



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**RESPUESTA DE VARIEDADES DE PAPA NATIVA AL
NEMATODO NÓDULO DE LA RAÍZ (*Meloidogyne spp.*) EN
CONDICIONES DE INVERNADERO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ABIGAIL JUDITH ZAPANA CAUNA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGIA

PUNO - PERÚ

2024



Abigail Judith Zapana Cauna

RESPUESTA DE VARIEDADES DE PAPA NATIVA AL NEMATODO NODULO DE LA RAIZ (Meloidogyne spp.) EN CONDICION

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::8254:416925188

110 Páginas

Fecha de entrega
17 dic 2024, 10:49 a.m. GMT-5

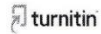
17,689 Palabras

Fecha de descarga
17 dic 2024, 10:52 a.m. GMT-5

92,340 Caracteres

Nombre de archivo
TESIS ABIGAIL ZAPANA CAUNA 16 DE DICIEMBRE DEL 2024.pdf

Tamaño de archivo
3.8 MB



16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 16% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

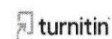
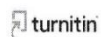
Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

- Caracteres reemplazados**
39 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

RESPUESTA DE VARIEDADES DE PAPA NATIVA AL NEMATODO DEL
NÓDULO DE LA RAÍZ (*Meloidogyne* spp.) EN CONDICIONES DE
INVERNADERO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ABIGAIL JUDITH ZAPANA CAUNA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

Dr. GILMAR GAMANIEL GOZQUETA CAMACHO

PRIMER MIEMBRO:

Dr. ANGEL CANALES GUTIERREZ

SEGUNDO MIEMBRO:

Dr. RENZO HERNAN TURPO AROQUIPA

DIRECTOR / ASESOR:

Dr. ALFREDO LUDWIG LOZA DEL CARPIO

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19/12/2024

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLINEA: Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales



V^oB^o Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN-FCCBB



DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón a mis queridos padres Reynerio Zapana Tuyo y Paulina Cauna Velásquez, por haber hecho hasta lo imposible por sacarme adelante desde que nací, por haberme forjado como la persona que soy actualmente, son mi ejemplo a seguir, porque me enseñaron la importancia de la responsabilidad, las ganas de luchar, la nobleza y el amor. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero me motivaron constantemente para alcanzar mis metas. Muchos de mis logros se los debo a ustedes, y este es uno de ellos.

Con mucho cariño a mi querido hermano menor Dilan, por su alegría, su compañía, siempre estaremos para apoyarnos y cuidarnos.

A mis hermosas abuelitas Venancia y Agustina que me inspiraron sus ganas de luchar ante cualquier adversidad, también a mis abuelitos Esteban y Mariano que me cuidan y bendicen desde el cielo.

Con afecto y gratitud a mis amigos de ayer, hoy y siempre, y a mi persona especial el que siempre estuvo acompañándome en el proceso, con su motivación y apoyo incondicional.

Abigail Judith Zapana Cauna



AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía y apoyo para lograr mis metas y por la sabiduría y capacidad para crecer en mi carrera profesional, agradezco por llevarme a este punto y darme la salud para lograr mis objetivos y por su infinita bondad y amor.

A mi familia, especialmente a mis padres y hermanito, por todo el apoyo que me brindaron en el transcurso de mi proyecto de investigación.

Quisiera agradecer a mi alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano Puno, a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y a los docentes que han aportado conocimientos para mi desarrollo profesional.

Agradecer a mi director/asesor de tesis, D.Sc. Alfredo Ludwig Loza Del Carpio, por su orientación, paciencia y apoyo constante a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus valiosas sugerencias y comentarios han sido fundamentales para lograr los objetivos propuestos.

Agradezco al Dr. Israel Lima Medina, por su apoyo y asesoramiento en el área de Nematología.

A mis jurados D.Sc. Gilmar Gamaliel Goyzueta Camacho, D.Sc. Angel Canales Gutierrez y al Dr. Renzo Hernán Turpo Aroquipa.

A mis amigos y amigas por su cariño y amistad en el proceso de mi formación profesional.

El autor.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN..	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES	20
2.1.1. Internacional.....	20
2.1.2. Nacional	21
2.1.3. Local o regional.....	22
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. Cultivo de papa	23
2.2.1.1. Origen.....	23
2.2.1.2. Características generales	24



2.2.1.3. Taxonomía	25
2.2.2. Variedades Nativas de Papa	26
2.2.2.1. Variedades Nativas de Papa Dulce	26
2.2.2.2. Variedades Nativas de Papa Amarga	31
2.2.3. Nematodos fitoparásitos.....	32
2.2.3.1. Diseminación y distribución	32
2.2.3.2. Características generales	33
2.2.3.3. Ciclo de vida	33
2.2.3.4. Alimentación.....	34
2.2.3.5. Forma de infestación.....	34
2.2.3.6. Variedades resistentes	35
2.2.3.7. Variedades tolerantes	35
2.2.4. Géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa.....	36
2.2.4.1. Género <i>Meloidogyne</i> spp.	36
2.2.4.2. Género <i>Mesocriconema</i> spp.....	36
2.2.4.3. Género <i>Helycotilenchus</i> spp.....	36
2.2.4.4. Género <i>Pratylenchus</i> spp.	37
2.2.4.5. Género <i>Nacobbus</i> spp.	37
2.2.4.6. Género <i>Globodera</i> spp.....	37
2.2.4.7. Género <i>Xiphinema</i> spp.....	38
2.2.4.8. Género <i>Dorylaimus</i> spp.	38
2.2.4.9. Nematodos de vida libre	38
2.2.5. Nematodo de nódulo de la raíz.....	38
2.2.5.1. Ubicación taxonómica.....	39
2.2.5.2. Características generales	40



2.2.5.3. Ciclo de vida	40
2.2.5.4. Formas de reproducción.....	43
2.2.5.5. Sintomatología	43
2.2.5.6. Daños	45
2.2.5.6.1. Respuesta de las plantas al género <i>Meloidogyne</i>	45

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.1.1. Ubicación Política:	47
3.1.2. Ubicación Geográfica:	47
3.2. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ZONAS EVALUADAS	49
3.3. METODOLOGÍA DEL EXPERIMENTO.....	50
3.3.1. Determinar el grado de respuesta de quince variedades nativas de papa al nematodo <i>Meloidogyne incognita</i>	50
3.3.1.1. Diseño de la investigación, frecuencia de la recolección de datos y tamaño de muestra	50
3.3.1.2. Descripción detallada del uso de materiales, equipos e insumos.....	51
3.3.1.2.1. Obtención de huevos y juveniles de <i>Meloidogyne incognita</i> mediante la técnica de la licuadora con centrifugación para muestras de raíces (Coolen y D'herde, 1972).	51
3.3.1.2.2. Para evaluar el grado de resistencia de variedades nativas de papa a <i>M. incognita</i>	53
3.3.1.3. Variables analizadas.....	56
3.3.1.3.1. Variable independiente	56



3.3.1.3.2. Variable dependiente	56
3.3.1.4. Aplicación estadística	56
3.3.2. Cuantificar los daños ocasionados en los tubérculos por el nematodo en las quince variedades de papa nativa.	57
3.3.2.1. Diseño de la investigación, frecuencia de recolección de datos y tamaño de muestra	57
3.3.2.2. Descripción de uso de materiales, equipos e insumos	58
3.3.2.3. Variables analizadas.....	58
3.3.2.3.1. Variable independiente	58
3.3.2.3.2. Variable dependiente	58
3.3.2.4. Aplicación estadística	58

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESPUESTA DE LAS VARIEDADES SUSCEPTIBLES, RESISTENTES E INMUNES DE PAPA NATIVA AL NEMATODO NODULADOR DE LA RAÍZ <i>Meloidogyne incognita</i>.....	60
4.1.1. Altura (planta)	60
4.1.2. Peso (parte aérea)	63
4.1.3. Peso (raíz).....	65
4.1.4. Factor de reproducción.....	67
4.2. CONTEO DE LOS DAÑOS OCASIONADOS EN LOS TUBÉRCULOS POR EL NEMATODO EN LAS QUINCE VARIEDADES DE PAPA NATIVA.....	69
4.2.1. Número (tubérculos)	69
4.2.2. Número de protuberancia (tubérculo)	73



V. CONCLUSIONES.....	76
VI. RECOMENDACIONES	77
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
ANEXOS	85

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUB LÍNEA: Conservación y aprovechamiento de recursos naturales

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 de diciembre del 2024.



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Variedades de papa nativa	50
Tabla 2 Altura de la planta de las quince variedades de papa nativa inoculadas con <i>Meloidogyne incognita</i>	61
Tabla 3 Peso de la parte aérea de las quince variedades de papas nativas inoculadas con <i>Meloidogyne incognita</i>	64
Tabla 4 Peso de las raíces de las quince variedades de papa nativa inoculadas con <i>Meloidogyne incognita</i>	66
Tabla 5 Número de huevos y juveniles y el factor de reproducción de las quince variedades de papa nativa inoculadas con <i>Meloidogyne incognita</i>	68
Tabla 6 Número de tubérculos de las quince variedades de papas nativas inoculadas con <i>Meloidogyne incognita</i>	70
Tabla 7 Número de protuberancias en los tubérculos de las quince variedades de papas nativas inoculadas con <i>Meloidogyne incognita</i>	73



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Morfología de la planta de la papa	24
Figura 2 Ciclo de vida de <i>Meloidogyne</i> spp.....	33
Figura 3 Ciclo de vida de <i>Meloidogyne</i>	42
Figura 4 Ámbito de investigación Invernadero – Laboratorio.....	48
Figura 5 Invernadero de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.....	48
Figura 6 Información meteorológica de la campaña agrícola 2022-2023 en la Ciudad de Puno.....	49
Figura 7 Obtención de huevos y juveniles de <i>M. incognita</i> en laboratorio	52
Figura 8 Proceso de instalación del cultivo de variedades de papa en invernadero.	53
Figura 9 Inoculación de especies de <i>Meloidogyne incognita</i>	54
Figura 10 Evaluación de la morfología de la planta de la papa	55
Figura 11 Medida de la altura de las quince variedades de papa nativa	62
Figura 12 Obtención de tubérculos en las variedades nativas	72
Figura 13 Protuberancia hallada en una variedad de papa nativa.....	74



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Datos meteorológicos promedio de la ciudad de Puno en la campaña 2023-2024.	85
ANEXO 2. Comparación de datos meteorológicos de todas las campañas agrícolas de papa en diez años.	85
ANEXO 3. Gráfico de los datos meteorológicos de la campaña agrícola 2023-2024 .	86
ANEXO 4. Toma de datos en invernadero y laboratorio	87
ANEXO 5. Datos contrastados en el programa SASM Agri.....	95
ANEXO 6. Fotografías	106



ACRÓNIMOS

FR:	Factor de reproducción
Pf:	Población final
Pi:	Población inicial
INIA:	Instituto Nacional de Innovación Agraria
SSE:	Sierra y Selva Exportadora
CIP:	Centro Internacional de la Papa
MINAGRI:	Ministerio de Agricultura y Riego
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
NaOCl:	Hipoclorito de Sodio
T° max.:	Temperatura máxima
T° min.:	Temperatura mínima
T° med.:	Temperatura media
t/ha:	Toneladas por hectárea



RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo clave para la alimentación mundial, y los nematodos fitoparásitos son uno de los principales patógenos que causan pérdidas en su producción, impactando negativamente la economía de los agricultores. Esta investigación tuvo por objetivo determinar la respuesta de variedades de papa nativa al nematodo nodulador de la raíz *Meloidogyne* spp. Basandose en la inoculación del nematodo nodulador de la raíz *Meloidogyne* spp. en 15 variedades de semilla de papa nativa, en condiciones de invernadero. Los parámetros evaluados fueron: altura de planta y el peso de la parte aérea de la planta, peso de la raíz y número de nódulos en raíz, número de tubérculos y el número de protuberancias en tubérculos, número de huevos y juveniles, y el factor de reproducción. Se utilizó un diseño completamente al azar y los parámetros de evaluación fueron sometidos a un análisis de varianza. Los tratamientos fueron comparados entre ellos por la prueba de agrupamiento Scott y Knott a 5% de probabilidad, utilizando el software estadístico SASM-Agri. Los resultados indicaron que los datos de los parámetros de las variedades de papa fueron significativamente con un valor de $p=0.0178$; entretanto el Factor de reproducción (FR), de las variedades Imilla negra (FR= 0.104), Andina (FR= 0.072), Imilla blanca (FR= 0.046), Lomo blanco (FR= 0.045), Huayro (FR= 0.033), Ccompis (FR= 0.025), Sani imilla (FR= 0.021), Karla (FR= 0.017), Imilla rosada (FR= 0.014) y Lomo plomo (FR= 0.006) resultaron ser resistentes al nematodo *Meloidogyne incognita*, debido a que el $FR < 1.00$. Por otro lado, las variedades Lomo rosado, Piñaza, Loka, Ruckii y Banderita fueron inmunes al nematodo inoculado, porque el $FR=0$.

Palabras clave: Factor de Reproducción, Inmunidad, Nematodo, *Meloidogyne*, Papa nativa, Resistencia, Variedad.



ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is a key crop for the world's food supply, and plant parasitic nematodes are one of the main pathogens that cause losses in its production, negatively impacting the economy of farmers. This research aimed to determine the response of native potato varieties to the root-knot nematode *Meloidogyne* spp. Based on the inoculation of the root-knot nematode *Meloidogyne* spp. in 15 varieties of native potato seed, under greenhouse conditions. The parameters evaluated were: plant height and weight of the aerial part of the plant, root weight and number of root nodules, number of tubers and the number of tuber protuberances, number of eggs and juveniles, and the reproduction factor. A completely randomized design was used and the evaluation parameters were subjected to an analysis of variance. The treatments were compared with each other by the Scott and Knott cluster test at 5% probability, using the SASM-Agri statistical software. The results indicated that the data of the parameters of the potato varieties were significantly with a $p = 0.0178$; meanwhile, the reproduction factor (FR) of the varieties Imilla negra (FR = 0.104), Andina (FR = 0.072), Imilla blanca (FR = 0.046), Lomo blanco (FR = 0.045), Huayro (FR = 0.033), Ccompis (FR = 0.025), Sani imilla (FR = 0.021), Karla (FR = 0.017), Imilla rosada (FR = 0.014) and Lomo plomo (FR = 0.006) were resistant to the nematode *Meloidogyne* incognita, because the FR < 1.00 . On the other hand, the varieties Lomo Rosado, Piñaza, Loka, Ruckii and Banderita were immune to the inoculated nematode, because the FR=0.

Keywords: Reproduction factor, Immunity, Nematode, *Meloidogyne*, Native potato, Resistance, Variety.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de papa, el daño ocasionado por *Meloidogyne* puede resultar en una disminución directa del rendimiento por afectar el sistema radicular, o bien, en una infección indirecta de los tubérculos, lo que lleva a la formación de agallas o protuberancias que les confieren una apariencia verrugosa, afectando su calidad y reduciendo su valor comercial (Carrizo et al., 2020). Una gran cantidad de nematodos conduce al marchitamiento, retraso en el crecimiento, desarrollo deficiente del sistema de raíces y muerte prematura de las plantas. Si no se controlan, reducen el rendimiento de la papa hasta un 80 por ciento (SISPA, 2015).

La papa tiene un rol clave en la cadena alimenticia global (Devaux et al., 2010). Las pérdidas de rendimiento de la papa por nematodos parásitos también dependen de la combinación de factores, incluidos el cultivo, el entorno favorable, la estructura del suelo, la densidad poblacional y el tiempo de crecimiento, y pueden conllevar a la disminución del rendimiento en los sistemas agrícolas (Rodríguez, 2020a).

En la zona sur de la Región Puno, la papa *Solanum tuberosum* L., es el principal cultivo andino (Rodríguez, 2020b). El cultivo de papa es económicamente y socialmente importante debido a que las familias productoras dependen de su comercialización para su sustento. La baja producción del cultivo es a causa de plagas y enfermedades. Los problemas que afronta la producción de papa, es el limitado conocimiento e identificación de los nematodos fitoparásitos por los agricultores (Guerrero, 2012).

Los nematodos fitoparásitos son organismos de tamaño diminuto, no se pueden observar con facilidad, se desarrollan en la planta y el suelo. Existen características



particulares del nematodo quiste de la papa que tiene periodo de hibernación, los huevos dentro de los quistes llegan hasta los veinte años y ser viables (Paucar, 2016a). Los nematodos son un factor limitante en la producción de papa, lo que conduce a rendimientos reducidos, debido a que ocurren cambios físicos y químicos, como malformaciones y pérdida de calidad del tubérculo de la papa (Flores, 2017).

El estudio de las variedades nativas de papa es esencial para conservar la biodiversidad agrícola, mejorar la resistencia de los cultivos frente a enfermedades y el cambio climático, y fomentar la sostenibilidad en la agricultura. Estas variedades son valiosas tanto desde el punto de vista cultural y económico como en la mejora genética de nuevas variedades más nutritivas y adaptables, contribuyendo además a la seguridad alimentaria y la preservación de sistemas agrícolas tradicionales.

