla negra 18 Individuos /100cm³ y en la variedad peruanita 21.5 Individuos /100cm³ de suelo.

Bongers *et al.*, (1999) Manifiestas que los nematodos edáficos constituyen un grupo de invertebrados de elevada importancia ecológica y económica que presentan atributos que les convierte en valiosas herramientas como indicadores biológicos y ecológicos, ya que presentan una distribución diferencial en los suelos según su grado de conservación, siendo especialmente sensibles a las prácticas de manejo agrícola y a los contaminantes ambientales

5.2.1.2. Comparación de muestras de Yunguyo

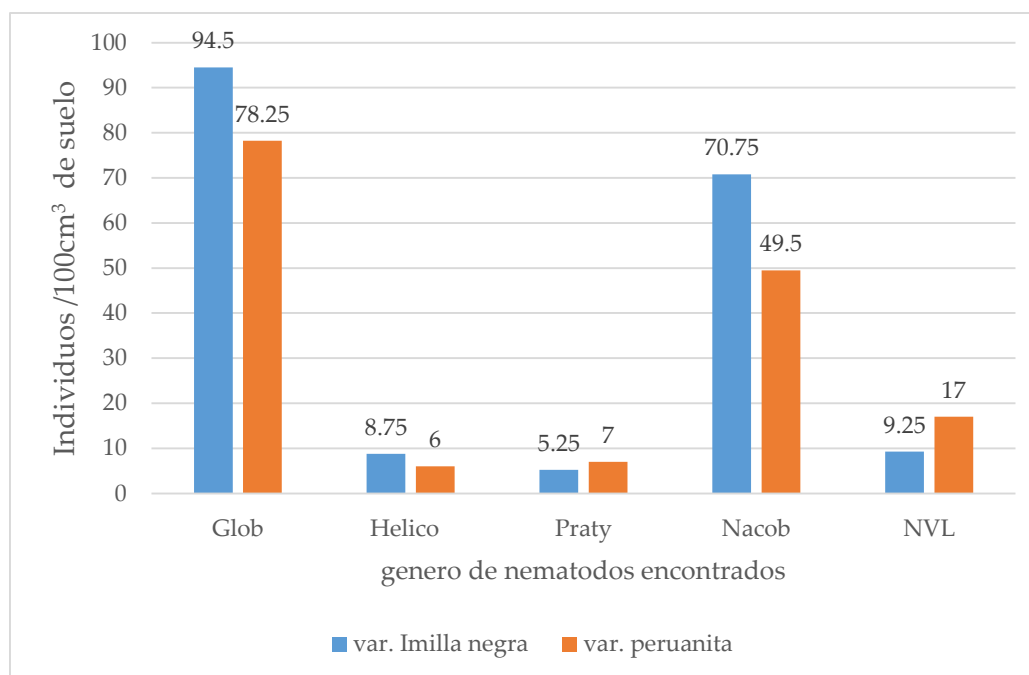


Figura 13 Densidad población de nematodos en dos variedades de papa en Yunguyo.

En la figura 13 En Yunguyo se determinó la presencia de nematodo del genero *Globodera* sp en la variedad Imilla negra que tiene una población de 94.5 quistes /100cm³ de suelo y en la variedad Peruanita de 78.2 quistes /100 cm³ de suelo. También se determinó la presencia del genero *Helicotylenchus* sp. con una población de 8.75 Individuos en la variedad imilla negra y en la variedad Peruanita con una población de 6 Individuos /100cm³ de suelo y en el género *Pratylenchus* sp. con una población de 5.25 Individuos /100cm³ de suelo en la variedad Imilla negra y en la variedad peruanita 7 Individuos /100cm³ de suelo y se determinó la presencia del género *Nacobbus* sp con una población de 70.7 Individuos /100cm³ de suelo en la variedad Imilla negra y en la variedad peruanita 49.5 Individuos /100cm³ de suelo de acuerdo con Franco, los mecanismos de sobrevivencia de este nematodo están relacionados con las masas de huevos que se encuentran adheridas a residuos de raíces en descomposición de diversos hospedantes, lo que les permite soportar condiciones adversas entre cultivos. Cuando las condiciones ambientales no son favorables, los huevos pueden entrar en un estado de anhidrobiosis en el cual resisten la desecación, y Según Canto citado por Ortuño, en este estado

pueden permanecer viables hasta 10 años, lo que obligaría a realizar rotaciones prolongadas.

Nematodos de vida libre tienen una población de 9.2 Individuos /100cm³ de suelo en la variedad Imilla negra y en la variedad peruanita con una población de 1.7 Individuos /100cm³ de suelo. son cosmopolitas que se les encuentra en el mar, en agua dulce y en el suelo, desde regiones polares hasta los trópicos y desde las montañas hasta las profundidades marinas. Algunos sitios acuáticos inusuales de los nematodos incluyen los manantiales de aguas termales, en los cuales la temperatura del agua puede pasar los 50 ±C (Ruppert y Barnes, 1996). Por su parte, Mabbett y Wharton (1986), reportan la alta capacidad de tolerancia y pueden resistir sobre enfriamiento de tal manera que los adultos pueden enfriarse de 0 ± a -40 ±C.