Este proyecto será de ayuda como referencia para los agricultores porque posibilitará distinguir apropiadamente las condiciones que experimentan sus cultivos de papa en relación con las plagas y de esa manera tomar las medidas apropiadas de control.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la respuesta de variedades de papa nativa al nematodo nodulador de la raíz *Meloidogyne* spp.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el grado de respuesta de quince variedades nativas de papa al nematodo *Meloidogyne incognita*
- Cuantificar los daños ocasionados en los tubérculos por el nematodo en las quince variedades de papa nativa.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacional

Piedra (2012) inoculó en macetas diferentes cantidades de quistes de *Globodera* (35, 40 y 45) para evaluar su efecto en clones de papa como Floresta (*Solanum tuberosum* L.), 800286 (*Multidissectum* híbrido P55/7(H2)), 800289 (KTT, 60.21.19), 800290 (GLK 58.1642.4), 800291 (VTn 62.33.3) y 800944 (65.346.19), observando que los clones positivos identificaron la raza P3A de *Globodera pallida*. En un estudio posterior, Ragassi (2024) evaluó las poblaciones de nematodos en suelos y raíces de cultivos de maíz y papa, identificando las especies *P. brachyurus*, *P. zaeae*, *M. ethiopica* y *M. arenaria*, y probó 11 genotipos de coberturas, encontrando que especies como *C. juncea* y *C. spectabilis* fueron inmunes (FR=0.00), la avena negra fue resistente (FR<1.00), y tanto mostaza como trigo resultaron susceptibles (FR>1.00), mientras que en el cultivo de papa se incrementó la población de *Meloidogyne* spp. independientemente del cultivo de cobertura; mientras tanto en Colombia, aunque aún no se han identificado variedades de papa resistentes al nematodo quiste, se sigue evaluando la “Colección de Papa del Centro Colombiano”, proceso que también se realiza en Perú a través del Centro Internacional de la Papa (Guerrero, 2012); por otro lado Núñez (2017) realizó un muestreo en 15 fincas de papa, donde identificó 15 géneros de nematodos, destacando *Pratylenchus* (69.5%) y *Helicotylenchus* (47%) como los más frecuentes. En Quito, Riera et al. (2010) evaluaron 20 variedades de papa nativa frente a *Globodera pallida*, encontrando que 15 fueron



susceptibles, con una población final de hasta 37.52 veces superior a la inicial; también Castillo et al. (2017) estudiaron 11 variedades y 9 clones de papa del INIAP-Ecuador, concluyendo que la mayoría fueron susceptibles a *Globodera pallida*, con solo dos mostrando tolerancia. Por otro lado, Riera (2009) evaluó 24 variedades de papa nativa y observó que 15 presentaron una conducta susceptible tolerante, con incrementos poblacionales entre 5.02 y 26.25; también Achurra (2018) identificó síntomas de pudrición negra en los tubérculos, consistentes con el daño causado por nematodos fitopatógenos. Mejía y Valverde (2011) evaluaron 24 accesiones de papa de las zonas centro y sur de la Sierra ecuatoriana y encontraron que 14 variedades nativas y 5 clones promisorios fueron tolerantes a *Globodera pallida*, con 11 variedades resistentes, mientras que Lax et al. (2013) investigaron tres poblaciones argentinas de *N. aberrans*, hallando que en dos poblaciones de Córdoba no se produjo reproducción en las raíces de papa; Finalmente, Perichi y Crozzoli (2010) aislaron tres poblaciones de *Meloidogyne*, observando que estas aumentaron en la sombra a partir de una masa de huevos inoculados.

2.1.2. Nacional

Carreño (2017) evaluó el grado de infección por juveniles 2 (J2) del nematodo quiste de papa en raíces de plantas susceptibles y resistentes, encontrando diferencias significativas ($p=0.006$) en la cantidad de juveniles presentes en las raíces a las 72 horas post-inoculación, siendo mayores en las plantas susceptibles. Por otro lado, Rodríguez (2015) recolectó muestras de suelo y raíces de campos cultivados de papa utilizando el método de hipoclorito de sodio al 0.5% para la extracción de nematodos, observando que el género *Pratylenchus* fue el más frecuente, con un 79% en muestras de suelo y un 62% en raíces, seguido



por *Meloidogyne*, que representó un 11% y 20% en suelo y raíces, respectivamente. En la región de Ayacucho, Alarcón (2017) identificó clones de papa nativa con características de resistencia a la infestación por *Globodera* spp., evaluando 49 accesiones de papa nativa y encontrando un 94% de resistencia y un 6% de tolerancia al nematodo *Globodera* spp.

2.1.3. Local o regional

Entre las variedades nativas y mejoradas, Imilla negra, Ccompis, Lomo blanco, Mariva, Imilla blanca y Huayro mostraron mayor resistencia a *Meloidogyne hapla*, mientras que las variedades Yungay, Peruanita y Andina fueron inmunes a esta especie de nematodo según Flores (2017); también Ramos (2020) evaluó la respuesta de 10 variedades de papa nativas y mejoradas de Puno, infectadas con *Meloidogyne incognita* en condiciones de invernadero, y las variedades Huayro, Imilla negra, Ccompis, Imilla blanca, Venturana, Silver y Canchan fueron resistentes, mientras que Altiplano, Peruanita y Ruki resultaron inmunes a este nematodo. Por su parte, Jimenez (2017) identificó los géneros de nematodos fitoparásitos en el cultivo de papa en dos localidades de Puno, comparando las poblaciones de nematodos en las variedades Imilla negra y Peruanita, identificando los géneros *Nacobbus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus* y *Globodera* y también observó que la variedad nativa *Imilla negra* presentaba altas densidades de población de *Globodera* y *Nacobbus*, siendo susceptible al ataque de nematodos, mientras que la variedad mejorada Peruanita mostró resistencia frente a estos nematodos.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de papa

Carrizo et al. (2020) indica que la papa andina, *Solanum tuberosum* L. subsp. *andigena*, está geográficamente extendida y se cultiva en altitudes elevadas entre 2.500 y 4.200 msnm en la región de los Andes de América del Sur, y ALAP (2010) indica que la papa se llevó a Europa por los españoles en el siglo XVI, su cultivo se extendió a Inglaterra y Países Bajos en el mismo siglo como planta ornamental y comestible para los pobres, a finales del siglo XVIII el consumo se ha expandido en todo el mundo, incluso en Asia, África y Oceanía.

La producción en el Perú ocupa el 95% del área con condiciones de secano, iniciándose con la llegada de lluvias en la sierra, en realidad este se produce en distintas condiciones ambientales (Asociación Pataz, 2017), siendo la papa un alimento básico para los pueblos andinos (Devaux et al., 2010), ya que aportan proteínas, energía, minerales y vitaminas; está adaptado a las condiciones y cultura de los habitantes de la sierra del Perú; en la sierra se producen en distintas regiones como: Puno, Huánuco, Junín, Cusco, Apurímac, La Libertad, Cajamarca, Ayacucho, Huancavelica, Ancash y Pasco en donde se siembran distintas variedades tanto nativas y comerciales mejoradas (Asociación Pataz, 2017).

2.2.1.1. Origen

Se reporta que las papas son nativas de la amplia cuenca del Lago Titicaca en la meseta del Collao entre Perú y Bolivia (Spooner et al., 2005), y fue domesticada hace 8,000 a 10,000 años a partir de especies silvestres (Asociación Pataz, 2023), en las tierras altas del sureste de Perú y el noroeste de Bolivia, y se considera que Perú es el lugar de origen de la

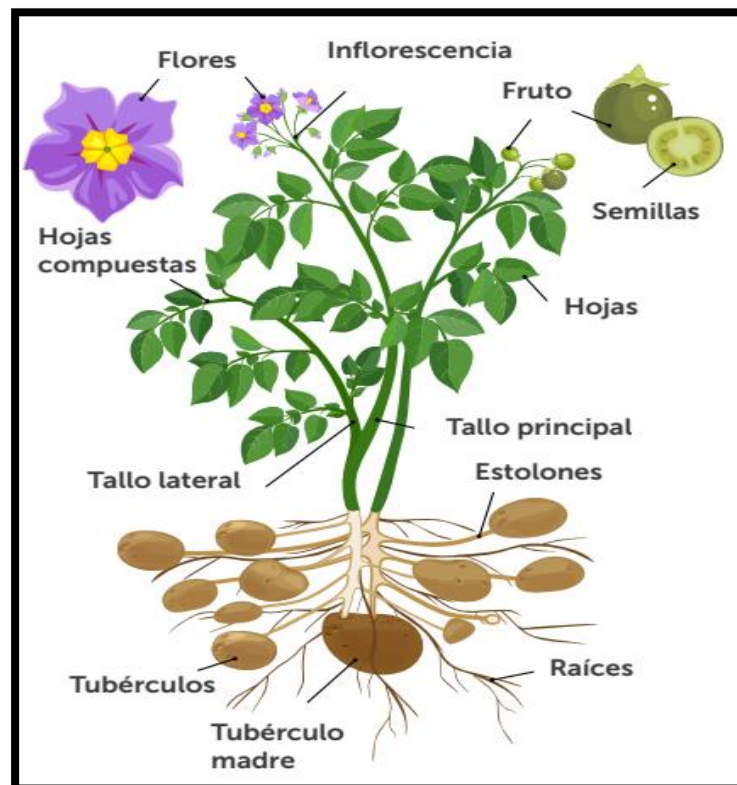
papa. Esto es confirmado y sustentado por el estudio de restos cerámicos de las culturas Moche y Chimú, los cuales muestran variedad de formas y colores de este tubérculo (MINAGRI, 2007); Alrededor del 70 % de las papas nativas de Perú, pertenecen a la sub-especie *tuberosum* (Molina y Mairena, 2004).

2.2.1.2. Características generales

Egúsquiza y Catalán (2011) indican que la papa pertenece a la familia Solanácea. Son un grupo que se caracterizan de poseer alcaloides nicotínicos como parte de su sistema de defensa contra el ataque de herbívoros (Rikolto, 2017).

Figura 1

Morfología de la planta de la papa



Fuente: Rikolto (2017)



Las especies cultivadas son las tetraploides ($2n = 48$) y algunas triploides, pertenecientes a las especies *S. tuberosum* L. y *S. andigenum*. La primera suele tener días y ciclos cortos (90-100 días), forma alargada, piel tersa y cogollos superficiales, la pulpa es de color crema a amarillo y la piel es rosada, roja o beige (Figura 1). Las especies de *Solanum andigenum* tienen días largos, ciclos lentos, color de piel variable y pulpa blanca o amarilla (Egúsqüiza y Catalán, 2011); también existen variedades que son una mezcla de ambos tipos. Es una planta anual herbácea y suculenta. La sección transversal puede ser hueca y ramificada triangularmente. Se considera el tallo principal que crece directamente del tubérculo, y sus ramas laterales se denominan tallos accesorios. Las hojas son alternas como estolones (Molina y Mairena, 2004).

2.2.1.3. Taxonomía

La especie cultivada de la papa está clasificada en la siguiente posición taxonómica según Jones (1994).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum tuberosum* L.



2.2.2. Variedades Nativas de Papa

SSE (2020) indica que las variedades de papa se agrupan de acuerdo a su origen, el color de sus tubérculos y su aprovechamiento. En base a estos criterios se pueden distinguir tres grupos: por su origen (nativas y modernas), por su color (blancas y de colores) y por su uso (amargas, amarillas e industriales), por otro lado, el Perú tiene muchas variedades nativas, aproximadamente 3,300, con características diversas y se consideran recursos genéticos valiosos para la alimentación futura (Asociación Pataz, 2023), por ello la papa nativa se cultiva principalmente en cultivo mixto (embrozada) en zonas montañosas y rurales para evitar y reducir la diseminación de plagas y enfermedades como indica Asociación Pataz (2017), y se siembran por encima de los 3,000 msnm (Egusquiza, 2000).

2.2.2.1. Variedades Nativas de Papa Dulce

Según Cahuana & Arcos (2002) son variedades que tienen escaso contenido de glicolídeos, por eso tienen un sabor dulce.

Están formadas por seis especies cultivadas, las cuales son:
ESPECIES DIPLOIDES ($2n=2x=24$): *Solanum stenotomum*, *Solanum goniocalyx*, *Solanum phureja* y *Solanum ajanhuiri*. ESPECIE TRIPLOIDE ($2n=3x=36$): *Solanum x chaucha*. ESPECIE TETRAPLOIDE ($2n=4x=48$): *Solanum tuberosum*, está formado por dos sub especies: *Solanum tuberosum* ssp. *andígena* y *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*.



- **Imilla negra:**

Especie *Solanum tuberosum* subsp *andigena*, con ploidía $2n=4x=48$ (INIA, 2019), su lugar de origen es en el sur del Perú (Puno) (Flores, 2017), hábito de crecimiento semi-erecto, con un color predominante morado de la piel del tubérculo, los ojos son profundos, el color primario de la pulpa del tubérculo es amarillo-blanco, y el color secundario de la pulpa es violeta (Asociación Pataz, 2017). En cuanto a sus características agronómicas el número promedio de tubérculos por planta es de 13 y el peso promedio del tubérculo por planta es de 0.51 kg (INIA, 2019). Es una variedad muy fuerte por su nivel de resistencia y tolerancia a condiciones adversas (MINAGRI, 2017).

- **Imilla rosada:**

Variedad con ploidía $2n=4x=48$, especie *Solanum tuberosum* subsp *andigena* (INIA, 2019), su lugar de origen es en el sur del Perú (Puno) (Flores, 2017), el hábito de crecimiento es decumbente, el color primario del tubérculo es rojo, y el color secundario del tubérculo es crema (MINAGRI, 2017), el tallo son de 2 a 5 color verde pigmentado de marrón, tienen abundante floración de color violeta, ojos semiprofundos, tuberización semiprofunda y extendida, con un periodo vegetativo de 160 días y con un rendimiento de 20 t/ha (Cahuana & Arcos, 2002).

- **Imilla blanca:**

Especie *Solanum tuberosum* subsp *andigena*, con ploidía $2n=4x=48$ (INIA, 2019), su hábito de crecimiento es decumbente, el color predominante de la flor es blanco, el color principal de la pulpa es crema, ojos profundos, tuberización semiprofunda, el periodo vegetativo es de



155 a 160 días, con un rendimiento de 30 t/ha (Cahuana y Arcos, 2002), el número promedio de tubérculos por planta es de 14, con un peso de 0.45 kg del tubérculo por planta (MINAGRI, 2017).

- **Andina:**

Esta variedad fue desarrollada en la región de Puno y puede Adaptado a partir de 3,200 metros de altitud. Plantas con tallos verdes erectos, pigmentación violeta, hojas de color verde oscuro, tubérculo morado y pulpa blanca. La temporada de crecimiento (140 a 160 días) es lenta y finaliza la formación de tubérculos. Hay más actividad comercial en la zona de Puno (Flores, 2017).

- **Peruanita:**

Especie *Solanum goniocalyx* (INIA, 2019) con ploidía $2n=2x=24$, tiene un hábito de crecimiento decumbente, color primario de la piel del tubérculo es rojo-morado, el color secundario de la piel del tubérculo es amarillo intermedio y su distribución del color secundario son manchas dispersas (Asociación Pataz, 2023); en cuanto a sus características agronómicas se obtiene 11 tubérculos por planta y el peso promedio tubérculos (kg) por planta es 0.37 aproximadamente (INIA, 2019).

- **Karla:**

MINAGRI (2017) determina que es de tamaño mediano a grande, con piel y pulpa amarillas. Tiene una forma ovalada o redonda y una textura cremosa, ideal para preparar purés y papas al horno. Su sabor es suave y ligeramente dulce. Es bastante resistente a ciertas enfermedades y se adapta a diversos tipos de suelos y condiciones climáticas, con un



tiempo de cosecha de aproximadamente 90-110 días. Es versátil en la cocina y se puede usar en una amplia gama de recetas.

- **Ccompis:**

Cahuana & Arcos (2002) indican que es una variedad tetraploide ($2n=4x=48$) *Solanum tuberosum* ssp. *andígena*. Son sembrados desde 3,000 msnm en Puno, Cusco, Apurímac y Ayacucho (Egusquiza, 2000). Son plantas semirobustas, los tallos tienen alas rectas, las hojas son de color verde oscuro y las flores son blancas. Los tubérculos son redondos, la cáscara es de color rosado claro, la pulpa es blanca y uniforme, y tienen unos ojos profundos. Los brotes de color rosa brillante. El periodo vegetativo es parcialmente avanzado (140 a 150 días), con desarrollo de tubérculos lento y tardío (Seminario, 2008).

- **Sanimilla:**

Variedad tetraploide ($2n=4x=48$) *Solanum tuberosum* ssp. *andígena* (Cahuana & Arcos, 2002). Se siembra desde los 3,000 msnm en Puno, Cusco y Apurímac. Es una planta alta con tallo vigoroso, la flor morada, tubérculos con ojos profundos, piel rosada clara con pigmentos morados alrededor de los ojos, brotes morados oscuros. Tienen buena capacidad productiva tardía (Egusquiza, 2000).

- **Huayro:**

Es una variedad triploide ($2n=3x=36$) *Solanum x chaucha* (Cahuana & Arcos, 2002). Según los agricultores, se trata de una papa milenaria que se cultiva en Junín desde hace mucho tiempo. Es muy firme a los virus de la papa. Son de periodo vegetativo semi-tardío, tienen muy



alto potencial productivo en condiciones de sierra de 3500 a 3900 msnm (Egúsqiza & Catalán, 2011), crecen 11 tubérculos aproximadamente por planta, su rendimiento promedio es 0.50 Kg por planta, son tolerantes a la helada (CIP, 2015).

- **Lomo rosado:**

Cahuana & Arcos (2002) indican que es una variedad triploide ($2n=3x=36$) *Solanum x chaucha*. Tienen forma fusiforme, con ojos superficiales, el color de piel rosado claro, color de carne blanco cremoso. Los tallos dan de 2 a 4 por planta, flores violetas de abundante floración, tuberización semiprofundo y semidisperso con periodo vegetativo de 160 a 170 días.

- **Lomo blanco:**

Es una variedad triploide ($2n=3x=36$) *Solanum x chaucha* (Cahuana & Arcos, 2002). Adaptada para crecer en la sierra del Perú a altitudes superiores a 4,000 msnm. Los tallos son pocos en número y tienen un color verdoso, mientras que las hojas son de un verde oscuro. Los tubérculos tienen una forma fusiforme, la piel color blanca, con pulpa blanca. Su ciclo de crecimiento es relativamente corto, durando entre 120 y 140 días, lo que indica que es una planta de desarrollo precoz a semitardío (INIA, 2012).

- **Lomo plomo:**

Cahuana & Arcos (2002) indican que es una variedad triploide ($2n=3x=36$) *Solanum x chaucha*. Color de piel ploma, con flores blancas, los tuberculos son fusiformes, su periodo vegetativo es precoz.



2.2.2.2. Variedades Nativas de Papa Amarga

Tienen un sabor amargo y poco agradable debido a su alto contenido de glicoalcaloides, que supera los 20 mg por cada 100 g de peso fresco, tolerantes a heladas. Estos compuestos hacen que las papas frescas no sean adecuadas para el consumo, por lo que los tubérculos de estas variedades se procesan para producir chuño, moraya y tunta (Cahuana & Arcos, 2002). Los glicoalcaloides están conformados por solanina, chaconina y levels.

Las papas amargas están formadas por dos especies: Especie TRIPLOIDE ($2n = 3x = 36$): *Solanum x juzepczukii*. Especie PENTAPLOIDE ($2n = 5x = 60$): *Solanum x curtilobum*

- **Ruckii:**

Cahuana & Arcos (2002) indican que es una variedad triploide ($2n=3x=36$) *Solanum x juzepczukii*. En esta variedad, las plantas tienen un tamaño mediano y una postura semierecta. Las hojas presentan un color verde oscuro, y los tubérculos son alargados y cilíndricos. La pulpa de los tubérculos suele ser blanca, y el período de crecimiento es de 120 a 140 días. Adaptada a altitudes superiores a 4,000 msnm.

- **Locka:**

Cahuana & Arcos (2002) indican que es una variedad triploide ($2n=3x=36$) *Solanum x juzepczukii*. Plantas medianas, de flores moradas, el tipo de tuberización es semiprofunda y compacta, el tubérculo es fusiforme color de piel crema y color de carne blanca, con un periodo vegetativo de 160 días.



- **Piñaza:**

Cahuana & Arcos (2002) indican que es una variedad triploide ($2n=3x=36$) *Solanum x juzepczukii*. Plantas de tamaño mediano a pequeño, flores moradas, tuberización semiprofunda y compacta, el tubérculo de forma oblonga, con ojos semiprofundos color de piel crema con jaspes morados claros y color de carne blanco y el periodo vegetativo de 160 días.

2.2.3. Nematodos fitoparásitos

Los nematodos fitoparásitos son un obstáculo para la producción y calidad de la papa en las regiones que se cultivan estos tubérculos (Rodríguez, 2020), debido a su tamaño extremadamente pequeño y a sus hábitos de vida, son muy difíciles de detectar, identificar y controlar. A menudo se subestima el impacto de los nematodos en los cultivos, pero se ha determinado que, en promedio, causan casi un 10% de daños en la agricultura mundial. Estas pérdidas conducen a una reducción del vigor de la planta y un menor rendimiento. Por eso durante cada temporada de crecimiento es importante observar la salud del sistema radicular (Meza, 2019).

2.2.3.1. Diseminación y distribución

La diseminación de los quistes puede ser por medio de herramientas de labranza o maquinaria agrícola que ha sido usada en un suelo infestado, por medio de semillas infectadas y por movimiento de tierra o aguas superficiales (drenajes, agua de escorrentía y riego) (Guerrero, 2012).

2.2.3.2. Características generales

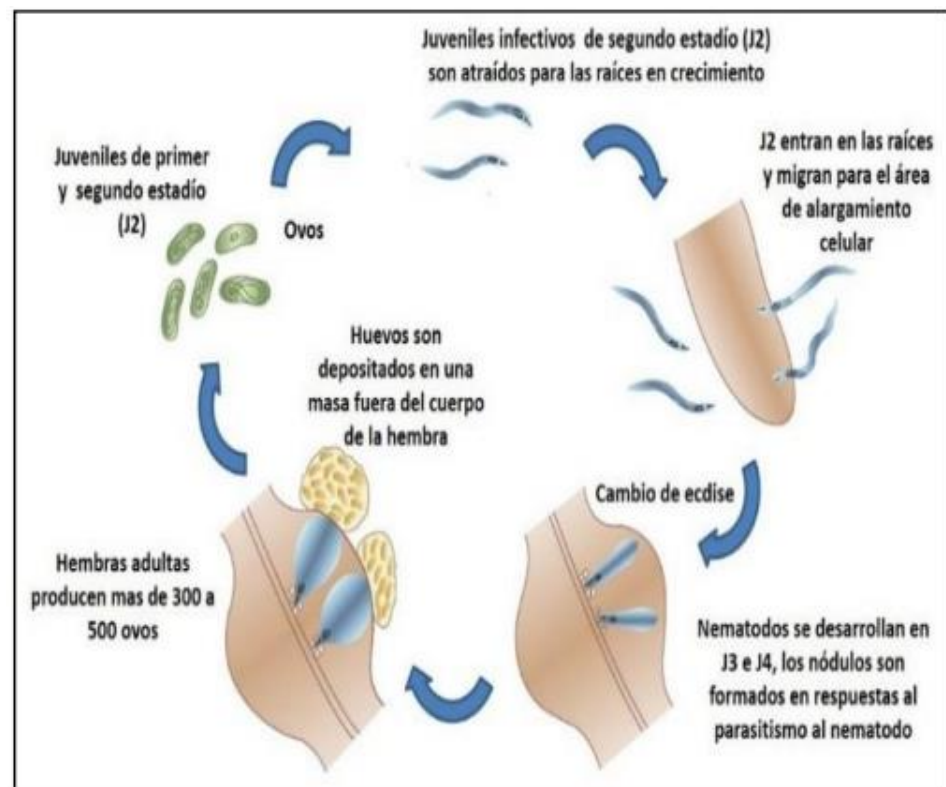
Los nematodos parásitos de las plantas son organismos microscópicos, cilíndricos, incoloros, con forma de gusano. Viven en el suelo desde donde llegan al huésped para completar el ciclo biológico, se consideran antagonistas influyentes del crecimiento de las plantas porque dañan el sistema de raíces de la planta (Meza, 2019).

2.2.3.3. Ciclo de vida

La duración del ciclo de nematodos de huevo a huevo es bastante variable, en torno a 2 a 4 semanas, dependiendo del tipo de hospedero, la temperatura, humedad y tipo de suelo (Lima et al., 2018).

Figura 2

Ciclo de vida de Meloidogyne spp



Fuente: Lima et al., (2018).



En la figura 2, se observa que el ciclo se inicia con el huevo, luego se desarrolla el primer estadio juvenil (J1), para el desarrollo del embrión, luego el J1 sufre una ecdisis cambiando la cutícula mayor para aumentar su crecimiento, y el estilete de forma cónica será sustituida por otro estilete (Lima et al., 2018), luego pasa al segundo estadio juvenil J2, con la ayuda del estilete ayudara a perforar la cascara del huevo para eclosionar, después de eclosionar el J2 se desplazará en el suelo, en busca de raíces de una planta hospedera, luego de este estadio los nematodos pasan por tres ecdisis, para llegar al tercer estadio juvenil J3, cuarto estadio juvenil J4 y finalmente pasar a ser adulto sea macho o hembra (Lima et al., 2018).

2.2.3.4. Alimentación

Lima et al. (2018) indican que los nematodos fitoparásitos dependen de la estructura de los tejidos vegetales para culminar todo el desarrollo de su ciclo de vida, es por ello que se consideran parásitos obligados, entre tanto los nematodos presentes en el suelo intercalan períodos de latencia hasta que encuentran su huésped del que alimentarse, lo que se hace mediante un atrayente, una vez que se identifica un huésped, el nematodo usará su estilete para perforar el tejido de la raíz, esparciendo exudados hacia las células, de donde extraerá el contenido celular (Freitas et al., 2007).

2.2.3.5. Forma de infestación

La forma en que penetran los tejidos es la siguiente: los nematodos sondan, perforan y digieren parcialmente la pared celular de la epidermis y luego se mueven hacia el interior de la célula. El mismo



patrón de ataque se repite cuando los nematodos se mueven de un lado a otro y se comen la corteza de la raíz (Ramos, 2020).

2.2.3.6. Variedades resistentes

Guerrero (2012) determina que las variedades resistentes estimulan la salida de larvas de quistes y mueren tras invadir las raíces. El campo donde se cultivan las variedades resistentes tiene muy pocas plagas y las variedades susceptibles también pueden cultivarse fácilmente una vez en la parcela; sin embargo, si se plantan variedades resistentes constantemente, existe el riesgo de que los nematodos se vuelvan resistentes y se desarrollen biotipos (Guerrero, 2012), por otro lado Paucar (2016) afirma que las variedades resistentes son aquellas que no permiten que las larvas formen células gigantes, necesarias para la dieta del nematodo, de esta forma, los nematodos penetran en las raíces, pero no se desarrollan ni forman descendencia, las larvas mueren o los machos se forman, las poblaciones de nematodos disminuyen incluso cuando se cultivan la papa, por eso se dice que las variedades resistentes poseen la capacidad de limpiar los campos.

2.2.3.7. Variedades tolerantes

En una variedad de papa tolerante, los nematodos pueden desarrollarse normalmente, pero no causan mucho daño y la planta puede crecer sana externamente. Esta situación se observa en la mayoría de las variedades comerciales de papa, pero en lotes muy infestados el rendimiento de este tubérculo se reduce (Guerrero, 2012).



2.2.4. Géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa.

2.2.4.1. Género *Meloidogyne* spp.

Llamado también nematodo agallador, Se trata de un nemátodo endoparásito sedentario cuyas hembras provocan el desarrollo de agallas en las raíces (Moens et al., 2009). Su importancia se basa en reducir paulatinamente el rendimiento y elevar la susceptibilidad del cultivo a otras enfermedades (Meza, 2019).

2.2.4.2. Género *Mesocriconema* spp.

Son nematodos anillados, ectoparásitos móviles que provocan acortamiento y necrosis de las raíces y debilitamiento de toda la planta. Las raíces infectadas con este nematodo se vuelven más susceptibles al daño de bacterias como *Pseudomonas* spp (Meza, 2019). La longitud corporal es de 495.066 μm y del estilete es de 74.248 μm (Flores, 2017).

2.2.4.3. Género *Helycotilenchus* spp.

Los nematodos espirales, tienen una longitud de 549.265 μm , son nematodos parásitos de plantas conocidas en los campos de numerosos cultivos (Yan et al., 2017). Estas especies en su estado de reposo tienen una posición en espiral o "C", aparte de eso tienen una estructura de cabeza bien desarrollada y una región de cabeza alta, cónica y redondeada, con un extremo puntiagudo robusto y un extremo puntiagudo, la cola es curva (Aguilar, 2017).



2.2.4.4. Género *Pratylenchus* spp.

Llamados nematodos de las lesiones, este tipo de nematodo endoparásito migratorio provoca necrosis del sistema radicular al desplazarse a través de los tejidos radiculares. Su daño es tanto directo, al comerse los tejidos, como indirecto, al reducir la resistencia natural de la planta a otras enfermedades (Meza, 2019).

2.2.4.5. Género *Nacobbus* spp.

El falso nematodo del nódulo de la raíz se disemina en las zonas altoandinas (Guerrero, 2012), los quistes son estructuras en forma de saco llenas de huevos y rodeadas por cadáveres de las hembras; los exudados radiculares de las plantas huéspedes provocan la eclosión de los huevos, los juveniles se desplazan por el suelo hasta las raíces, donde crean áreas de alimentación y comienzan a crecer, hasta convertirse en adultos. Las hembras pueden crecer tanto que rompen el tejido de las raíces. Los machos son delgados y emergen desde la raíz para fertilizar a las hembras, produciéndose hasta 50 y 100 huevos (Talavera, 2003).

2.2.4.6. Género *Globodera* spp.

El nematodo quiste, se trata de una especie de nemátodo endoparásito sedentario, siendo las especies más representativas *G. pallida* y *G. rostochiensis*, que atacan esencialmente a las plantas de papa. Ambas son plagas cuarentenarias. Las hembras tienen el cuerpo en forma de globo, con un cuello corto que termina en cono (Aguilar, 2017). Forman quistes que protegen los huevos, que pueden sobrevivir en el suelo durante más de 10 años mientras esperan un huésped susceptible (Meza, 2019)



2.2.4.7. Género *Xiphinema* spp.

El nematodo daga, se trata de nematodos ectoparásitos migratorios que se nutren de las puntas de las raíces introduciendo sus prolongados estiletes. Su importancia no sólo se debe al daño directo sino también a que transmiten virus (Meza, 2019).

2.2.4.8. Género *Dorylaimus* spp.

Nematodo de raíz de escobilla, tienen cuerpos bastante largos, colas un tanto curvadas y cabezas romas; Tiene un odontoestilete (Sen et al., 2011). En los machos, la parte superior de la cabeza está más curvada ventralmente que en las hembras, la longitud del cuerpo es de 1.145,5 a 2.010,6 μm y la longitud del estilete es de 174 a 210 μm . Sin embargo, la longitud del cuerpo suele medir cerca de 2200 μm a más en todas sus etapas (Sen et al., 2011).

2.2.4.9. Nematodos de vida libre

Son diferentes géneros de bacteriófagos, nematodos fungívoros, nematodos carnívoros y saprófitos que se nutren de materia orgánica en descomposición o de microorganismos como las bacterias. En general, son favorables para el suelo (Meza, 2019)

2.2.5. Nematodo de nódulo de la raíz

Este género es un endoparásito de la raíz usualmente conocido como “nematodo agalladores” (Fertilab, 2018), siendo parásitos obligados de las plantas que causan graves pérdidas económicas a los cultivos agrícolas (Yang et al., 2022), entre tanto se caracterizaron más de 100 especies, pero cuatro se consideran



las más indispensables y destructivas, causando hasta el 90% de los daños en todo el mundo (Moens et al., 2009).

Una de las características de este nematodo es su alta nocividad, ya que es capaz de superar la resistencia de los cultivos agrícolas, así como de diversos grupos químicos, lo que dificulta su control (Perry y Moens, 2013). Las cuatro especies relevantes del género *Meloidogyne* spp. son: *M. Arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* y *M. hapla*,

2.2.5.1. Ubicación taxonómica

La clasificación taxonómica del género *Meloidogyne* es de la siguiente manera: (Perry y Moens, 2014).

Phylum: Nematoda

Clase: Chromadorea

Sub clase: Chromadoria

Orden: Rhabditida

Suborden: Tylenchina

Infraorden: Tylenchomorpha

Superfamilia: Tylenchoidea

Familia: Meloidogynidae

Subfamilia: Meloidogyninae

Género: *Meloidogyne*

Especie: *M. incognita*



2.2.5.2. Características generales

Varas (2018) determina que el cuerpo del nematodo es casi transparente, cubierta por una epidermis incolora, a menudo caracterizada por estrías u otras marcas, la cutícula se cae a medida que el nematodo pasa por las diferentes etapas de desarrollo larvario, la epidermis está formada por la hipodermis, que está formada por células vivas y se extiende hacia la cavidad corporal como cuatro cordones que aíslan cuatro bandas musculares longitudinales, lo que hacen que el nematodo se mueva; la cavidad corporal comprende de un líquido a través del cual se produce la circulación y la respiración, el sistema digestivo es un agujero empezando de la boca hasta el esófago, intestinos, recto y ano (Varas, 2018).

2.2.5.3. Ciclo de vida

En la figura 3, se observa los huevos de *Meloidogyne* spp. incrustados en una masa gelatinosa que los sostiene unidos y los protege tanto de condiciones ambientales extremas como de depredadores (Moens et al., 2009); las masas gelatinosas se constituyen de glicoproteínas, a las que además se les atribuyen 36 propiedades antimicrobianas. En su mayoría se depositan en la superficie de los nódulos, pero a veces se hallan directamente en la superficie o en el tejido de la raíz de la planta huésped. La masa de huevos es al principio blanda, clara y pegajosa, pero con el tiempo se vuelve más dura y de color marrón oscuro (Moens et al., 2009); por otro lado, la población de *Meloidogyne* varía según la temperatura, entre 26 y 34°C, el ciclo de vida puede completarse en cuatro o seis



semanas. Durante este periodo, el nematodo pasa por diferentes etapas de desarrollo que también están relacionadas con su conducta infectiva (Vera, 2014). El ciclo de vida puede concluir al cabo de 3 o 4 semanas, bajo condiciones ambientales óptimas (Oblitas, 2022).

- **Etapas pre infectiva:**

El crecimiento del cigoto comienza unas horas después de la oviposición, hasta que se ve la larva completamente desarrollada o las primeras larvas dentro del óvulo mediante un lápiz móvil. En estas condiciones, las crías se pueden mover dentro del huevo. La primera muda se produce dentro del mismo huevo (Agris, 2011).

- **Etapas parasítica:**

Luego de la oviposición siendo esta aproximadamente diez días, se produce la ecdisis y si la situación ambiental es propicia, se produce la muda dando lugar a la segunda etapa larvaria o juvenil y solo hasta entonces se rompe el huevo, dejando a los juveniles de segundo estadio suelto en el suelo (Brodie, 1998); también la manera de infectar de los juveniles del segundo estadio a las plantas depende de la temperatura ambiente, la ventilación, la humedad, la densidad del suelo y el alejamiento entre los juveniles y la raíz. Después de completar la segunda y tercera muda, el estilete y el bulbo medio del esófago desaparecen en las hembras jóvenes en el tercer y cuarto estadio, respectivamente (Taylor y Sasser, 1983); finalmente las larvas de la segunda etapa infectiva, generalmente ingresan a las raíces detrás de las puntas de las raíces y se mueven a través de las células hasta llegar a la parte posterior de la placa de crecimiento.

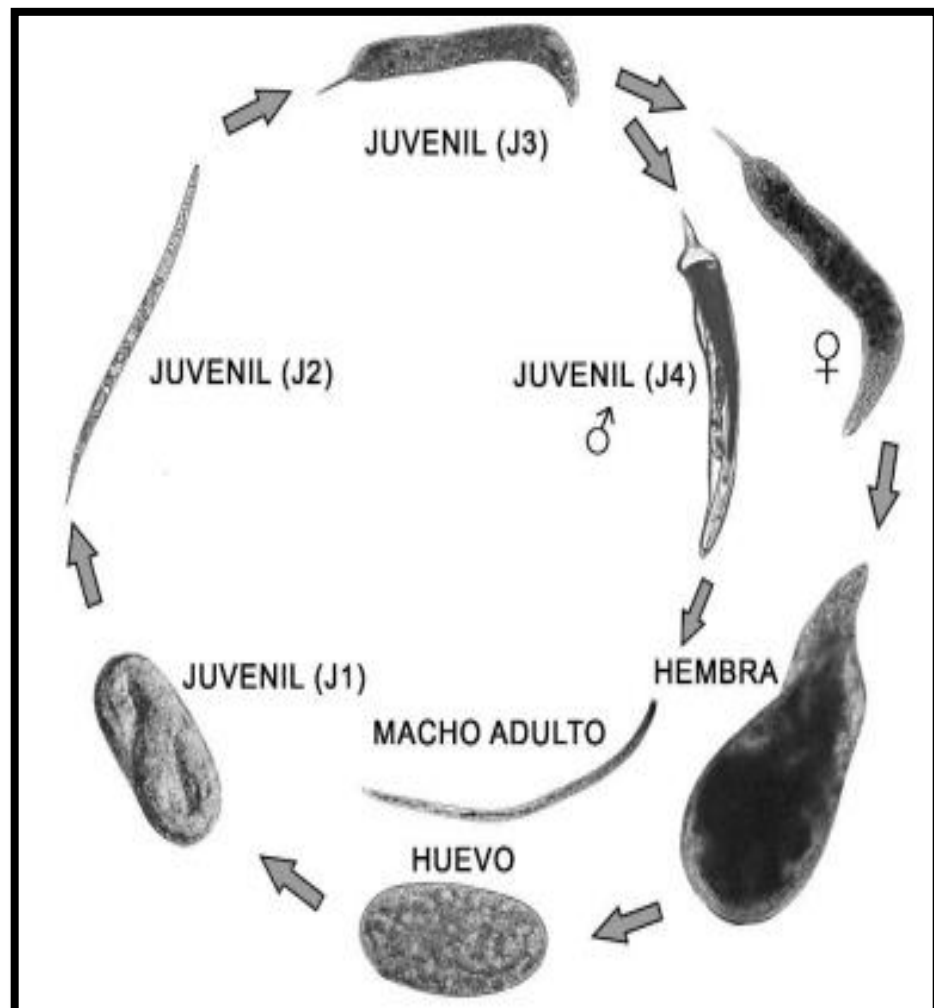
Allí se instala para siempre y coloca su cabeza en el pleroma (Agrios, 2011).