En el cuadro 3 realizado el ANVA para la cantidad de nematodos en suelo de la localidad de Capachica y de Yunguyo se encontró que no tienen diferencia significativa para variedades (V), indicándonos que entre las dos variedades del cultivo de papa existen diferencias en cuanto a la población de nematodos debido probablemente a la influencia de las características morfológicas y fisiológicas de cada variedad y también a lo señalado por (Stirling,1991) que sostiene que tenemos plantas que son muy sensibles y otras que toleran la presencia de altas densidades poblacionales de nematodos, en lo que respecta a géneros de nematodos (G) se presentó diferencias estadísticas altamente significativas lo cual indicaría que existe diferencias en cantidades de géneros de nematodos, en la interacción V x G no hubo diferencias estadísticas altamente significativas lo cual nos indica que tanto las variedades de papa (Imilla negra y Peruanita) como los géneros de nematodos actúan independiente uno del otro sobre la población de nematodos.

Por otro lado el CV = 6.14% nos explica que los datos logrados se considerado muy eficiente y confiable, por lo tanto, se hará la prueba de medias de Tukey a nivel de 0.05 (Calzada, 1982)

Cuadro 3 *Análisis de varianza para número de nematodos.*

FV	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Sing
Lugar	1	2.5552685	2.5552685	26.17	<.0001	*
Var	1	2.0477105	2.0477105	20.97	<.0001	*
Gen	4	486.35824	121.58956	1245.12	<.0001	*
lugar*var	1	0.0568359	0.0568359	0.58	0.4485	NS
lugar*gen	4	11.048954	2.7622385	28.29	<.0001	*
var*gen	4	7.9834522	1.9958631	20.44	<.0001	*
lugar*var*gen	4	1.1377935	0.2844484	2.91	0.0286	NS
Error	60	5.8591668	0.0976528			
total correcto	79	517.04743				

CV =6.14%
Media 5.09

La prueba de comparación de Tukey cuadro 4 señala que las muestras de suelo procesadas la variedad Imilla negra tiene la mayor cantidad de nematodos con 34.02 individuos en promedio, el cual es estadísticamente superior a la variedad Peruanita el cual tuvo una cantidad promedio 28.72 de nematodos.

Cuadro 4 *Número de nematodos en muestras de suelo en cultivo de papa en dos variedades en cuatro muestras de las dos zonas de estudio, sus datos transformados por raíz cuadrada y la correspondiente prueba de Tukey al 5% de probabilidad.*

Orden de merito	variedad	Datos reales	Datos transformados $Y=\sqrt{x}$	n	Sig. \leq 0.05
1	Imilla negra	34.02	5.25	40	a
2	Peruanita	28.72	4.93	40	b

* Muestras que van con la misma letra indican similitud estadística

En el cuadro 5 se puede apreciar que existe diferencia significativa en todos los géneros de nematodo con la prevalencia del género de nematodo *Globodera* sp y luego de *Nacobbus* sp seguido de nematodos de vida libre y *Helicotylenchus*

sp y *Pratylenchus* sp respectiva mente esta prueba ha sido realizada al 95% de probabilidad.

Cuadro 5 *Número de nematodos en muestras de suelo en cultivo de papa en cinco géneros en cuatro muestras en las dos zonas de estudio, sus datos transformados por raíz cuadrada y la correspondiente prueba de Tukey al 5% de probabilidad.*

Orden de merito	Géneros de nematodos	Datos reales	Datos transformados	sig ≤ 0.05
1	<i>Globodera</i>	75.18	8.69	a
2	<i>Nacobbus</i>	52.62	7.28	b
3	Nematodos de vida libre	16.43	4.13	c
4	<i>Pratylenchus</i>	6.81	2.76	d
5	<i>Helicotylenchus</i>	5.81	2.58	d

* Muestras que van con la misma letra indican similitud estadística.

5.2.2. Comparación de la cantidad de nematodos en raíz en Capachica y Yunguyo por variedad de papa y géneros

5.2.2.1. Comparación de muestras de Capachica

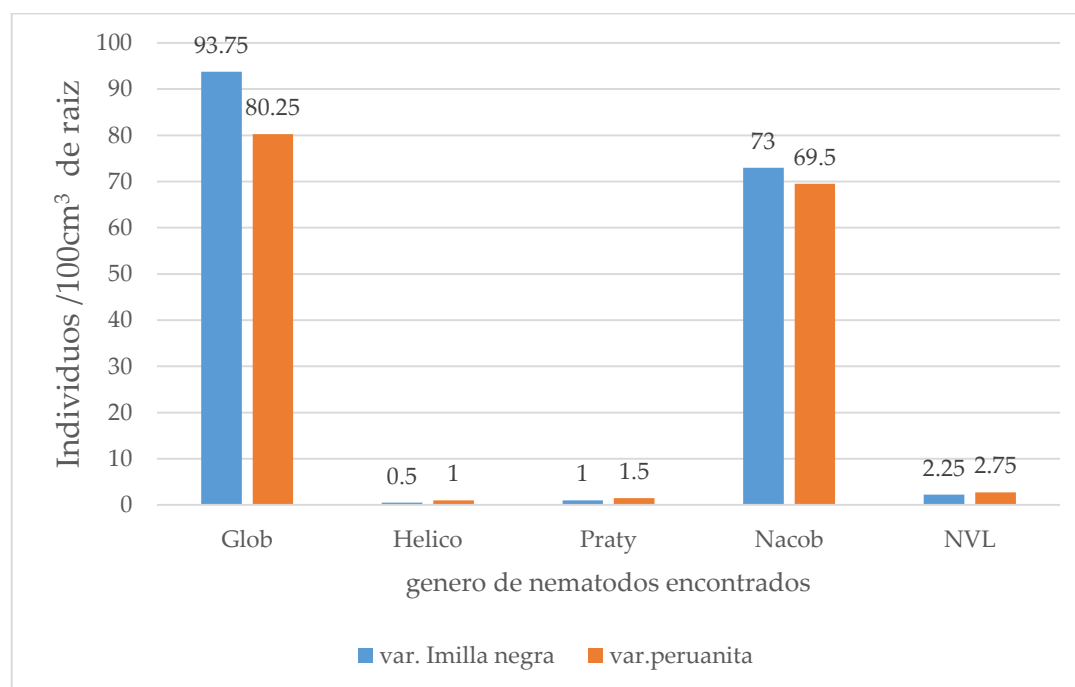


Figura 14 Densidad población de nematodos en dos variedades de papa en Capachica.

En la figura 14 se puede apreciar la densidad poblacional del género *Globodera* sp en Imilla negra de 93.75, y en la variedad Peruanita una población de 80.25 Individuos /100cm³ de raíz. El género *Nacobbus* con 73 Individuos /100cm³ de raíz en imilla negra y 69.5 Individuos en la variedad peruanita. los géneros *Helicotylenchus*, sp , *Pratylenchus* sp en la variedad Imilla negra y la variedad Peruanita la población es muy baja por debajo de 1.5 Individuos /100cm³ de raíz y en nematodos de vida libre con una población en la variedad Imilla de 2.25 Individuos /100cm³ de raíz y en la variedad Peruanita 2.75 Individuos /100cm³ de raíz.

5.2.2.2. Comparación de las muestras de Yunguyo

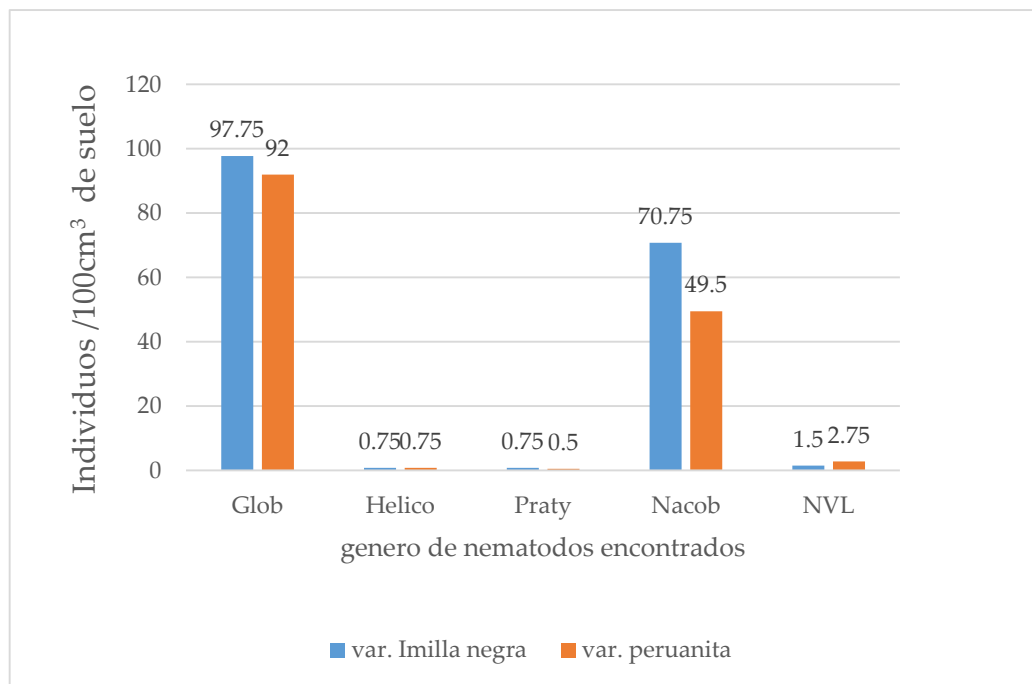


Figura 15 Población de nematodos en dos variedades de papa en Yunguyo

En la figura 15 la variedad Imilla negra tiene mayor cantidad de nematodos del género *Globodera* sp con una población de 97.75 Individuos /100cm³ de raíz y de la variedad peruanita de 92 Individuos /100cm³ de raíz y del género *Nacobbus* sp con una población de 70.75 Individuos /100cm³ de raíz en Imilla negra ,como también en la variedad Peruanita con una población de 49.5 Individuos /100cm³ los géneros *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* en la variedad Imilla negra y en la variedad Peruanita son por debajo de 1 Individuos

/100cm³de raíz y la presencia de nematodos de vida libre (saprófitas y predadores) en Imilla negra 1.5 y Peruanita 2.75 Individuos /100cm³de raíz.