- **Fase adulta:**

Luego de la cuarta muda, el estilete y el bulbo medio se regeneran en ambos sexos, y en la hembra se forman y se hacen visibles el útero, la vagina y el patrón perineal (Agrios, 2011).

Figura 3

Ciclo de vida de Meloidogyne.



Fuente: Ramos (2020).



En los machos, luego de la segunda y tercera muda, el estilete ya no es muy notorio, se ha formado el bulbo medio y solo las gónadas se han prolongado, el esófago, el bulbo medio, las espículas y espermatozoides en los testículos de los machos están presentes y notorios, pero en un microscopio (Agrios, 2011).

2.2.5.4. Formas de reproducción

- **Anfimixis:**

Cuando los espermatozoides masculinos fertilizan los ovocitos femeninos, y luego se produce la meiosis (Chitwood y Perry, 2009).

- **Partenogénesis meiótica facultativa:**

A falta del macho, la meiosis se produce en los ovocitos, acompañándose dos de sus núcleos con una disminución del número de cromosomas (pronúcleo y segundo cuerpo polar) y posterior fusión (automixis) (Chitwood y Perry, 2009).

- **Partenogénesis mitótica obligada:**

No involucra machos y uno de los dos núcleos formados en la división mitótica inicial dentro del ovocito se destruye y el otro se transforma en el antecesor del embrión posterior (apomixis) (Chitwood y Perry, 2009).

2.2.5.5. Sintomatología

El género *Meloidogyne* se multiplican y se alimentan de células vegetales vivas modificadas en la raíz, lo que provoca la aparición de nódulos, de ahí su nombre común (Ramos, 2020), por otro lado los signos



aéreos son parecidos a los generados en plantas que presentan un sistema de raíces dañados y con problemas para funcionar, el tamaño y la forma del nódulo varían según la especie de nematodo, la cantidad de nematodos en el tejido de la raíz, la susceptibilidad y la edad de la planta huésped; en los nódulos creados puede existir una o varias hembras maduras, situadas en el centro del cilindro (Moens et al., 2009).

Las raíces infectadas suelen ser más pequeñas y tener distintos grados de necrosis (Oblitas, 2022) y la pudrición de la raíz ocurre con frecuencia, especialmente al final de la temporada de la estación (Vera, 2014), es por ello que los síntomas más importantes provocados por el ataque del nematodo fitopatógeno al sistema radicular son: reducción del número y longitud de las raíces, crecimiento anormal de la raíz, como ramificación excesiva, nudos, agallas, lesiones necróticas o rosadas, quistes blancos o marrones, pudrición de la raíz, color base anormal, crecimiento reducido, hojas marchitas, deceso de las plantas (Fertilab, 2018).

La formación de nódulos, las raíces de las plantas severamente infectadas son significativamente más cortas, presentan menos raíces laterales y tienen una menor cantidad de pelos radiculares, lo que resulta en una reducción del sistema radicular (Agrios, 2004); también se tiene que la deformación de las raíces y su falta de eficacia causan un crecimiento restringido, lo que conduce a una disminución en la cantidad de hojas, las cuales son de tamaño reducido y tienen un tono verde pálido o amarillento. Se pueden apreciar signos de marchitez y otros síntomas



típicos de la falta de agua y nutrientes, a pesar de que estos elementos se encuentren en el suelo en cantidades suficientes (Agrios, 2004).

2.2.5.6. Daños

Vera y Oliva (2015) menciona que los huevos se agrupan en masas de 100 a 1.200 individuos, protegidos por un sustrato gelatinoso secretado por la hembra (Vera, 2014), y estas masas se hallan en el suelo o en los restos de raíces del cultivo anterior. En estado larvario comen desde la raíz, provocando una herida que puede ser una vía de entrada para patógenos (Oblitas, 2022); por otro lado, el ritmo acelerado de crecimiento y multiplicación del nematodo en plantas extremadamente vulnerables permite la generación de múltiples generaciones en una sola temporada de cultivo, lo que podría ocasionar daños significativos en la agricultura. Los efectos adversos se observan en distintos niveles de inhibición en el desarrollo, tales como la carencia de energía y la desecación cuando se presentan situaciones de tensión por falta de agua; la alta descomposición de los tejidos infectados generalmente da lugar a infecciones secundarias causadas por otros microorganismos patógenos (Moens et al, 2009), siendo los nematodos, modificadores de la fisiología de las plantas anfitrionas, provocando una reducción de producción y calidad del alimento.

2.2.5.6.1. Respuesta de las plantas al género *Meloidogyne*

Canto-Sáenz (1985) afirma que, para evaluar la respuesta de las plantas frente al ataque de nematodos, se debe llevar a cabo la medición de los parámetros de reproducción del nematodo y el nivel de daño provocado en la planta por el fitoparásito; por otro lado Cook (1974)



y Canto-Saenz (1985) explican que la eficacia del hospedador se determina por la tasa de reproducción del nematodo, calculada al dividir la población final (Pf) entre la inicial (Pi), clasificando a los hospedadores como eficaces (susceptibles) si $Pf/Pi > 1$, y no eficaces (resistentes) si $Pf/Pi < 1$; además, la eficiencia del hospedador se mide por la cantidad de veces que la población inicial se multiplica, lo que puede variar según la cantidad de nitrógeno disponible; también Arias et al. (2009), subrayan la importancia de las señales emitidas por los nematodos que provocan la respuesta de las plantas, y destacan el comportamiento específico de estos patógenos, que, al pertenecer al Phylum Nematoda, utilizan un sistema nervioso central y órganos quimiosensoriales llamados anfidias para detectar alimentos y atraerlos hacia las raíces del huésped, facilitando así la penetración e iniciación de la alimentación.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política:

- Región: Puno
- Provincia: Puno
- Distrito: Puno
- Ciudad Universitaria: UNA PUNO/FCA/EPIA

3.1.2. Ubicación Geográfica:

El trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de agosto de 2023 y mayo de 2024, en una ubicación situada a 70° 01' 09" de longitud y 15° 49' 20" de latitud, a una altitud de 3918 metros sobre el nivel del mar.

Para determinar la respuesta de variedades de papa nativa al nematodo nodulador de la raíz *Meloidogyne incognita*, se instalaron en condiciones de invernadero, entre 20 -25 ° C, por toda una campaña (siembra hasta que la planta entre en senescencia) (Figura 4), finalmente según lo indicado por el laboratorio de Entomología-área de Nematología de la Facultad de Ciencias Agrarias, se realizó la evaluación de los parámetros (altura de la planta, peso de la parte aérea, peso de la raíz, número de tubérculos, número de protuberancias y el factor de reproducción), (Figura 5).

Figura 4

Ámbito de investigación Invernadero – Laboratorio.



Nota: Mapa espacial de la Universidad Nacional del Altiplano Puno – Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Fuente: (Google Earth, 2024)

Figura 5

Invernadero de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

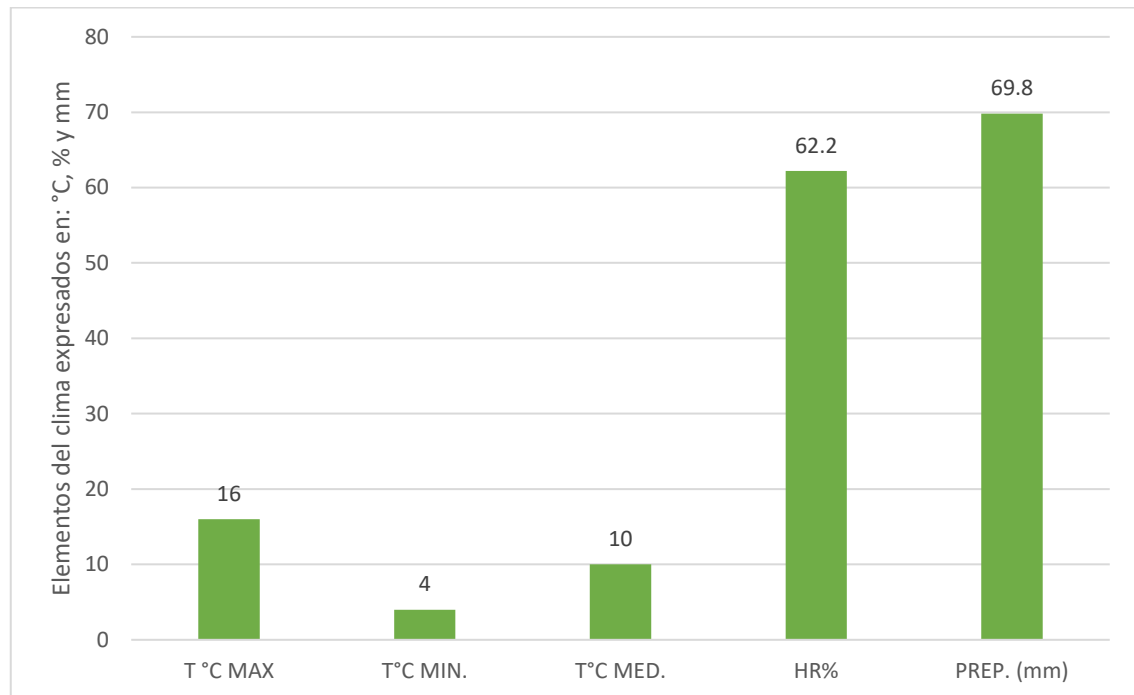


3.2. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LAS ZONAS EVALUADAS

En la figura 6 y anexo 1, se observa las condiciones meteorológicas, que se presenta en la ciudad de Puno.

Figura 6

Información meteorológica de la campaña agrícola 2022-2023 en la Ciudad de Puno.



Nota: Se muestra la temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), temperatura media (°C), humedad relativa (%) y precipitación (mm). Fuente: Adaptado del (SENAMHI, 2024).

En la campaña agrícola 2022 – 2023 (Figura 6), en la ciudad de Puno se presenta una temperatura mínima de 4°C, una temperatura media de 10°C, y la temperatura máxima promedio es de 16°C durante la campaña 2003-2024.

Por otro lado, se presentó la humedad relativa con un 62.2%. Finalmente se presentó una precipitación de 69.8 mm/ mes promedio en la ciudad de Puno.

3.3. METODOLOGÍA DEL EXPERIMENTO

3.3.1. Determinar el grado de respuesta de quince variedades nativas de papa al nematodo *Meloidogyne incognita*

3.3.1.1. Diseño de la investigación, frecuencia de la recolección de datos y tamaño de muestra

La investigación tiene un diseño experimental, con bloques completos al azar, permitiendo controlar la variabilidad ambiental (como el tipo de suelo o condiciones climáticas) al agrupar unidades experimentales como bloque homogéneo. Cada una de las 15 variedades de papa se considera un tratamiento (Tabla 1).

Tabla 1

Características de las variedades de papa nativa

Variedades Nativas de papa					Código
Variedad	Especie	Nº de cromosomas	Ploidia		
Imilla negra	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>sub-especie andigena</i>	2n=4X=48	Tetraploide	T-1
Imilla rosada	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>sub-especie andigena</i>	2n=4X=48	Tetraploide	T-2
Imilla blanca	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>sub-especie andigena</i>	2n=4X=48	Tetraploide	T-3
Andina	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>sub-especie andigena</i>	2n=4X=48	Tetraploide	T-4
Banderita	<i>Solanum tuberosum</i>		2n=4X=48	Tetraploide	T-5
Karla	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>sub-especie andigena</i>	2n=4X=48	Tetraploide	T-6
Ccompis	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>sub-especie andigena</i>	2n=4X=48	Tetraploide	T-7
Sani imilla	<i>Solanum tuberosum</i>	<i>sub-especie andigena</i>	2n=4X=48	Tetraploide	T-8
Huayro	<i>Solanum chaucha</i>	<i>sub-especie chaucha</i>	2n=3X=36	Triploide	T-9
Ruckii	<i>Solanum juzepczukii</i>		2n=3X=36	Triploide	T-10
Loka	<i>Solanum juzepczukii</i>		2n=3X=36	Triploide	T-11
Piñaza	<i>Solanum juzepczukii</i>		2n=3X=36	Triploide	T-12
Lomo plomo	<i>Solanum chaucha</i>		2n=3X=36	Triploide	T-13
Lomo rosado	<i>Solanum chaucha</i>		2n=3X=36	Triploide	T-14
Lomo Blanco	<i>Solanum chaucha</i>		2n=3X=36	Triploide	T-15

Nota: T: Tratamiento



En cuanto a la recolección de datos, el periodo de evaluación se realizó desde la siembra hasta la etapa de senescencia. La frecuencia fue quincenal y al final del ciclo.

El tamaño de muestra es de 135, tomando en cuenta que cada variedad (15 variedades de papa nativa), cuenta con 9 bolsas siendo estas las unidades experimentales (8 bolsas inoculadas y 1 control).

3.3.1.2. Descripción detallada del uso de materiales, equipos e insumos

3.3.1.2.1. Obtención de huevos y juveniles de *Meloidogyne incognita* mediante la técnica de la licuadora con centrifugación para muestras de raíces (Coolen y D'herde, 1972).

- Se colectaron raíces preservadas de Tomate infestadas con *M. incognita* en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias (Figura 7B). Estas fueron lavadas y cortadas en pedazos de 1 cm (Figura 7A), para luego colocarlas en la licuadora, con la adición de la solución de hipoclorito de sodio (NaOCl = agua sanitaria en concentración de 0.5 %), por 1 minuto en velocidad máxima. (Figura 7C).
- Al culminar el periodo de licuado, la solución fue tamizado en 60, 100 y 400 Mesh respectivamente (Figura 7D), y con la ayuda de una piseta a chorro fuerte, se separó los individuos de *M. incognita* de los restos de raíces (Figura 7E).

- Los individuos obtenidos se transfirieron a un Becker en la cantidad de 50 ml de suspensión de nematodos (Figura 7F).

Figura 7

Obtención de huevos y juveniles de M. incognita en laboratorio



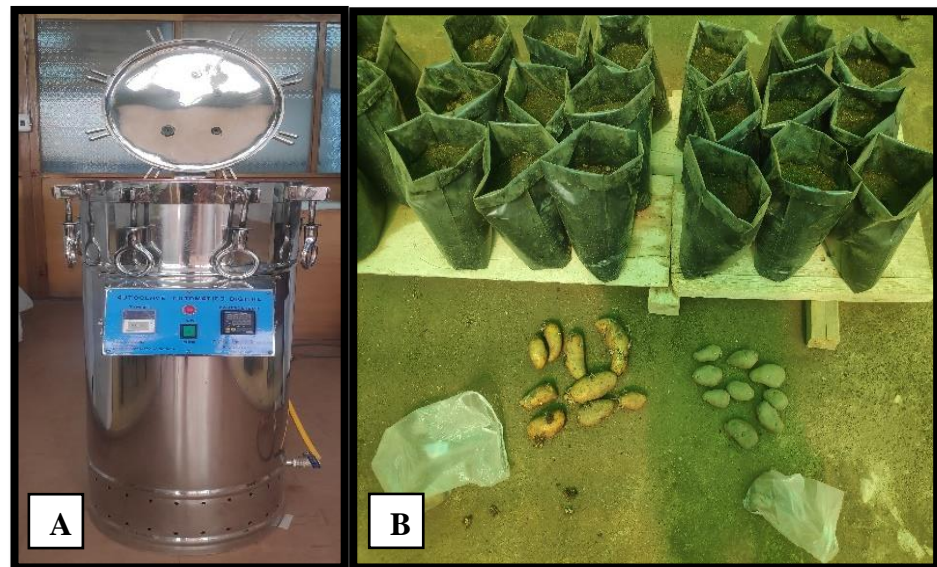
Nota: A: Trituración de raíces de papa infestadas de *Meloidogyne incognita*, B: Nódulos de la raíz, C: Licuado de la raíz con la solución de hipoclorito de sodio, D: Vertido de la mezcla licuada en los tamices 60, 100 y 400 Mesh, E: Separación a chorro fuerte de individuos de restos de raíces y F: Transferencia del sobrenadante de nematodos en un Becker.

3.3.1.2.2. Para evaluar el grado de resistencia de variedades nativas de papa a *M. incognita*

- Se esterilizó la tierra, arena y estiércol por separado en autoclave a 120°C durante dos horas para eliminar patógenos y malezas (Figura 8A), luego preparar el sustrato en una proporción de 3:2:1 (suelo - arena - estiércol) en bolsas de polipropileno de cuatro kilogramos. Cada bolsa es una unidad experimental, en esta investigación se utilizaron 9 bolsas (8 con plantas inoculadas con *M. incognita* y uno control), (Figura 8B).

Figura 8

Proceso de instalación del cultivo de variedades de papa en invernadero.



Nota: A: Proceso de esterilización de suelo en autoclave y B: Siembra de las variedades nativas de papa para su evaluación respectiva.