En el cuadro 6 el ANVA para las muestras de raíz del cultivo de papa se observa que no hubo diferencia estadística significativa para lugar (L) y variedades (V) esto nos da a entender que entre los lugares y variedades no hay diferencias de cantidad de nematodos debido probablemente a la influencia de las características morfológicas de cada variedad, en lo que respecto a géneros (G)se presentó diferencias estadísticas significativas lo cual nos indica que existe diferencias en cantidades de géneros de nematodos, en la interacción lugar x género (L x G) no hubo diferencias estadísticas significativas lo cual nos indica que el lugar y variedades actúan independiente uno del otro así como en lugar y genero

El CV= es de 7.38% nos da a conocer que los datos obtenidos en el presente trabajo es considerado como muy eficiente y confiable, por lo tanto, se hará la prueba de medias de Tukey a nivel de 0.05 (Calzada, 1982)

Cuadro 6 *Análisis de varianza para número de nematodos.*

FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Sing
Lugar	1	0.337168	0.337168	3.14	0.0812	NS
Var	1	0.665258	0.665258	6.21	0.0155	NS
Gen	4	1064.0843	266.0210	2481.36	<.0001	*
Lugar*Var	1	0.159316	0.159316	1.49	0.2276	NS
Lugar*Gen	4	2.619417	0.654854	6.11	0.0003	NS
Var*Gen	4	3.186834	0.796708	7.43	<.0001	*
Lugar*Var*Gen	4	1.492446	0.373111	3.48	0.0127	NS
Error	60	6.432471	0.107208			
Total correcto	79	1078.9772				

CV=7.38%
Media 4.43

Analizando el cuadro 7 se observa que matemáticamente que la variedad Imilla negra tiene la mayor cantidad de nematodos con 34.2 individuos en promedio frente a la

variedad peruana que tuvo una población de 30.05 nematodos estadísticamente hay una diferencia en población.

Cuadro 7 *Número de nematodos en muestras de raíz en cultivo de papa en dos variedades en cuatro muestras en las dos zonas de estudio, sus datos transformados por raíz cuadrada y la correspondiente prueba de Tukey al 5% de probabilidad.*

Orden de merito	Variedad	Datos reales	Datos transformados	n	Sig. ≤ 0.05
1	Imilla	34.2	4.52	40	a
2	Peruanita	30.05	4.34	40	b

* Muestras que llevan la misma letra indican similitud estadística.

En el cuadro 8 Para las muestras de raíz el género *Globodera* sp tiene la mayor cantidad de nematodos con 90.93 individuos el cual es estadísticamente superior a los demás géneros debido presumiblemente a que este nematodo es plaga importante en el cultivo de papa tal como indica (león,2005).

Cuadro 8 *Número de nematodos en muestras de raíz en cultivo de papa en cinco géneros en cuatro muestras en las dos zonas de estudio, sus datos transformados por raíz cuadrada y la correspondiente prueba de Tukey al 5% de probabilidad*

Orden de merito	Generos de nematodos	Datos reales	Datos transformados	sig ≤ 0.05
1	<i>Globodera</i>	90.93	9.57	a
2	<i>Nacobbus</i>	65.68	8.13	b
3	Nematodos de vida libre	2.31	1.79	c
4	<i>Pratylenchus</i>	0.93	1.35	d
5	<i>Helicotylenchus</i>	0.75	1.29	d

*Muestras que llevan con la misma letra indican similitud estadística

5.3. EVALUACION DE RENDIMIENTOS POR LA PRESENCIA DE NEMATODOS FITOPARASITOS EN DOS VARIEDADES DE PAPA.



Figura 16 Cosecha de papa con nematodos.
Fuente: Elaboración propia (2016)

El número de plantas de papa por hectárea es de 33300 plantas (Suquilanda, 2011), donde se pesó una planta de papa con nematodo de 250 g en la variedad Peruanita y 180 g en la variedad Imilla negra los pesos se multiplicaron por 33300 plantas obteniendo así la producción de papa con nematodos y comparándolos con la producción de cada zona en estudio.

Cuadro 9 Cuadro de producción promedio de cada zona relacionado con la producción de la variedad Imilla negra con nematodos y la variedad Peruanita con nematodos en kg.

Promedio de Producción de papa en kg de las dos zonas	Imilla negra con nematodos en kg	Peruanita con nematodos en kg
10,587.00	5994	8325

Fuente: Elaboracion propia (2016)

Analizando la figura 17 las pérdidas de rendimiento con respecto a la producción promedio de las dos zonas de estudio es de 4.593kg que es el 43.3% de la producción en la variedad imilla negra.

Las pérdidas ocasionadas en la variedad Peruanita en comparación de la producción promedio de las dos zonas de estudio es de 2.262 kg. que es 21.3%. En relación a la producción de las dos variedades la variedad imilla tiene una pérdida de 14.006 kg. que es 70% y en la variedad Peruanita tiene una pérdida de 11.675 que es el 58.3% de pérdida de rendimiento.

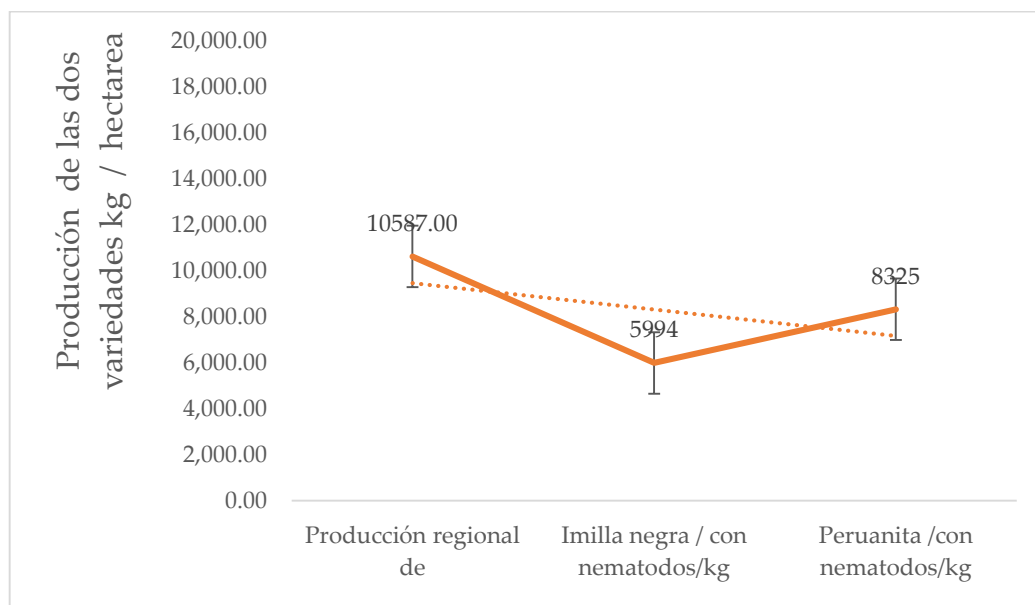


Figura 17 Evaluación de la producción regional con la producción de papa con nematodos en las dos zonas de estudio. Fuente: Elaboración propia (2016)

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se han identificaron cuatro géneros de nematodos fitoparásitos: *Nacobbus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, y *Globodera*, identificados en cultivos de papa en las dos zonas de estudio.
2. Se comparó las densidades poblacionales en las dos variedades donde los géneros de nematodos están presentes en las dos localidades y se determinó altas densidades poblacionales del genero *Globodera* y *Nacobbus* en la variedad nativa (Imilla negra) es susceptible al ataque de nematodos a diferencia de la variedad mejorada (Peruanita) que tiene resistencia al ataque de nematodos.
3. La evaluación de la producción del cultivo de papa es de perdida en más del 43.3% en la variedad Imilla negra y la Variedad Peruanita 21.3% comparado con la producción promedio de las dos zonas.

RECOMENDACIONES

- Concientizar el uso de agroquímicos mediante charlas y el buen uso de las mismas con sus debidas dosis a aplicar en campo.
- Es necesario realizar estudios y charlas de rotación de cultivos en las zonas ya mencionadas para la erradicación de nematodos.
- Efectuar charlas y orientaciones de agroquímicos de contacto para su mejor conocimiento del productor.

BIBLIOGRAFÍA

- Anon. (1973). Annual Reports of the International Potato Center, La Molina, Lima, Peru. De Bruijn, N.; Stemerding, S. (1968) *Nacobbus serendipiticus*, a plant parasitic nematode new to the Netherlands. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 74, 227-228.
- Arce, F. A. (1996). El cultivo de la patata. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España 179 p
- Arévalo, M. (2014). Umbrales de acción para nematodos fitoparasíticos. Laboratorio Agroexpertos. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Añez, R. y Tavira, D. (1985). La rotación de cultivos y los rendimientos de papa en suelos infestados con nematodo dorado. *Rev. Fac. Agron (LUZ)* 2: 733-740.
- Bell, F. H.; S. Alandia. (1955). Golden nematode and other potato diseases in Bolivia. *Plant Disease Reporter* 38 (5): 407.
- Bongers, T., Ferris, H. (1999). Nematode community structure as a biomonitor in environmental monitoring. *Trends in Ecology and Evolution* 14:224-228
- Calzada, B. (1982) *Métodos estadísticos para la investigación* Edit. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima Perú
- Campos, C. A. y J. H. Villarreal. (1989). El cultivo de la papa. Monografía. Trabajo final del curso Intensivo. I.T.E.S.M., Monterrey, N.L. México. 132 p.
- Cansaya, J. (2012). Aceites esenciales de plantas con propiedades nematocidas en el Control de nematodo Quiste de la papa (*Globodera* spp.) in vitro. Tesis de pregrado para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, 75.
- Cepeda, S. M. (1996). *Nematología agrícola* 1ª edic. Editorial Trillas. Mexico. 109 p.
- Crozzoli, R. (1989). El nematodo dorado de la papa. *Agronomía al día*. 2 (4). 38-40. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (DGSV-CNRF). 2011. Nematodo dorado de la papa (*Globodera rostochiensis*) (Behrens, 1975) SAGARPA SENASICA México, D. F. 5 p.
- DRA, Dirección Regional Agraria (2016). Oficina de Estadística Agraria e Informática. Recuperado de: <http://www.agropuno.gob.pe/?q=node/1022#punto>
- Edmond, J. B. (1981). Principios de hortalizas. Quinta impresión. Editorial Continental. México. 575 p.