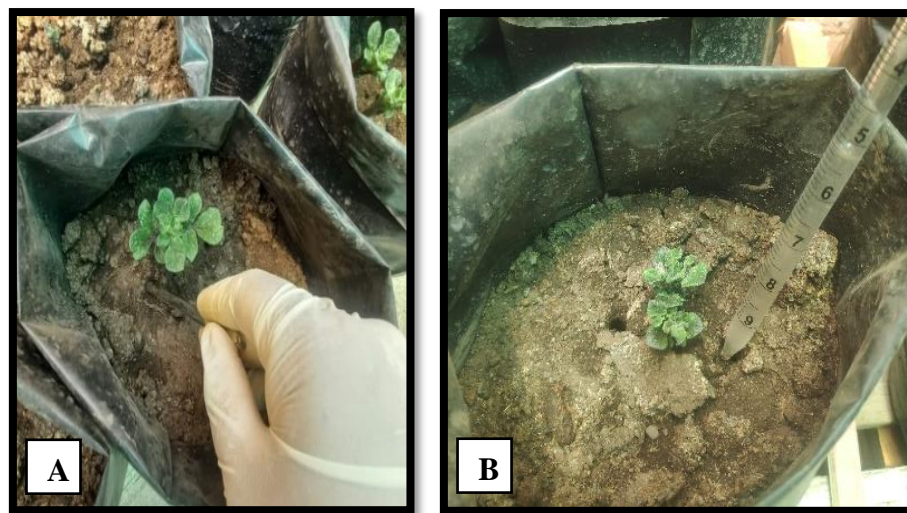
- Se evaluó quince variedades nativas de papa (Imilla Negra, Imilla Rosada, Imilla Blanca, Andina, Banderita, Karla, Ccompis, Sanimilla, Huayro, Ruckii, Loka, Piñaza, Lomo Plomo, Lomo Rosado y Lomo Blanco) siendo estos los tratamientos, y la

reacción a *Meloidogyne incognita* en condiciones de invernadero (Tabla 1).

- Se inocularon 5000 huevos + juveniles (J2) de *Meloidogyne incognita* por planta (Figura 9A) (8 bolsas inoculadas y un testigo = 9 bolsas) / variedad, con 2 a 3 cm de altura (Figura 9B).

Figura 9

Inoculación de especies de Meloidogyne incognita



Nota: A: Con la ayuda de una varilla de vidrio se hizo tres hoyos alrededor de la planta y B: Inoculación de *Meloidogyne incognita* a las plántulas de papa.

- Se evaluaron los siguientes parámetros del cultivo:
 - Altura (planta) (Figura 10A).
 - Peso (parte aérea), en donde incluye los órganos: tallo, hojas, flores y frutos, esto se realizó cuando primera variedad entre en senescencia, la medición se realizó en centímetros desde la base del tallo hasta el ápice de inflorescencia (Figura 10B).
 - Peso (raíz) (Figura 10C).

- Factor de reproducción se cuantificó (Figura 10D), mediante la fórmula de (Seinhorst, 1970): $FR = Pf/Pi$. En donde: Pf= Población final, Pi= Población inicial. Si $FR = 0$ es inmune; $FR < 1,00$ es resistente y $FR > 1,00$ es susceptible.

Figura 10

Evaluación de la morfología de la planta de la papa



Nota: A: Medición del tamaño de la planta, B: pesado de la parte aérea, C: pesado de raíz y D: cuantificación del FR.



3.3.1.3. Variables analizadas

3.3.1.3.1. Variable independiente

Las quince variedades de papa nativa (Imilla Negra, Imilla Rosada, Imilla Blanca, Andina, Banderita, Karla, Ccompis, Sanimilla, Huayro, Ruckii, Loka, Piñaza, Lomo Plomo, Lomo Rosado y Lomo Blanco).

3.3.1.3.2. Variable dependiente

La respuesta de las plantas al ataque del nematodo, que se miden en parámetros como:

- Altura de la planta,
- Peso de la parte aérea,
- Peso de la raíz
- El factor de reproducción de nematodos.

3.3.1.4. Aplicación estadística

Para este objetivo, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con quince variedades nativas de papa (tratamientos), 8 repeticiones y un control, donde los parámetros de evaluación (altura de la planta, peso de la parte aérea, peso de la raíz, número de tubérculos, número de protuberancias y el factor de reproducción) fueron sometidos a ANVA (análisis de varianza).

Los tratamientos fueron comparados entre ellos por la prueba de agrupamiento Scott y Knott (1974) a 5% de probabilidad, utilizando el software estadístico SASM-Agri (Canteri et al., 2001).



Para determinar el cumplimiento de supuestos en el caso de factor de reproducción para proceder al ANVA, se aplicó la prueba de Levene (Homogeneidad de varianzas) y Shapiro Wilk (Normalidad de datos).

3.3.2. Cuantificar los daños ocasionados en los tubérculos por el nematodo en las quince variedades de papa nativa.

3.3.2.1. Diseño de la investigación, frecuencia de recolección de datos y tamaño de muestra

Este es un estudio experimental, de tipo comparativo y descriptivo, en el que se evaluará el daño causado por el nematodo en diferentes variedades de papa nativa bajo condiciones controladas o de campo.

La frecuencia de recolección de datos se realizó:

- Durante el ciclo de crecimiento: Se recolectó datos cada 2 semanas durante el ciclo de cultivo, desde el momento de la siembra hasta la cosecha.
- Al final del ciclo (cosecha): Al final del ciclo, cuando los tubérculos estuvieron listos para la cosecha, se realizó la recolección final de datos.

El tamaño de muestra al igual que en el primer objetivo, consta de 135 unidades, considerando que cada una de las 15 variedades de papa nativa está representada por 9 bolsas, las cuales son las unidades experimentales (8 bolsas inoculadas y 1 como control).



3.3.2.2. Descripción de uso de materiales, equipos e insumos

El uso de materiales, equipos e insumos, es el mismo como en el anterior objetivo, en el punto 3.3.1.2., se sigue el mismo procedimiento desde la obtención de huevos y juveniles de *M. incognita* mediante la técnica de la licuadora con centrifugación para muestras de raíces hasta la cuantificación de daños producidos en los tubérculos de la papa.

3.3.2.3. Variables analizadas

3.3.2.3.1. Variable independiente

Quince variedades de papa nativa (Imilla Negra, Imilla Rosada, Imilla Blanca, Andina, Banderita, Karla, Ccompis, Sanimilla, Huayro, Ruckii, Loka, Piñaza, Lomo Plomo, Lomo Rosado y Lomo Blanco).

3.3.2.3.2. Variable dependiente

La respuesta de las plantas al ataque del nematodo, que se miden en parámetros como:

- Número (tubérculos), producidos por unidad experimental
- Número de protuberancias (tubérculo), formaciones en el tubérculo a causa de la infestación del nematodo inoculado.

3.3.2.4. Aplicación estadística

Al igual que en el punto 3.3.1.4., se utilizó como herramienta estadística el Análisis de Varianza (ANVA), con el fin de comparar la media de los daños entre las diferentes variedades de papa. Esto permitió evaluar si existen diferencias significativas en el daño ocasionado por el



nematodo entre las variedades. De igual manera, los tratamientos se compararon entre sí mediante la prueba de agrupamiento de Scott y Knott (1974) con un nivel de probabilidad del 5%, utilizando el software estadístico SASM-Agri (Canteri et al., 2001).



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESPUESTA DE LAS VARIEDADES SUSCEPTIBLES, RESISTENTES E INMUNES DE PAPA NATIVA AL NEMATODO NODULADOR DE LA RAÍZ *Meloidogyne incognita*

A continuación, se detalla la respuesta de las variedades nativas de papa al nematodo nódulo de la raíz tomándose los parámetros que se indican a continuación:

4.1.1. Altura (planta)

Para el parámetro de la altura se muestra que la variedad Imilla negra, tuvo un mayor crecimiento en relación a las demás variedades, entretanto las variedades Banderita, Loka, Imilla rosada e Imilla blanca tuvieron un crecimiento medio alto a comparación de las demás variedades. Así mismo las variedades Sani imilla, Piñaza, Lomo rosado y Andina mostraron un crecimiento intermedio.

Por otro lado, las variedades Karla, Huayro, Lomo Plomo, Ruckii y Lomo blanco presentaron un crecimiento medio bajo en relación a las variedades estudiadas. Sin embargo, la variedad Ccompis presentaron un crecimiento muchísimo menor a comparación de otras variedades (Tabla 2 y Anexo 4 y 5a).



Tabla 2

*Altura de la planta de las quince variedades de papa nativa inoculadas con
Meloidogyne incognita*

Variedades de papa	AP Control	Altura de la planta (AP) (cm)	
		Media	Scott-Knott
T1. Imilla negra	137	133.63	a
T5. Banderita	118	112.63	b
T11. Loka	124	111.13	b
T2. Imilla rosada	105	105.38	b
T3. Imilla blanca	97	98.75	b
T8. Sani imilla	97	89.5	c
T12. Piñaza	120	87.75	c
T14. Lomo rosado	91	86.5	c
T4. Andina	93	84.75	c
T6. Karla	83	75	d
T9. Huayro	86	72.13	d
T13. Lomo plomo	70	70.25	d
T10. Ruckii	55	60.25	e
T15. Lomo blanco	74	58.38	e
T7. Ccompis	76	42.13	f
CV			16.36%

Nota: CV= Coeficiente de variabilidad, T: Tratamiento.

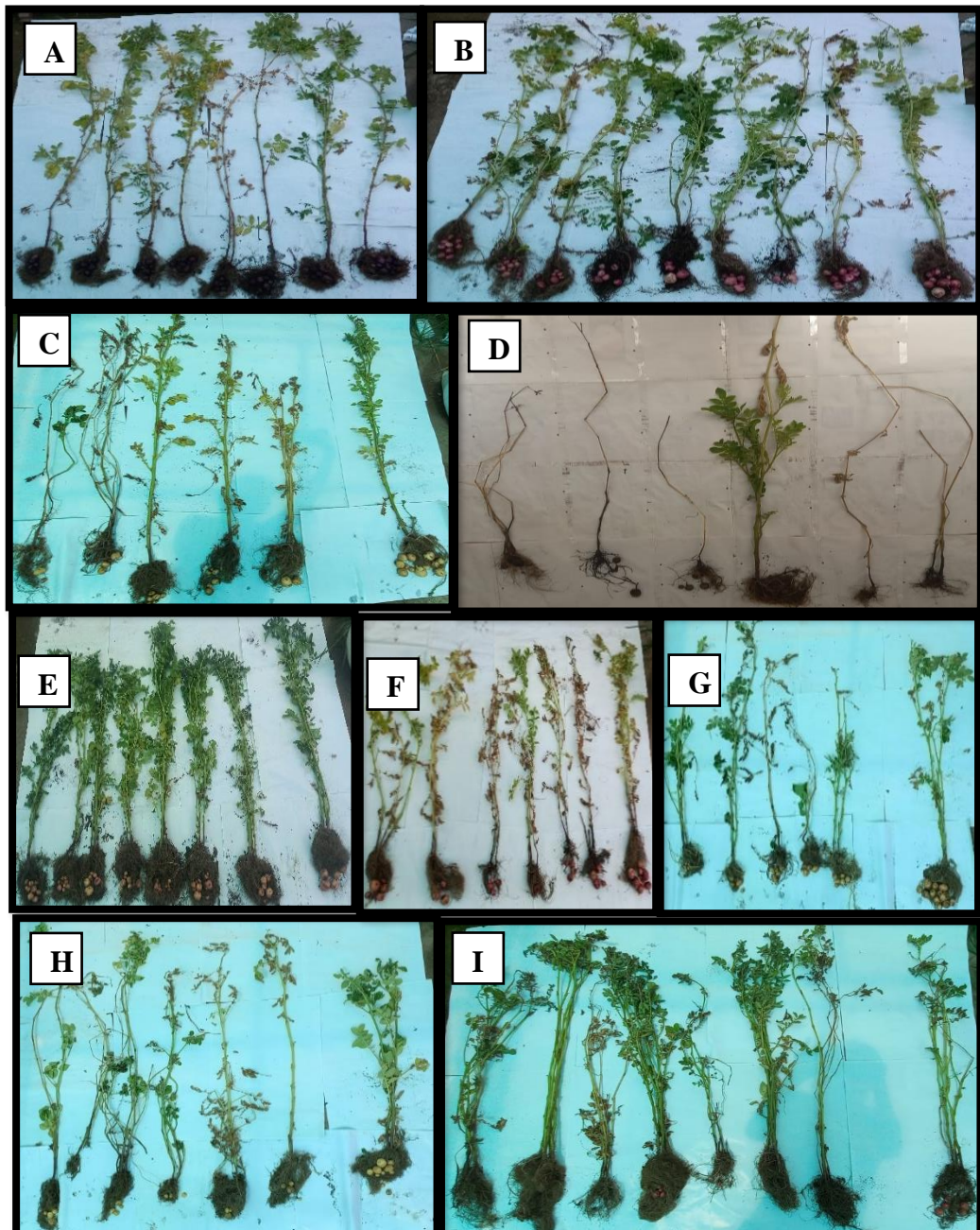
El crecimiento en altura de todas las variedades fue significativamente diferente ($F= 23.38$; $p= 0.0178$), para la prueba de Scott-Knott evidencia que la variedad imilla tiene 133.63 cm siendo de mayor tamaño, mientras que la variedad Ccompis tiene 42.13 cm evidentemente de menor tamaño; en otra investigación la variedad Imilla negra mostró el mayor crecimiento entre las variedades evaluadas, estudios como los de Jiménez (2017) y Riera et al. (2010), indican que pueden poseer características que le permiten crecer adecuadamente incluso en condiciones de infestación. Este hallazgo coincide con los resultados de Ramos (2020), donde se determinó la resistencia de Imilla negra a *Meloidogyne*

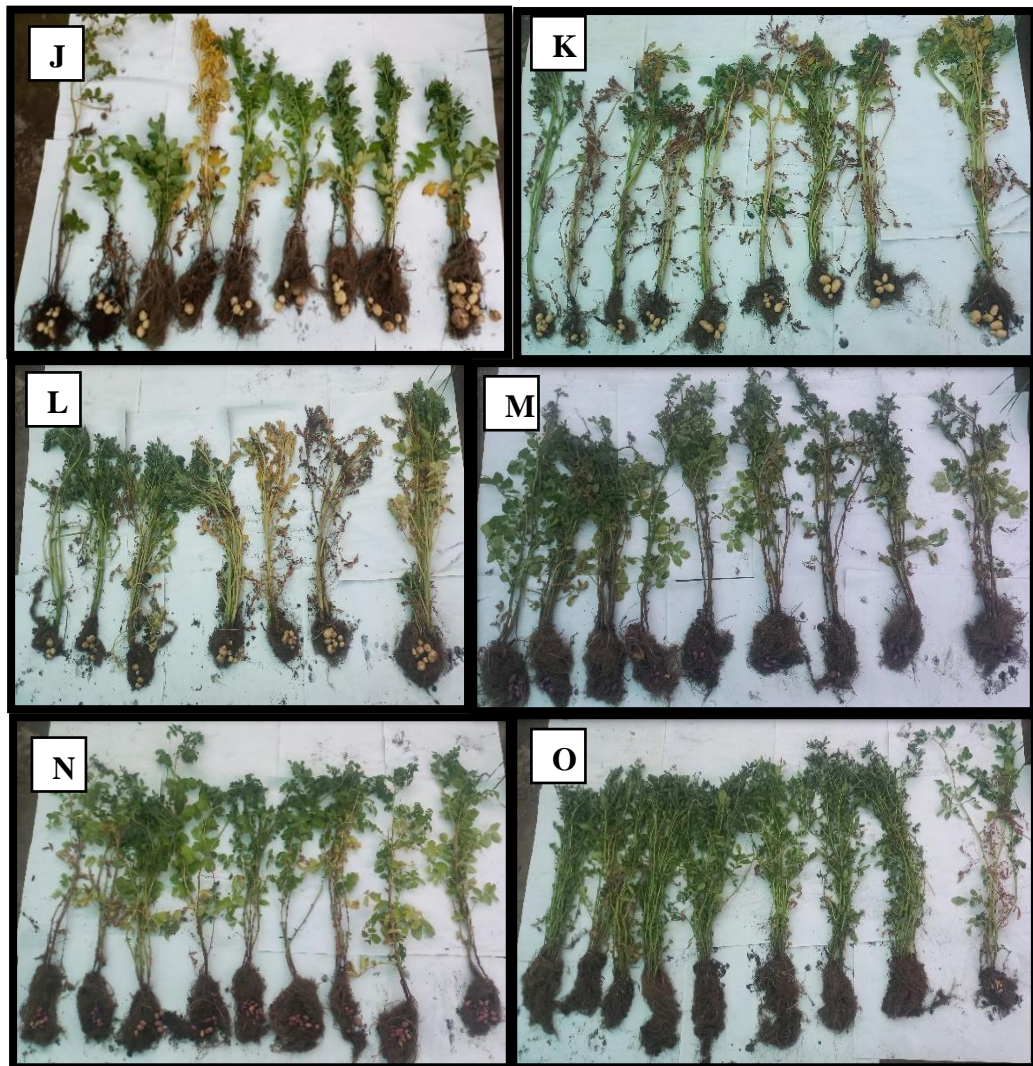
incognita, sugiriendo que la variedad puede tener cierto grado de tolerancia. Se observó un tono amarillento, hojas marchitas tal como menciona Fertilab (2018).

En la figura 11, se observa considerablemente el tamaño de la variedad imilla negra con respecto a las demás variedades, también se tiene evidencias de características organolépticas dañadas debido a la infestación de nematodos.

Figura 11

Medida de la altura de las quince variedades de papa nativa





Nota: A: Imilla negra, B: Imilla rosada, C: Imilla blanca, D: Andina, E: Banderita, F: Karla, G: Ccompis, H: Sani imilla, I: Huayro, J: Ruckii, K: Locka, L: Piñaza, M: Lomo plomo, N: Lomo rosado y O: Lomo blanco.

Según Lima et al. (2018) y Fertilab (2018), las plantas contagiadas muestran signos como bajos en tamaño y un crecimiento disminuido.

4.1.2. Peso (parte aérea)

En cuanto al parámetro del peso de la parte aérea la variedad Imilla negra, tuvo un mayor crecimiento en relación a las demás variedades, también las variedades Imilla rosada y Loka, tuvieron un crecimiento medio alto a comparación de las demás variedades.



Así mismo las variedades Banderita, Lomo rosado, Imilla blanca y Huayro mostraron un crecimiento intermedio. Por otro lado, las variedades Lomo blanco, Lomo plomo, Piñaza, Ruckii y Ccompis presentaron un crecimiento medio bajo en relación a las variedades estudiadas. Sin embargo, las variedades Sani imilla, Karla y Andina presentaron un crecimiento bajo y considerable a comparación de otras variedades (Tabla 3, Anexo 4 y 5b).

Tabla 3

Peso de la parte aérea de las quince variedades de papas nativas inoculadas con Meloidogyne incognita

Variedades de papa	PPAP Control	Peso de la parte aérea de la planta (PPA) (g)	
		Media	Scott-Knott
T1. Imilla negra	98.56	96.62	a
T2. Imilla rosada	78.55	76.42	b
T11. Loka	84.55	69.420	b
T5. Banderita	58.03	57.75	c
T14. Lomo rosado	55.45	54.44	c
T3. Imilla blanca	52	51.14	c
T9. Huayro	50.41	49.28	c
T15. Lomo blanco	43.85	40.89	d
T13. Lomo plomo	39.92	39.69	d
T12. Piñaza	65.45	38.67	d
T10. Ruckii	29.45	30.21	d
T7. Ccompis	98.82	28.8	d
T8. Sani imilla	20.82	18.26	e
T6. Karla	17.82	17.25	e
T4. Andina	13.25	15.31	e
CV			32.32%

Nota: CV= Coeficiente de variabilidad, T: Tratamiento.