- Evans, K.J.; Franco; M.M. Scurrah. (1975). Distribution of species of potato cyst nematodes in South America. *Nematologica* 21, 365-369
- Evans, L , Trudgill, D.L. and Webster , J.M. (1993), *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*. CAB Internacional. Wallingford, EEUU.
- Farfan, M. (2011)“comportamiento del nemátodo del nódulo meloidogyne Incognita(kofoid&white, 1919) chitwood, 1949 con 12 productos químicos”79 p
- Fenwick, D W.(1940). Investigation on the of larval from cyst of potato elwer *Heterodera Rostochiensis*, well, m physical condition and their influence on larval mergece in the laboratory.
- Flores, (2017). “Caracterización del Nematodo del nódulo de la raíz (meloidogyne spp.) en cultivo de papa (solanum tuberosum l.) de la región puno”
- Fraga, P. (1984). *Introduccion a la nemotologia agrícola*.Ed. Hemisferio Sur S.A.Buenos Aires, Argentina.84 p.
- Franco, J. (1994). Problemas de nematodos en la producción de papa en climas templados en la región andina. *Nematropica* 24: 179-195
- Franco,J. and Evans,K.(1979). Effects of daylength on the multiplication of potato cyst nematode (*Globodera* spp.) populations. *Nematologica* 25, 184-190.
- Fortuner, R., luc, M. (1987) Reappraisal of *Tylenchina* 6. *Belonolaimidae*. *Revue Nematologie* 10: 182-203.
- Gonzales, A.; J. Franco. (2011). Pérdidas causadas por el nematodo Quiste de la papa (*Globodera* sp.) en Bolivia y Perú. Resumen.
- Guinez, A. Gonzales, H. 1993. *Curso de Nematologia básica*. Instituto de investigaciones Agropecuarias. Estacion experimental la Platina. Serie la Platina N^o 47. Santiago, Chile.
- Hickman, P. C., Roberts, L. S. y Parson, A. *Principios Integrales de Zoologia*. McGraw-Hill Interamericana. España, 1998, p. 311-320.
- Hussey, RS; Williamson, VM. (1998). *Physiological and Molecular Aspects of Nematode Parasitism*. In Barker, KR; Pederson, GA; Windham, GL. eds. *Plant 83 and Nematode Interactions*. Madison, Wisconsin, USA. American Society of Agronomy, Inc.,Crop Science Society of l America, Inc., Soil Science Society of America, Inc. p. 87-108.

- Jacob, J.J. y Middelplaats, W. C. T. (1990). Clave para la identificación de los nematodos parásitos de las plantas. Departamento de Nematología Universitaria Agraria de Wageningen, Holanda. 20 p.
- Jean C., De Waele, D., Escalant, J. (2003). Identificación y preparación de los nemátodos endoparásitos. INIBAP. Guías Técnicas 7:44 p.
- INEI, Instituto Nacional de Estadística (2014) Nota de prensa. Producción de papa 5%. Consultado el 12-09-2015 disponible en URL:<http://inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion>
- INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016). Nota de prensa. Producción de papa superó las 869 mil toneladas en primer trimestre del presente año. Recuperado de: <http://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-supero-las-869-mil-toneladas-en-primer-trimestre-del-presente-ano-9078/>
- INTA, (2002). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria E.E.A. Rama Caída Centro Regional Mendoza – San Juan 12p
- León, B. y Romero, V. (2005). Niveles de infestación del nematodo quiste de la papa *Globodera* spp. en campo de cultivo de papa en la región Puno. Tesis de pregrado, 115.
- Lima, M. I., Coila, C. V. H., Gomes, C. B., Pereira, A. S y Nazareno, N. R. X. (2014). Ocorrência de *M. Ethiopica* em batata no estado do Paraná, além de avaliar a reação de diferentes genótipos comerciais a esta espécie de nematoide das galhas. *Horticultura. Brasileira*. v. 32 n. 4.
- Manzanilla-López, R; Evans, K; Bridge, J. 2004. Plant diseases caused by nematodes. In Chen ZX, Chen SY, Dickson, DW. eds. *Nematology: Advances and perspectives*. v. 2. UK. CAB International. p. 637-703
- Manzanilla-López, R. H., Costilla, M. A., Doucet, M., Franco J., Inserra, R. N. Lehman, P. S., Cid del prado vera, I., Souza, R.I. & Evans, K. (2002). The genus *Nacobbus* Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae): Systematics, distribution, biology and management. *Nematropica* 32, 149-227.
- Mabbet, K., D. A. Wharton. (1986). Coldtolerance and acclimation in the free living nematode, *Panagrellus redivivus*. *Revue Nematol.*, 9 (2): 167-170.
- Magucacelaya, J. (1996). Principales nematodos que afectan a los frutales de hoja caduca y la vid. *Biología, sintomalogía y evaluación de daños*. Publicaciones Miscelaneas Agrícolas N° 41, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

- Mendez , P. & Inostroza, J. (2009) Manual de papa para la araucaria . Temuco Instituto de Investigaciones Agropecuarias.7 p.
- Meredith, A.J (1997) Ilustraciones de algunos de los principales géneros de nematodos asociados con las plantas. Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela. 69 p.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José de Costa Rica. 676 p.
- Nico, A. (2002). Incidencia y patogenicidad de nematodos fitopatógenos en plantones de olivo (*Olea europea L.*) en viveros de Andalucía y estrategias para su control. Tesis Grado de Doctor. Córdoba, España. Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales ETSIAM, Universidad de Córdoba. Instituto de Agricultura Sostenible CSIC. 291 p.
- Ortiz, O. (1999). Percepción de los agricultores sobre el problema Tizón de la papa su manejo. Revista Latinoamérica de papa, 97.
- Ortuño, N., Rojas, B., Oros, R. y Díaz, O. (2013). *Meloidogyne sp.* atacando el cultivo de papa en zonas altas y frías de Bolivia, 70.
- Ramos, J.; Franco, J.; Ortuño, N.; Oros, R.; Main, G. (1998). Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera spp.* En el cultivo de la papa en Bolivia: Pérdidas en el valor bruto de su producción. Cochabamba, IBTA/PROIMPA, 1998. 201 p.
- Ruppert., E: E: y Barnes, R. D (1996). Zoología de los Invertebrados. Ed. McGraw-Hill Interamericana. 6 a Edición. Mexico, D.F., 1996, p. 208-304
- Sandoval, A. & Lomas, L(2007). Incidencia, severidad, rango de hospederos y especie del nematodo del rosario de la raíz (*nacobbus sp.*) en el cultivo de tomate de mesa (*lycopersicum esculentum*) en el valle del chota y pimampiro. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ibarra. Ecuador. 7 p.
- Seminario, J; (2008). Diversidad y variabilidad de papa, con énfasis en el norte peruano Universidad Nacional de Cajamarca Facultad de Ciencias Agrarias Programa de Raíces y Tubérculos Andinos 45 p.
- Stirling, G.R. (1991). Biological Control| of plant parasitic nematodes. CAB internacional. Cap 3. London. Pag. 22-45
- Stone, A.R.; Burrows, P.R. (1985) *Heterodera glycines*. CIH Descriptions of Plant-arasitic Nematodes No. 118. CAB International, Wallingford, UK.

- Suquilanda, M. (2011). Producción Orgánica de Productos Andinos (Manual Técnico).
- Tihohod, D. (2000). Nematología Agrícola Aplicada. Jaboticabal-Brasil. FAPESP, 472
- Tovar, A. (2006). Nematodo dorado de la papa *Globodera rostochiensis*.(Wolenweber, 1923; Behrens, 1975), (monografía) 23- 24
- Vera, N.Y.2014.técnica molecular de PCR para identificar las principales especies de *Meloidogyne* spp. en poblaciones provenientes de Perú.109 p.
- Wille, J. E.; C. Bazán de Segura, C. (1952). La Anguilula Dorada, *Heterodera rostochiensis*, una plaga del cultivo de las papas recién descubierta en el Perú. Boletín No. 48, Estación Experimental Agrícola La Molina, Lima, Perú, 17 pp.

ANEXOS

FICHA METEOROLÓGICA 1

"SENAMHI ÓRGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLÓGICO NACIONAL AL
SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONÓMICO DEL PAÍS"

ESTACIÓN: CO. 100021

Región: Puno

Provincia: Puno

Distrito: Capachica

Latitud: 15°36'22,9"

Longitud: 69°49'55,7"

Altitud: 3828 m.s.n.m

PARÁMETRO: Promedio mensual de temperatura máxima en °C

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										15.8	16.9	16.6
2016	16.4	15.3	17.1	15.7								

PARÁMETRO: Promedio mensual de temperatura mínima en °C

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										1.0	3.2	3.2
2016	4.5	5.7	3.4	2.1								

PARÁMETRO: Promedio mensual de temperatura media en °C

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										8.4	10.0	9.9
2016	10.4	10.5	10.2	8.9								

PARÁMETRO: Precipitación total mensual en mm.

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										64.9	42.4	62.1
2016	111.0	197.6	29.2	62.1								

PARÁMETRO: Promedio mensual de humedad relativa en %

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										60	59	62
2016	65	74	63	66								

Fuente: SENAMHI, Servicio nacional de meteorología e hidrología (2016).

FICHA METEOROLÓGICA 2

"SENAMHI ÓRGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLÓGICO NACIONAL AL
SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONÓMICO DEL PAÍS"

ESTACIÓN: CO. 110820

Región: Puno

Provincia: Yunguyo

Distrito: Copani

Latitud: 16°18'28,2"

Longitud: 69°04'29,0"

Altitud: 3891 m.s.n.m

PARÁMETRO: Promedio mensual de temperatura máxima en °C

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										16.2	17.0	16.3
2016	16.5	15.6	17.2	15.4								

PARÁMETRO: Promedio mensual de temperatura mínima en °C

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										2.8	4.4	4.7
2016	5.3	5.7	5.0	3.6								

PARÁMETRO: Promedio mensual de temperatura media en °C

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										9.5	10.7	10.5
2016	10.9	10.6	11.1	9.5								

PARÁMETRO: Precipitación total mensual en mm.

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										27.8	55.2	52.4
2016	129.9	183.8	52.6	92.0								

PARÁMETRO: Promedio mensual de humedad relativa en %

AÑOS	ENE	FEB	MAR	.ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015										61	64	67
2016	68	72	69	70								

Fuente: SENAMHI, Servicio nacional de meteorología e hidrología (2016).