Estadísticamente las variedades fueron significativamente diferentes ($F=19.67$; $p=0.0178$), para la prueba de Scott-Knott evidencia que la variedad imilla negra llega a pesar 96.6 g; sin embargo, la variedad Andina llegó a pesar 15.31 g; Según SISPA (2015) estos nematodos reducen el crecimiento de la planta de la papa. Por otro lado, Fertilab (2018) menciona que el ataque de este nematodo provoca la ramificación excesiva, en tanto de acuerdo a esta investigación se observa en la (Figura 11), que algunas variedades mostraron ramificaciones excesivas, corroborando lo que indica el autor. También Ramos (2020) y Flores (2017) indican que, si las densidades del nematodo superan los umbrales de daño, es probable que causen reducciones en el tamaño y, como resultado, una disminución en el peso de la parte aérea de la planta, corroborando con los datos obtenidos en esta investigación.

4.1.3. Peso (raíz)

La evaluación del parámetro del peso de la raíz muestra que la variedad Imilla negra, tuvo un mayor peso de la raíz en relación a las demás variedades, por otro lado, las variedades Imilla rosada, Loka, Lomo rosado, Piñaza, Imilla blanca, Lomo plomo, Banderita, Lomo blanco y Ruckii tuvieron un peso intermedio a comparación de las demás variedades.

Sin embargo, las variedades Ccompis, Huayro, Sani imilla, Karla y Andina presentaron un peso bajo a comparación de otras variedades (Tabla 4, Anexo 4, 5c y 5c1).



Tabla 4

Peso de las raíces de las quince variedades de papa nativa inoculadas con

Meloidogyne incognita

Variedades de papa	PR Control	Peso de la raíz (PR) (g)	
		Media	Scott-Knott
T1. Imilla negra	40.55	38.9	a
T2. Imilla rosada	24.84	24.66	b
T11. Loka	39.1	21.97	b
T14. Lomo rosado	19.54	19.99	b
T12. Piñaza	20.41	18.46	b
T3. Imilla blanca	16.23	17.86	b
T13. Lomo plomo	20.12	17.75	b
T5. Banderita	20.15	17.48	b
T15. Lomo blanco	20.45	15.79	b
T10. Ruckii	18.48	15.05	b
T7. Ccompis	54.12	8.81	c
T9. Huayro	9.11	8.76	c
T8. Sani imilla	8.55	6.77	c
T6. Karla	8.01	6.36	c
T4. Andina	14.22	6.16	c
CV			21.42%

Nota: Media = Datos transformados $\sqrt{1 + x}$, CV= Coeficiente de variabilidad, T: Tratamiento.

En este parámetro se tiene que las variedades fueron significativamente diferentes ($F= 12.23$; $p= 0.0178$), para la prueba de Scott-Knott evidencia que la variedad Imilla negra tiene mayor peso con 38.9 g, sin embargo, la variedad andina tiene peso menor de 6.16 g, mientras tanto el peso de la raíz de las plantas testigo de cada variedad, son relativamente similares a las plantas inoculadas con *M. incognita*, lo que indica que no hay reacción de la planta a este nematodo en la formación de la raíz de la planta (Tabla 4).

La evaluación del peso de la raíz en las variedades de papa revela que Imilla negra tiene el mayor peso, a pesar de su susceptibilidad a nematodos, lo que sugiere una posible adaptación que le permite un buen desarrollo radicular. Esto



se alinea con los hallazgos de Jiménez (2017), que identificó altas densidades de nematodos en esta variedad; por otro lado, Fertilab (2018) menciona que uno de los síntomas del ataque de *Meloidogyne incognita* producen pudriciones de la raíz, también Oblitas (2022) indica que las raíces infectadas suelen ser más pequeñas, entretanto Vera (2014) menciona que la pudrición de raíz ocurre al final de la temporada de la estación. Lo que se mencionó corrobora con el peso de algunas variedades, que, si llegaron a pudrirse debido a la infestación y reproducción de estas especies, provocando bajo peso de las raíces de algunas variedades como Sani imilla, Karla y Andina.

4.1.4. Factor de reproducción

En este parámetro se obtuvo como resultado que las variedades Imilla negra, Andina, Imilla blanca, Lomo blanco, Huayro, Ccompis, Sani imilla, Karla, Imilla rosada y Lomo plomo son resistentes al nematodo *Meloidogyne incognita*, y los datos del factor de reproducción y número de huevos y juveniles son relativamente y estadísticamente diferentes.

Por otro lado, las variedades Lomo rosado, Piñaza, Loka, Ruckii y Banderita resultaron ser inmunes al nematodo, debido a que no hubo presencia de huevos y juveniles en las raíces al momento de la observación en el microscopio (Tabla 5, Anexo 4, 5e, 5f y 5f1).

Tabla 5

Número de huevos y juveniles y el factor de reproducción de las quince variedades de papa nativa inoculadas con Meloidogyne incognita

Variedades de papa	Número de huevos y juveniles (NHJ)		Factor de reproducción (FR)		Reacción
	Media	Scott-Knott	Media	Scott-Knott	
T1. Imilla negra	521.38	a	0.104	a	R
T4. Andina	357.63	b	0.072	b	R
T3. Imilla blanca	231.38	c	0.046	c	R
T15. Lomo blanco	222.5	c	0.045	c	R
T9. Huayro	163.25	d	0.033	d	R
T7. Ccompis	123	d	0.025	d	R
T8. Sani imilla	106.88	d	0.021	d	R
T6. Karla	86.63	d	0.017	d	R
T2. Imilla rosada	68.83	d	0.014	d	R
T13. Lomo plomo	31	e	0.006	e	R
T14. Lomo rosado*	0	e	0	e	I
T12. Piñaza*	0	e	0	e	I
T11. Loka*	0	e	0	e	I
T10. Ruckii*	0	e	0	e	I
T5. Banderita*	0	e	0	e	I
CV	59.02%		0.73%		

Nota: Media = Datos transformados $\sqrt{1 + x}$, expresados en huevos y juveniles/100ml de toda la raíz licuada, CV = Coeficiente de variabilidad, * = Variedades que no presentaron número de huevos y juveniles en las raíces, R = Resistente e I = Inmune.

Las variedades fueron significativamente diferentes ($F= 32.83$; $p= 0.0178$) y cumplió los supuestos con la prueba de homogeneidad; para la prueba de Scott-Knott y aplicándose la fórmula de Factor de reproducción Seinhorst (1970), se obtuvieron 5 variedades inmunes y 10 variedades resistentes; en otra investigación realizada no se identificaron variedades susceptibles a la inoculación con la especie *M. incognita*. Según Cepeda (2009), la población de *Meloidogyne* varía entre 26° y 34°C. Perichi y Crozzoli (2010) también observaron que las poblaciones aumentan en condiciones de sombra a 26°C, a partir de una masa de huevos inoculados. En este caso, la temperatura del invernadero alcanzaba hasta



29°C durante el día, lo que favoreció la reproducción, aunque no en cantidades significativas, ya que los resultados indican que las variedades son resistentes, y dos de ellas incluso son inmunes. Autores como Alarcón (2017), Jiménez (2017), Riera (2009) y Riera et al. (2010) aplicaron la fórmula del factor de reproducción de Seinhorst (1970). Asimismo, Flores (2017) y Ramos (2020) señalaron que algunas variedades de papa son resistentes e incluso inmunes al nematodo nodulador de la raíz *Meloidogyne incognita*.

4.2. CONTEO DE LOS DAÑOS OCASIONADOS EN LOS TUBÉRCULOS POR EL NEMATODO EN LAS QUINCE VARIEDADES DE PAPA NATIVA

4.2.1. Número (tubérculos)

En este parámetro las variedades Imilla Rosada, Banderita, Loka, Ruckii, Imilla Blanca e Imilla Negra presentaron una cantidad intermedio del número de tubérculos por planta, en relación a las variedades mencionadas. Sin embargo, las variedades Piñaza, Lomo plomo, Karla, Sani imilla, Andina, Ccompis y Huayro presentaron una cantidad menor en relación a las demás variedades en estudio. Mientras tanto, en la variedad Lomo Blanco no hubo formación de tubérculos por planta, lo cual indica que es estadísticamente distintos en relación a las demás variedades que se mencionaron anteriormente. Finalmente se observa la reducción del número de tubérculos con respecto al control, la variedad Loka tiene el porcentaje de reducción bajo con 4.11%, sin embargo, la variedad Lomo Blanco tiene el porcentaje de reducción alto con 100%, porque no hubo presencia de tubérculos en las bolsas de plantas inoculadas con *M. incognita*. En tanto el número de tubérculos de las plantas control de cada variedad son mayores a las

plantas inoculadas con *M. incognita*, lo que indica que afecta relativamente este nematodo en la formación de los tubérculos de la planta (Tabla 6, Anexo 4 y 5d). En la figura 12, se muestra la formación de algunos tubérculos por planta (variedad).

Tabla 6

Número de tubérculos de las quince variedades de papas nativas inoculadas con Meloidogyne incognita

Variedades de papa	PR Control	Número de tubérculos (NT)		Reducción %
		Media	Scott-Knott	
T14. Lomo rosado	14	11.25	a	19.64
T2. Imilla rosada	13	9.25	b	28.85
T5. Banderita	10	8.86	b	11.4
T11. Loka	9	8.63	b	4.11
T10. Ruckii	9	7.88	c	12.44
T3. Imilla blanca	10	7.63	c	23.7
T1. Imilla negra	12	7.63	c	36.42
T12. Piñaza	8	6.63	d	17.13
T13. Lomo plomo	8	6	d	25
T6. Karla	8	4.23	e	47.13
T8. Sani imilla	8	3.63	e	54.63
T4. Andina	8	2.88	f	64
T7. Ccompis	10	2.5	f	75
T9. Huayro	6	0.75	g	87.5
T15. Lomo blanco	6	0	g	100
CV				22.99%

Nota: CV= Coeficiente de variabilidad, T: Tratamiento.

Las variedades fueron significativamente diferentes ($F= 49.39$; $p= 0.0178$), para la prueba de Scott-Knott muestra que la variedad Lomo Rosado tiene mayor número de tubérculos con 11 tubérculos por planta, sin embargo la variedad lomo blanco no presentó formación de tubérculos debido a la infestación de nematodos; en otras investigaciones la Imilla negra es notable por su fuerte resistencia a condiciones adversas y un rendimiento competitivo, con un promedio

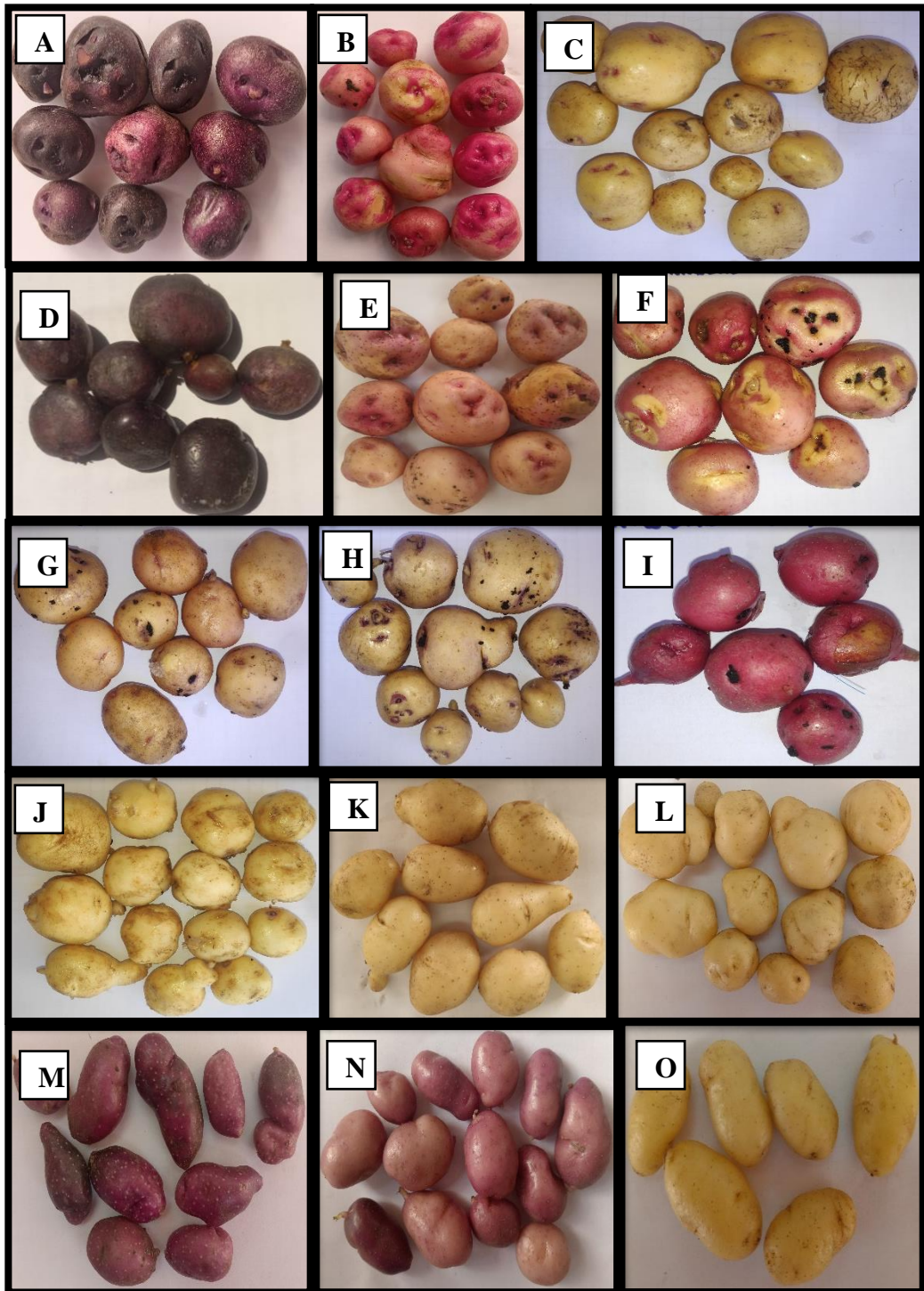


de 13 tubérculos por planta y un peso significativo de 0.51 kg por tubérculo (INIA, 2019). Su adaptación al clima de Puno y su capacidad para soportar estrés ambiental la posicionan como una opción preferente para cultivos en terrenos difíciles. En contraste, Imilla rosada e Imilla blanca presentan un hábito de crecimiento decumbente y un rendimiento más alto de tubérculos, con Imilla blanca alcanzando 30 t/ha (Cahuana & Arcos, 2002). Esto sugiere que, aunque la Imilla negra es resistente, las otras variedades pueden ofrecer mayores rendimientos en condiciones óptimas.

Por otro lado, la variedad Andina, aunque presenta un periodo vegetativo prolongado, se ha adaptado bien a altitudes superiores a los 3,200 msnm. Esto es crucial en un contexto donde la altitud puede influir drásticamente en la productividad (Flores, 2017). La capacidad de esta variedad para generar actividad comercial en Puno refuerza su importancia económica, y la otra posibilidad son las altas temperaturas que se tenía en invernadero; por otro lado, las variedades amargas como Ruckii y Locka son relevantes por su procesamiento en chuño y moraya, y su tolerancia a heladas las convierte en valiosas para los agricultores (Cahuana & Arcos, 2002). En conjunto, la diversidad de variedades debe ser considerada para optimizar la producción y sostenibilidad agrícola en la región andina. Según investigaciones de Yang et al. (2022) y Moens et al. (2009) precisan que *Meloidogyne* ocasionan graves pérdidas económicas a los cultivos agrícolas, por lo tanto, su producción disminuye.

Figura 12

Obtención de tubérculos en las variedades nativas



Nota: A: Imilla negra, B: Imilla rosada, C: Imilla blanca, D: Andina, E: Banderita, F: Karla, G: Ccompis, H: Sani imilla, I: Huayro, J: Ruckii, K: Locka, L: Piñaza, M: Lomo plomo, N: Lomo rosado y O: Lomo blanco.

4.2.2. Número de protuberancia (tubérculo)

En este parámetro la variedad Andina presentó protuberancias en sus tubérculos (Figura 13). Sin embargo, las variedades Lomo blanco, Lomo rosado, Lomo plomo, Piñaza, Loka, Ruckii, Huayro, Sani imilla, Ccompis, Karla, Banderita, Imilla blanca, Imilla rosada e Imilla negra no presentaron formaciones de protuberancias en sus tubérculos en relación a la variedad mencionada. Este resultado indica que las variedades nativas estudiadas no suelen presentar protuberancias en condiciones de invernadero (Tabla 7 y Anexo 4).