Cuadro 10: *Cantidad de nematodos en suelo en Capachica por variedad de papa y géneros:*

Rep.	Imilla negra					Peruanita				
	NVL	Nacob	Praty	Helico	Glob	NVL	Nacob	Praty	Helico	Glob
1	15	54	3	5	74	24	39	5	4	62
2	20	47	5	7	64	22	40	4	6	57
3	19	51	7	10	69	19	37	4	3	60
4	18	49	10	9	71	21	44	6	6	55

Fuente: Elaboración propia 2016

Cuadro 11: *Cantidad de nematodos en suelo en Yunguyo por variedad de papa y géneros*

Rep	Imilla negra					Peruanita				
	NVL	Nacob	Praty	Helico	Glob	NVL	Nacob	Praty	Helico	Glob
1	10	76	5	12	98	16	56	9	7	78
2	11	64	3	8	89	15	44	8	5	85
3	9	68	7	9	100	17	48	5	8	77
4	7	75	6	6	91	20	50	6	4	73

Fuente: Elaboración propia 2016

Cuadro 12: *Cantidad de nematodos en raíz en Capachica por variedad de papa y géneros:*

Rep	Imilla negra					Peruanita				
	NVL	Nacob	Praty	Helico	Glob	NVL	Nacob	Praty	Helico	Glob
1	1	70	1	0	100	4	70	2	1	79
2	3	74	2	0	95	2	80	1	2	87
3	2	69	0	1	91	3	67	0	0	80
4	3	79	1	1	89	2	61	3	1	75

Fuente: Elaboración propia 2016

Cuadro 13: *Cantidad de nematodos en raíz en Yunguyo por variedad de papa y géneros:*

Rep	Imilla negra					Peruanita				
	NVL	Nacob	Praty	Helico	Glob	NVL	Nacob	Praty	Helico	Glob
1	2	76	0	2	100	3	56	0	0	80
2	0	64	0	0	95	2	44	1	2	91
3	1	68	2	1	100	4	48	0	1	96
4	3	75	1	0	96	2	50	1	0	101

Fuente: Elaboración propia 2016



Figura 18 Recolección de muestras en Yunguyo Tahuaco.
Fuente: Elaboración propia 2016



Figura 19 Nematodo *Nacobbus* sp. (rosario).
Fuente: Elaboración propia 2016



Figura 20 parcela de Capachica
Fuente: Elaboración propia 2016



Figura 21 Cosecha de papa imilla negra en Tahuaco Yunguyo
Fuente: Elaboración propia 2016



Figura 22 Recolección de muestras de raíces afectadas con nematodos
Fuente: Elaboración propia 2016



Figura 23 Nematodo del rosario (*Nacobbus* sp)
Fuente: Elaboración propia 2016



Figura 24 Cosecha en INIA Tahuco Yunguyo
Fuente: Elaboración propia 2016



Figura 25 INIA Tahuaco
Fuente: Elaboración propia 2016



Figura 26 Zona de recolección de muestras en Capachica.
Fuente: Elaboración propia 2016.

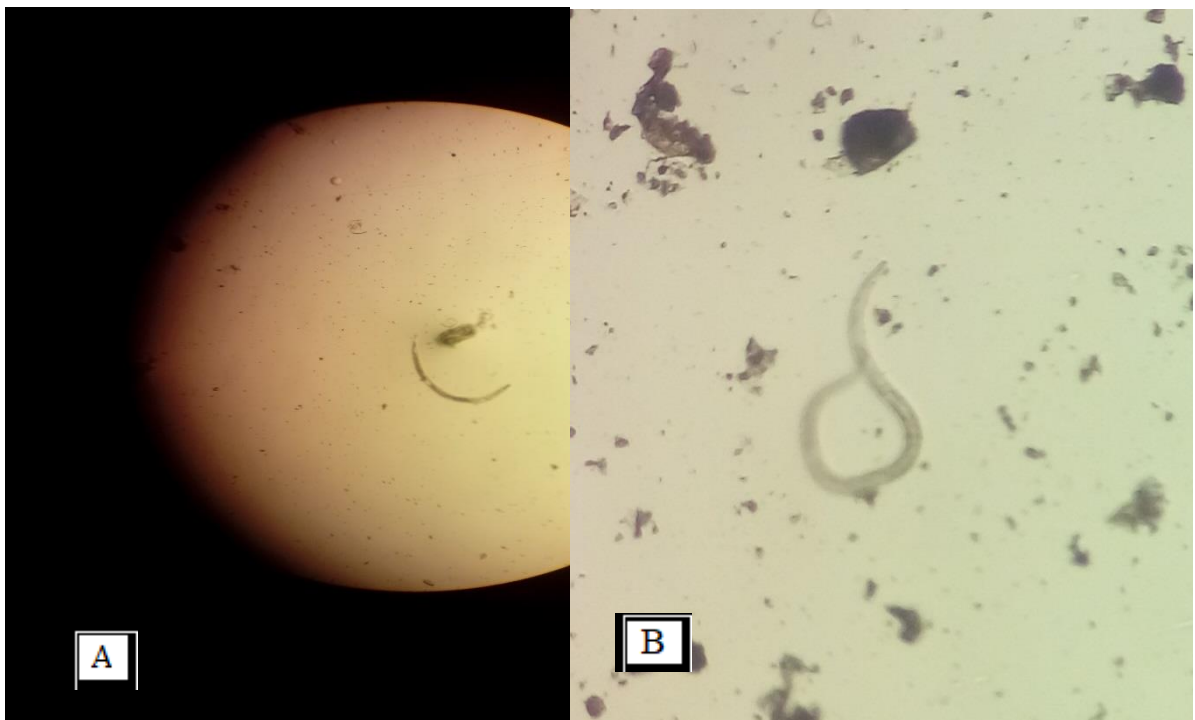


Figura 27 A *Nacobbus* sp. B *Globodera* sp. Fuente elaboración propia 2016.