Tabla 7

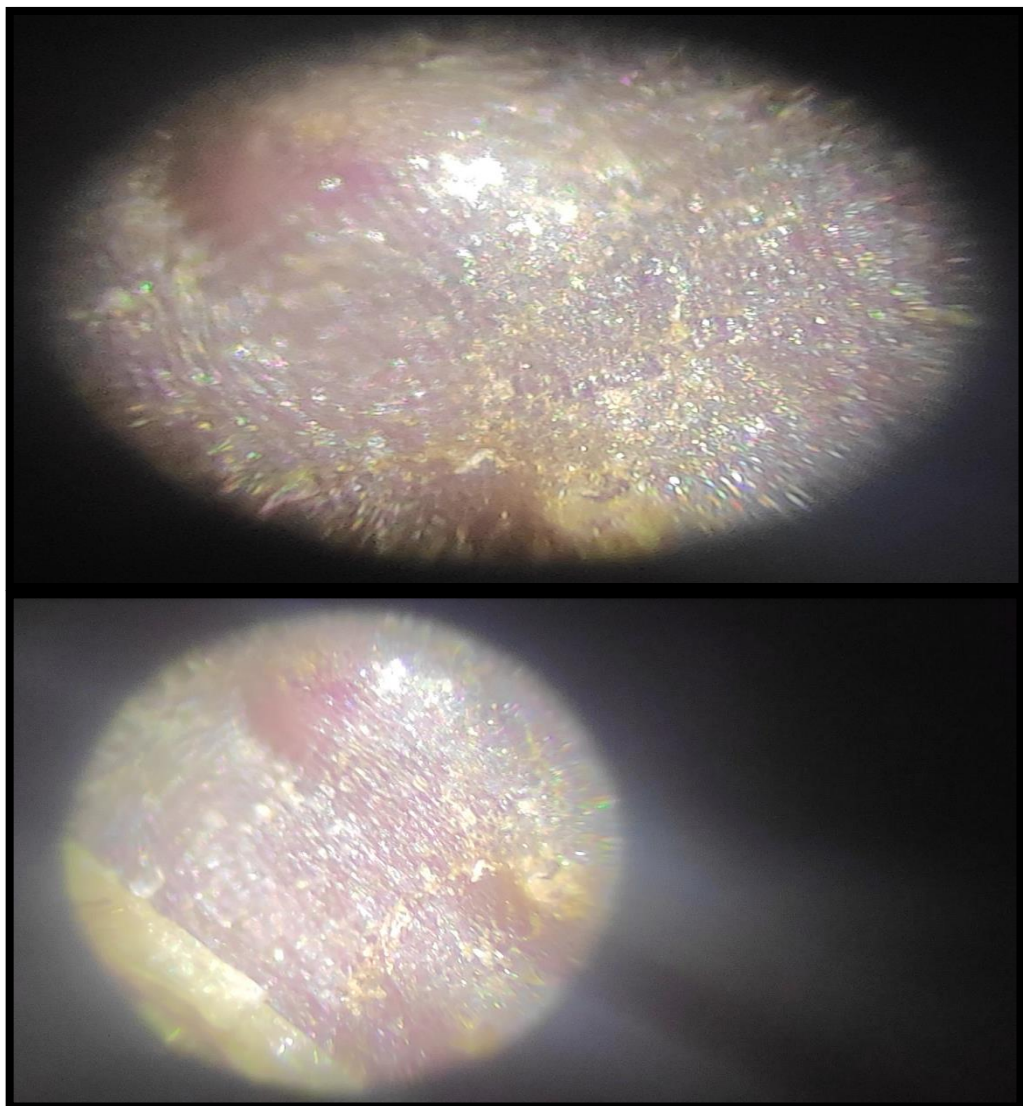
*Número de protuberancias en los tubérculos de las quince variedades de papas nativas inoculadas con *Meloidogyne incognita**

Variedades de papa	Número de protuberancias en tubérculo (NPT)	
	Media	Scott-Knott
T4. Andina	0.25	a
T15. Lomo blanco	0	a
T14. Lomo rosado	0	a
T13. Lomo plomo	0	a
T12. Piñaza	0	a
T11. Loka	0	a
T10. Ruckii	0	a
T9. Huayro	0	a
T8. Sani imilla	0	a
T7. Ccompis	0	a
T6. Karla	0	a
T5. Banderita	0	a
T3. Imilla blanca	0	a
T2. Imilla rosada	0	a
T1. Imilla negra	0	a

No se observaron protuberancias significativas en los tubérculos de las plantas inoculadas, lo que sugiere que, aunque *M. incognita* está presente, no se evidencian daños a través de sus síntomas. Una planta infectada con *Meloidogyne* puede no mostrar protuberancias por varios factores, entre los que destacan la resistencia de la variedad y las condiciones ambientales (Figura 13).

Figura 13

Protuberancia hallada en una variedad de papa nativa



Nota: Dos protuberancias encontradas en la variedad nativa Andina.



El parámetro de número de protuberancias, de todas las variedades fueron significativamente diferentes ($F= 1$; $p= 0.0178$) para la prueba de Scott-Knott solo la variedad andina presentó protuberancias con una media de 0.25; es por eso que Chaves y Torres (2001) mencionan que el nematodo de los nódulos radiculares provoca diversos cambios en los tejidos de la papa, siendo notable la aparición de su área de alimentación, lo que afecta negativamente la calidad del tubérculo como resultado de esta infección.



V. CONCLUSIONES

- La variedad Imilla Negra demostró ser la más resistente al nematodo *Meloidogyne incognita*, evidenciando un crecimiento superior en altura, peso de la parte aérea y peso de la raíz. Esto sugiere que esta variedad puede ser una opción clave para el cultivo en zonas afectadas por este patógeno, contribuyendo a mejorar la productividad. Variedades como Lomo rosado y Piñaza resultaron inmunes, sin presencia de huevos ni juveniles.
- La presencia de *Meloidogyne incognita* afectó negativamente la formación de tubérculos, con Lomo rosado mostrando el mayor número, mientras que Lomo blanco no produjo tubérculos. Desde el punto de vista socioeconómico se puede evidenciar el efecto en la productividad debido a la reducción de la formación de tubérculos, en casi todas las variedades significativamente. Estos resultados subrayan la importancia de seleccionar variedades resistentes para mitigar los daños causados por el nematodo y mejorar la calidad y cantidad de la producción. La mayoría de las variedades no presentó protuberancias, lo que indica buena salud en condiciones controladas. Estos hallazgos son cruciales para la selección de variedades resistentes y el manejo del nematodo en cultivos.



VI. RECOMENDACIONES

- Es importante supervisar el crecimiento del cultivo de papa, prestando atención a cualquier síntoma de deficiencia nutricional o enfermedades, especialmente si no son habituales. Esto permitirá determinar si los problemas son causados por estas razones o por una cantidad excesiva de nemátodos, y así tomar las acciones necesarias.
- Se sugiere desarrollar un programa de manejo integrado que incluya la rotación de cultivos, el uso de prácticas culturales adecuadas y la monitorización constante de las poblaciones de nematodos. Estas estrategias contribuirán a mantener la salud del suelo y a minimizar la incidencia del nematodo en los cultivos de papa.
- Es fundamental diseñar y llevar a cabo estrategias preventivas para impedir la propagación de *Meloidogyne incognita* en campos que actualmente están libres de este nematodo. Se recomienda priorizar el uso de variedades de papa resistentes como Imilla negra, Andina y las variedades inmunes como Lomo rosado y Banderita en áreas afectadas por *Meloidogyne incognita*. Esto ayudará a mejorar la productividad y a reducir el impacto del nematodo en los cultivos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achurra, Z. E. (2018). *Determinación de la incidencia y daños causados por fitonematodos en tubérculos de ñame (Dioscorea spp.), en postcosecha en la provincia de Darién*. In 2018. Universidad de Panamá.
- Agrios, G. (2004). *Plant Pathology* (5th ed.). Department of Plant Pathology.
- Agrios, G. (2011). *Plant Pathology* (Editorial Limusa S.A. de CV Grupo Noriega, Ed.).
- Aguilar, M. I. (2017). *Caracterización del nematodo del nódulo de la raíz (Meloidogyne spp.) en cultivo de maíz (Zea mays L.) en Cusco y Puno* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6040>
- ALAP. (2010). *XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa*.
- Alarcón, S. M. (2017). *Identificación de la especie de nematodo (Globodera spp.) mediante PCR y resistencia de 49 accesiones de papa nativa (Solanum spp.) a 3,379 m.s.n.m. Campanayoc - Ayacucho*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Arias, Y., González, I., Rodríguez, M., Rosales, C., Suárez, Z., & Peteira, B. (2009). *Aspectos generales de la interacción tomate (Solanum lycopersicon L.) – Meloidogyne incognita*. *Protección Vegetal*, 24-1, 1-13.
- Asociacion Pataz. (2017). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra Norte del Perú* (Printed, Ed.; 1st ed.).
- Asociacion Pataz. (2023). *Catalog of ancestral potato varieties from Tayabamba*.
- Brodie, B. (1998). "Plant and Nematode Interactions." *Nematologia*. 125p.
- Cahuana, R., & Arcos, J. (2002). *Variedades Nativas y Mejoradas de Papa en Puno* (1ra ed.).
- Canteri, M., Althaus, R., Virgens, J., Giglioti, E., & Godoy, C. (2001). *SASM-AGRI (Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan)* (V.1). *Revista Brasileira de Agrocomputação*.N2.



- Canto-Saenz, M. (1985). *The Nature of resistant to Meloidogyne incognita (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949*. In J. N. Sasser & C. C. Carter (Eds.), *An advise Treatise on Meloidogyne: Vol. I. Biology and Control*.
- Carreño, H. (2017). *Identificación de genes regulados diferencialmente en respuesta a la infección por Globodera pallida en una variedad de papa resistente y otra susceptible al nemátodo*. Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Carrizo, C. B., Carrizo, A. E., & Muruaga, S. (2020). *Detección de especies de Meloidogyne spp. en tubérculos de papa andina en la quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina)*. *Revista Científica FCA.*, 13(2), 43–51.
- Castillo, N. E., Cuesta, X., & Orbe, K. (2017). *Determinación de resitencia / tolerancia en germoplasma de papa a Globodera pallida en invernadero*.
- Chaves, E. J. (2005). *Los nematodos y la producción de papa*. Recuperado de: <http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/balcarce/bl2005gacetillas/20051018nematodos.asp>.
- Chaves, E., & Torres, M. S. (2001). Nematodos parásitos de la papa en regiones productoras de papa semilla en la Argentina. *Facultad de Agronomía*, 21(3), 245–259.
- Chitwood, D. J., & Perry, R. N. (2009). *Reproduction, Physiology and Biochemistry*. In Perry, R.; Moens, M; Starr, J. eds. *Root-knot nematodes*.
- CIP. (2015). *Catálogo de variedades de papa nativa de Chugay, La Libertad – Perú*.
- Cook, R. (1974). Nature and inheritance of nematode resistance in cereals. *Nematology*, 6(4), 165–174.
- Coolen, W., & D'herde. (1972). A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. *State Agricultural Research Centre*, 77.
- Devaux, A., Ordinola, M. E., Hibon, A., & Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina: diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)* (A. Devaux, M. Ordinola, A. Hibon, & R. Flores, Eds.). Centro Internacional de la Papa - CIP.



- Egusquiza, B. R. (2000). *La papa producción, transformación y comercialización*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Egúsquiza, R., & Catalán, W. (2011). *Guía Técnica Curso – Taller Manejo Integrado de Papa*.
- Fertilab. (2018). *Nematodos*. Programa de tuberosas. Instituto Nacional de Innovación Agraria. 8p.
- Flores, Y. F. (2017). *Caracterización del nematodo del nódulo de la raíz (Meloidogyne spp) en cultivo de papa (solanum tuberosum L.) de la región Puno*. In Tesis. Universidad Nacional Del Altiplano Facultad.
- Freitas, L., Neves, W., & Olivera, R. D. de L. (2007). *Métodos en nematología vegetal*. In: Alfenas, A. C., Mafia, R. G. *metodos en fitopatología* (pp. 253–292). Editora de la Universidad federal de Vicosa. Vicosa, Minas gerais.
- Google Earth. (2024). *Mapa de Puno*.
- Guerrero, O. (2012). *Nematodos que afectan el cultivo de la papa* (pp. 123–128).
- INIA. (2012). *Producción de tubérculos semillas de buena calidad de papa*. Programa nacional de innovación agraria en raíces y tuberosas. Serie: manual N° 01-2012 .
- INIA. (2019). *Catalog of native potato varieties from Apurimac, Cusco and Puno regions-Peru*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- INIA. (2020). *“Semana nacional de la innovacion” Programa Nacional de Raices Y Tuberosas*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Jimenez, A. (2017). *“Identificación y evaluación poblacional del nematodo de papa (Solanum tuberosum L.) en dos variedades de papa en dos localidades de Puno –Perú.”* Universidad Nacional del Altiplano.
- Jones, S. (1994). *Sistemática vegetal. Trad. Maria de Huescas. 2 ed. México, McGraw-Hill*.
- Lax, P., Tordable, M. D. C., Macagno, J., Bima, P., & Doucet, M. E. (2013). Response of different potato cultivars to the presence of *Nacobbus aberrans*. In *NEMATROPICA* (Vol. 43, Issue 1).



- Lima, I., Casa, V., & Somavilla, L. (2018). *Nematodos parásitos de plantas* (1st ed.).
- Mejía, M. J., & Valverde, W. M. (2011). *Comportamiento de 24 accesiones de papa (nativas, comerciales y clones promisorios) al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (Globodera pallida) en invernadero. Cutuglagua – Pichincha.* Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales UTC.
- Meza, P. (2019). *Nemátodos fitoparásitos de importancia agrícola enemigos a considerar en el cultivo del ajo.*
- MINAGRI. (2007). *Día Nacional de la Papa, Anunciando el Año Internacional de la Papa 2008.*
- MINAGRI. (2017). *Catálogo de variedades de papa nativa del sureste del departamento de Junín - Perú.*
- Moens, M., Perry, R. N., & Starr, J. L. (2009). Meloidogyne species - a diverse group of novel and important plant parasites. In *Root-knot Nematodes* (pp. 1–17). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9781845934927.0001>
- Molina, J. de D., & Mairena, B. (2004). *Guía MIP en el cultivo de papa* (1ra ed.).
- Núñez, L. (2017). Identificación de nematodos fitoparásitos asociados a las principales malezas en fincas productoras de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Cartago Lester. In *Tesis* (Vol. 87, Issue 1,2). Universidad de Costa Rica.
- Oblitas, N. (2022). Prospección de nematodos fitoparasitos en el cultivo de piña (*Ananas comosus* L. Merr.) en el valle San gabán –Puno. [Tesis de pregrado]. In *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Paucar, L. (2016). *Evaluación de nemátodos de quiste asociados al cultivo de papa Solanum tuberosum L. en el centro poblado de Huancabamba – Andahuaylas – Apurímac.* Universidad Tecnológica de los Andes.
- Perichi, G., & Crozzoli, R. (2010). Morfología, morfometría y hospedantes diferenciales de poblaciones de Meloidogyne de los estados Aragua y Zulia, Venezuela. *Apartado Postal 4579, Maracay 2101-A.*



- Perry, R., & Moens, M. (2013). *Plant Nematology* (2nd ed.). Printed and bound by Gutenberg Press Ltd, Tarxien.
- Perry, R., & Moens, M. (2014). *Plant Nematology* (K. L. USA: UK by Biddles Ltd, Ed.).
- Piedra, R. (2012). *Elementos para el diseño de un manejo integrado del nematodo fitoparásito Globodera pallida (Stone) en el cultivo de papa*. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Ragassi, C. (2024). *Dinâmica populacional da nematofauna e sua relação com doenças de solo em sistemas de sucessão de culturas com a batata (Solanum tuberosum L.) e prospecção da reação de plantas de cobertura a Meloidogyne ethiopica como componente no manejo integrado de fitonematoides*. Universidade de São Paulo.
- Ramos, E. W. (2020). *Respuesta de variedades nativas y mejoradas de papa (Solanum sp.) al nemátodo del nódulo de la raíz (Meloidogyne incógnita Kofoid y White, 1919) en condiciones de invernadero-Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/16336/Ramos_Quispe_Eddy_Wilber.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Riera, W. I. (2009). *Evaluación de la resistencia y/o tolerancia de 24 variedades de papa nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (Globodera pallida) en invernadero Cutuglahua – Pichincha. 2009*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- Riera, W., Revelo, J., Rivadeneira, J., & Tafur, V. (2010). *Evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (Globodera pallida) en invernadero*.
- Rikolto. (2017). *Produccion de papa con buenas prácticas agrícolas*. www.rikolto.org/latinoamerica
- Rodriguez, C. E. (2015). *Nematodos fitoparasitos asociados al cultivo de papa en el caserío el Porvenir, Otuzco - La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo.



- Rodríguez, M. (2020a). *Identificación morfológica, morfométrica y molecular de especies de Helicotylenchus (Tylenchida: Hoplolaimidae) asociadas a seis cultivos en Costa Rica.*
- Rodríguez, M. (2020c). *Ocurrencia de nematodos fitoparásitos y prácticas asociadas a su manejo en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en Miraflores, Estelí, 2019.* Universidad Nacional Agraria.
- Scott, A. J., & Knott, M. (1974). *A Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics.*
- Seinhorst, J. (1970). Dynamics of populations of plant parasitic nematodes. *Institute of Phytopathological Research Ed. Wageningen – Netherlands*, 131–156.
- Seminario, C. 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.*
- SENAMHI. (2024). *SENAMHI órgano oficial y rector del sistema hidrometeorológico nacional al servicio del desarrollo socio económico del país.*
- Sen, D., Chatterjee, A., & Manna, B. (2011). *A new species of dorylaimus dujardin, 1845 (nematoda: dorylaimidae) from west bengal, India Nematol. mediterr.*
- SISPA, S. de I. de S. de P. y A. (2015). *Alerta de Plagas.* <https://doi.org/APHIS 81-35-010S>
- SSE. (2020). *Análisis de Mercado - Papa 2020 Sierra Exportadora.*
- Talavera, M. (2003). *Manual de Nematología Agrícola.*
- Taylor, A., & Sasser, J. (1983). *Biología, identificación y control de los nemátodos del nódulo de la raíz. North Carolina. EE.UU. Proyecto Internacional de Meloidogyne. Publicación Cooperativa Entre El Departamento de Fitopatología de La Universidad Del Estado de Carolina Del Norte y La Agencia de EEUU Para El Desarrollo Internacional*, 111.



- Varas, N. (2018). Caracterización de poblaciones peruanas del nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp.) en vid (*Vitis vinífera* L.). In *Tesis*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vera, N., & Oliva, M. (2015). *Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en la provincia de Luya, Amazonas*. Revista INDES, 1(2), 94–101. <https://doi.org/10.25127/indes.201302.0>
- Vera, N. Y. (2014). “*Técnica molecular de PCR para identificar las principales especies de Meloidogyne spp. en poblaciones provenientes de Perú.*” Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Yan, G., Plaisance, A., Huang, D., & Handoo, Z. A. (2017). First Report of the Spiral Nematode *Helicotylenchus microlobus* Infecting Soybean in North Dakota. *Journal of Nematology*, 49(1), 1–1.
- Yang, T., Xin, Y., Liu, T., Li, Z., Liu, X., Wu, Y., Wang, M., & Xiang, M. (2022). Bacterial Volatile-Mediated Suppression of Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*). *Plant Disease*, 106(5), 1358–1365. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-21-1139-RE>



ANEXOS

ANEXO 1: Datos meteorológicos promedio de la ciudad de Puno en la campaña 2023-2024.

ESTACIÓN	T °C MAX	T °C MIN.	T °C MED.	HR%	Precipitación (mm)
Puno	16	4	10	62.2	69.8

Fuente: Adaptado de SENAMHI (2024)

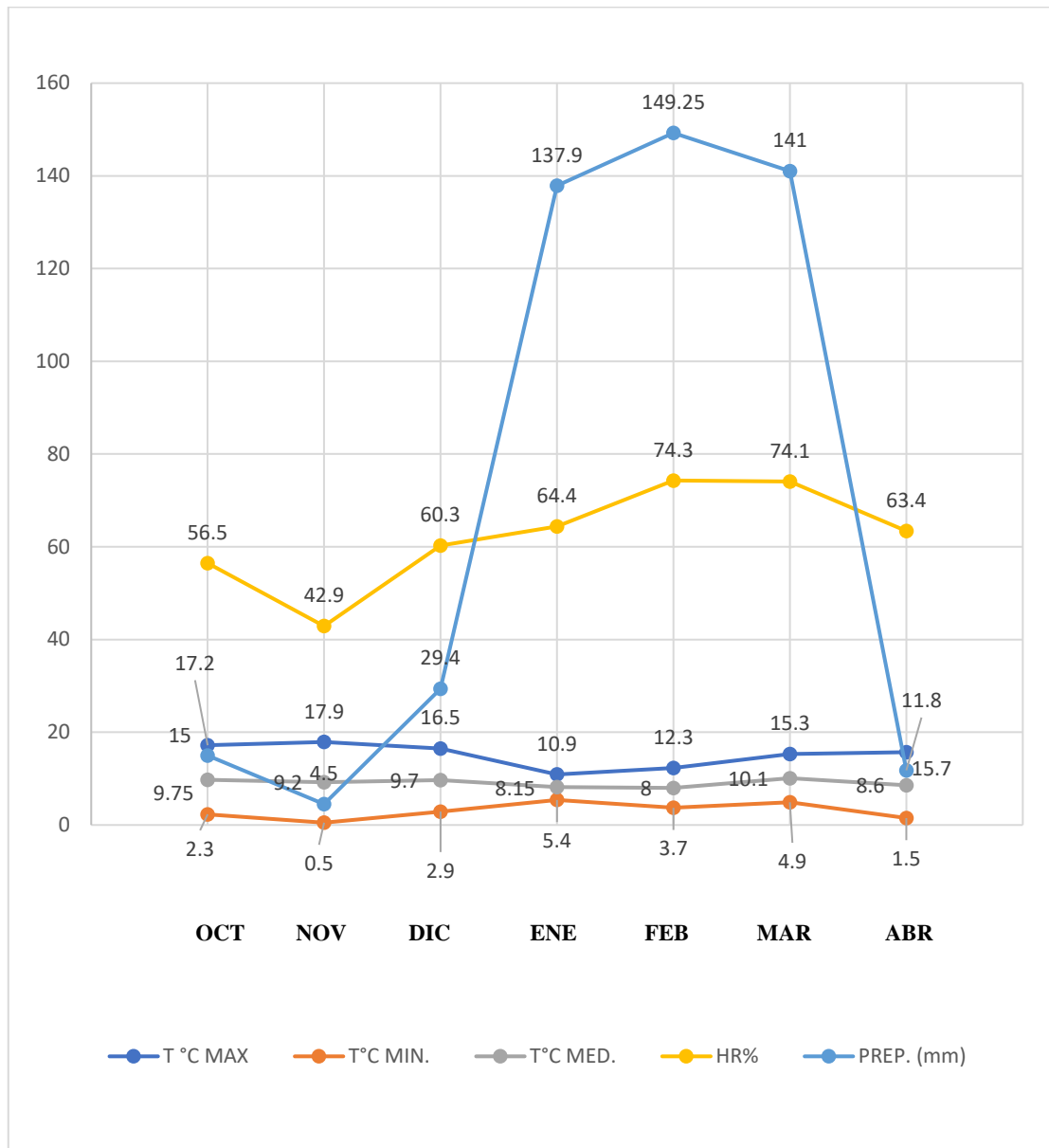
ANEXO 2: Comparación de datos meteorológicos de todas las campañas agrícolas de papa en diez años.

AÑO	MESES	T °C MAX	T °C MIN.	T °C MED.	HR%	PREP. (mm)
2014 - 2024	OCT	17.2	2.3	9.75	56.5	15
	NOV	17.9	0.5	9.2	42.9	4.5
	DIC	16.5	2.9	9.7	60.3	29.4
	ENE	10.9	5.4	8.15	64.4	137.9
	FEB	12.3	3.7	8	74.3	149.25
	MAR	15.3	4.9	10.1	74.1	141
	ABR	15.7	1.5	8.6	63.4	11.8
PROMEDIO		15.1	3	9.1	62.2	69.8

Fuente: Adaptado de SENAMHI (2024)



ANEXO 3: Gráfico de los datos meteorológicos de la campaña agrícola 2023-2024



Fuente: Adaptado de SENAMHI (2024)

ANEXO 4: Toma de datos en invernadero y laboratorio

TRATAMIENTO	Repetición	Parámetros evaluados en invernadero y laboratorio						
		Altura (planta) m.	Peso (parte aérea planta) gr.	Peso (raíz) gr.	Numero (tubérculos) protuberancias	Media de FR (3 conteos)	Factor de reproducción	
T1. Variedad Imilla Negra	Control	137	98.5602	40.5547	12			
	1	130	95.5651	45.7203	6	0	446	0.0892
	2	124	104.4571	32.0047	9	0	528	0.1056
	3	139	85.1244	37.5155	8	0	594	0.1188
	4	127	84.784	31.8461	8	0	499	0.0998
	5	142	89.9562	38.1245	9	0	512	0.1024
	6	144	114.8402	45.1116	6	0	561	0.1122
	7	140	101.3571	42.7843	7	0	544	0.1088
	8	123	96.8554	38.1066	8	0	487	0.0974
T2. Variedad Imilla Rosada	Control	105	78.5542	24.8402	13			
	1	108	84.1552	37.8412	10	0	91	0.0182
	2	94	74.9807	24.8112	9	0	44	0.0088
	3	124	75.1181	26.1148	8	0	80	0.016
	4	109	84.0441	23.2245	10	0	63	0.0126
	5	114	72.4115	12.5548	10	0	71	0.0142
	6	102	73.4744	27.1143	8	0	76	0.0152
	7	92	62.7411	25.2284	10	0	42	0.0084
	8	100	84.4451	20.4122	9	0	84	0.0168

Continuación del anexo 4

TRATAMIENTO	Repetición	Parámetros evaluados en invernadero y laboratorio						
		Altura (planta) m.	Peso (parte aérea planta) gr.	Peso (raíz) gr.	Número (tubérculos)	Número de protuberancias	Media de FR (3 conteos)	Factor de reproducción
T3. Variedad Imilla Blanca	Control	97	52.0014	16.2258	10			
	1	122	82.1541	36.1112	5	0	205	0.041
	2	96	40.5114	14.222	8	0	224	0.0448
	3	106	61.1201	14.8003	8	0	208	0.0416
	4	94	64.1102	20.0114	9	0	284	0.0568
	5	102	70.3251	31.552	8	0	276	0.0552
	6	98	43.8204	10.842	7	0	231	0.0462
	7	84	20.0048	6.1661	8	0	202	0.0404
	8	88	27.044	9.2004	8	0	221	0.0442
T4. Variedad Andina	Control	93	13.2528	14.224	8			
	1	57	3.2595	2.7156	3	0	320	0.064
	2	68	3.5111	4.788	4	0	200	0.04
	3	87	5.4182	2.9075	4	0	330	0.066
	4	104	5.0782	3.2977	4	2	180	0.036
	5	59	10.722	5.4373	5	0	240	0.048
	6	103	75.6741	2.0978	2	0	854	0.1708
	7	108	7.2428	22.0843	1	0	87	0.0174
	8	92	11.5604	5.9837	0	0	650	0.13

Continuación del anexo 4

TRATAMIENTO	Repetición	Parámetros evaluados en invernadero y laboratorio						
		Altura (planta) m.	Peso (parte aérea planta) gr.	Peso (raíz) gr.	Número (tubérculos)	Número de protuberancias	Media de FR (3 conteos)	Factor de reproducción
T5. Variedad Banderita	Control	118	58.0254	20.1497	10			
	1	123	65.1522	12.152	9	0	0	0
	2	130	56.552	21.7081	8	0	0	0
	3	101	54.2471	10.8489	8	0	0	0
	4	132	68.2014	32.0147	10	0	0	0
	5	110	53.0207	13.4711	10	0	0	0
	6	98	56.5109	17.2215	8	0	0	0
	7	92	50.0783	18.2514	10	0	0	0
	8	115	58.2004	14.1576	8	0	0	0
T6. Variedad Karla	Control	83	17.8193	8.0071	8			
	1	68	20.512	7.5111	4	0	84	0.0168
	2	81	14.0215	6.5578	6	0	92	0.0184
	3	76	18.8535	5.6841	5	0	97	0.0194
	4	74	21.9004	8.9114	4	0	83	0.0166
	5	77	19.0222	6.3054	3	0	79	0.0158
	6	82	15.3237	5.3014	3	0	95	0.019
	7	76	17.5134	6.481	3	0	91	0.0182
	8	66	10.8798	4.1214	6	0	72	0.0144

Continuación del anexo 4

TRATAMIENTO	Repetición	Parámetros evaluados en invernadero y laboratorio							
		Altura (planta) m.	Peso (parte aérea planta) gr.	Peso (raíz) gr.	Número (tubérculos)	Número de protuberancias	Media de FR (3 conteos)	Factor de reproducción	
T7. Variedad Ccompis	Control	76	98.8211	54.1151	10				
	1	65	74.3202	21.4651	4	0	110	0.022	
	2	57	51.5472	14.5841	0	0	195	0.039	
	3	0	0	0	0	0	0	0	
	4	69	22.2637	5.1541	6	0	154	0.0308	
	5	67	14.193	4.78911	5	0	180	0.036	
	6	0	0	0	0	0	0	0	
	7	0	0	0	0	0	91	0.0182	
	8	79	68.0384	24.4541	5	0	254	0.0508	
T8. Variedad Sani Imilla	Control	97	20.8193	8.5471	8				
	1	98	24.5425	7.8241	4	0	84	0.0168	
	2	95	15.0245	6.5584	1	0	154	0.0308	
	3	98	18.0042	5.5417	3	0	87	0.0174	
	4	76	21.1211	8.9574	4	0	76	0.0152	
	5	79	19.0282	6.3054	3	0	167	0.0334	
	6	88	20.3237	5.3014	4	0	95	0.019	
	7	98	17.1534	7.5481	4	0	91	0.0182	
	8	84	10.8798	6.1214	6	0	101	0.0202	

Continuación del anexo 4

		Parámetros evaluados en invernadero y laboratorio						
TRATAMIENTO	Repetición	Altura (planta) m.	Peso (parte aérea planta) gr.	Peso (raíz) gr.	Número (tubérculos)	Número de protuberancias	Media de FR (3 conteos)	Factor de reproducción
T9. Variedad Huayro	Control	86	50.4117	9.1083	6	0	221	0.0442
	1	63	45.5181	12.8741	0	0	204	0.0408
	2	82	54.5114	10.2174	0	0	154	0.0308
	3	65	42.1515	8.0245	0	0	202	0.0404
	4	62	64.1545	7.0926	2	0	93	0.0186
	5	67	54.5115	5.6184	0	0	108	0.0216
	6	70	42.1154	6.5154	4	0	114	0.0228
	7	80	40.5448	8.7115	0	0	210	0.042
	8	88	50.7196	11.0484	0	0		
T10. Variedad Ruckii	Control	55	29.4487	18.4802	9	0	0	0
	1	98	65.1448	24.5612	8	0	0	0
	2	52	12.5027	9.1454	7	0	0	0
	3	49	28.4563	12.4127	9	0	0	0
	4	47	30.5814	13.4881	8	0	0	0
	5	74	36.4214	15.7102	8	0	0	0
	6	57	21.8457	16.1552	7	0	0	0
	7	52	20.9812	13.8921	8	0	0	0
	8	53	25.7512	15.0095	8	0	0	0

Continuación del anexo 4

Parámetros evaluados en invernadero y laboratorio							
TRATAMIENTO	Repetición	Altura (planta) m.	Peso (parte aérea planta) gr.	Peso (raíz) gr.	Número (tubérculos) protuberancias	Media de FR (3 conteos)	Factor de reproducción
T11. Variedad Loka	Control	124	84.5512	39.1024	9	0	0
	1	113	95.4512	32.4512	9	0	0
	2	127	75.244	7.6554	8	0	0
	3	109	86.2123	26.7199	9	0	0
	4	113	60.4253	10.5484	9	0	0
	5	114	58.1214	27.1129	9	0	0
	6	105	65.1445	26.1206	8	0	0
	7	107	62.7112	20.0401	9	0	0
	8	101	52.0124	25.1244	8	0	0
T12. Variedad Piñaza	Control	120	65.4512	20.4145	8	0	0
	1	102	65.5153	34.1154	7	0	0
	2	75	40.4512	21.4811	4	0	0
	3	76	35.2154	13.745	6	0	0
	4	86	30.7455	17.5112	8	0	0
	5	83	20.8152	9.7418	6	0	0
	6	97	35.4481	11.8455	8	0	0
	7	87	42.1502	13.5815	8	0	0
	8	96	39.0054	25.6546	6	0	0

Continuación del anexo 4

TRATAMIENTO	Repetición	Parámetros evaluados en invernadero y laboratorio						
		Altura (planta) m.	Peso (parte aérea planta) gr.	Peso (raíz) gr.	Número (tubérculos) protuberancias	Media de FR (3 conteos)	Factor de reproducción	
T13. Variedad Lomo Plomo	Control	70	39.9211	20.1203	8			
	1	75	68.4664	42.1214	5	0	25	0.005
	2	63	40.5148	12.555	8	0	36	0.0072
	3	72	36.1241	11.0448	6	0	29	0.0058
	4	69	40.5512	8.715	5	0	31	0.0062
	5	76	28.1005	19.7601	4	0	30	0.006
	6	70	36.145	17.2024	7	0	40	0.008
	7	69	21.1107	9.1911	8	0	26	0.0052
T14. Variedad Lomo Rosado	Control	91	55.4512	19.5448	14			
	1	85	58.8415	15.5454	12	0	0	0
	2	87	54.9781	20.4731	13	0	0	0
	3	81	52.1812	18.4582	10	0	0	0
	4	96	61.0395	23.7402	10	0	0	0
	5	89	56.8702	16.6506	12	0	0	0
	6	91	60.4423	34.2018	12	0	0	0
	7	83	42.9204	13.5402	10	0	0	0
8	80	48.2106	17.3207	11	0	0	0	

Continuación del anexo 4

TRATAMIENTO	Repetición	Parámetros evaluados en invernadero y laboratorio						
		Altura (planta) cm	Peso (parte aérea planta) gr	Peso (raíz) gr	Número (tubérculos) protuberancias	Número de FR (3 conteos)	Factor de reproducción	
	Control	74	43.8502	20.4521	6			
	1	52	43.6421	13.5302	0	256	0.0512	
	2	58	40.4585	10.8461	0	214	0.0428	
	3	56	35.4884	12.4408	0	268	0.0536	
	4	60	49.5401	16.8702	0	230	0.046	
	5	59	46.4602	13.8423	0	208	0.0416	
	6	61	34.1152	19.8765	0	198	0.0396	
	7	62	40.2841	20.4553	0	172	0.0344	
	8	59	37.1578	18.4806	0	234	0.0468	
T15. Variedad Lomo Blanco								



ANEXO 5: Datos contrastados en el programa SASM Agri

a) Altura de la planta

SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância Resultado da Análise Testes de Separação

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Repetição 7	Repetição 8	Média
Treat 01 "MILLA NEGRA"	130	124	139	127	142	144	140	123	133.625
Treat 02 "MILLA ROSADA"	108	94	124	109	114	102	92	100	105.375
Treat 03 "MILLA BLANCA"	122	96	106	94	102	96	84	88	98.75
Treat 04 "ANDINA"	57	68	87	104	59	103	108	92	84.75
Treat 05 "BANDERITA"	123	130	101	132	110	98	92	115	112.625
Treat 06 "KARLA"	68	81	76	74	77	82	76	66	75
Treat 07 "CCOMPIS"	65	57	0	63	67	0	0	79	42.125
Treat 08 "SANI IMILLA"	98	95	98	76	79	88	98	84	89.5
Treat 09 "HUAYRO"	63	82	65	62	67	70	80	88	72.125
Treat 10 "RUCKII"	98	52	49	47	74	57	52	53	60.25
Treat 11 "LOKA"	113	127	109	113	114	105	107	101	111.125
Treat 12 "PIÑAZA"	102	75	76	86	83	97	87	96	87.75
Treat 13 "LOMO PLOMO"	75	63	72	69	76	70	69	68	70.25
Treat 14 "LOMO ROSADO"	85	87	81	96	89	91	83	80	86.5
Treat 15 "LOMO BLANCO"	52	58	56	60	59	61	62	59	58.375
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)			
Tratamentos	14	64607.5	4614.82142857143	23.3886002859884	1.78707891982692	2.25635643895	significativo (1%)		
Resíduo	105	20717.625	197.310714285714						
Total	119	85325.125							
C.V.	16.36%								

SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância Resultado da Análise Testes de Separação Resultados dos Testes

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott
Treat. 01 "MILLA NEGRA"	133.625	8	a
Treat. 05 "BANDERITA"	112.625	8	b
Treat. 11 "LOKA"	111.125	8	b
Treat. 02 "MILLA ROSADA"	105.375	8	b
Treat. 03 "MILLA BLANCA"	98.75	8	b
Treat. 08 "SANI IMILLA"	89.5	8	c
Treat. 12 "PIÑAZA"	87.75	8	c
Treat. 14 "LOMO ROSADO"	86.5	8	c
Treat. 04 "ANDINA"	84.75	8	c
Treat. 06 "KARLA"	75	8	d
Treat. 09 "HUAYRO"	72.125	8	d
Treat. 13 "LOMO PLOMO"	70.25	8	d
Treat. 10 "RUCKII"	60.25	8	e
Treat. 15 "LOMO BLANCO"	58.375	8	e
Treat. 07 "CCOMPIS"	42.125	8	f



b) Peso de la parte aérea

SASM-Agri

Archivo Editar Ayuda

Análise de Variância Resultado da Análise Testes de Separação

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Repetição 7	Repetição 8	Média
Trat. 01 "MILLA NEGRA"	95.5651	104.4571	85.1244	84.784	89.9562	114.8402	101.3571	96.8554	96.6174375
Trat. 02 "MILLA ROSADA"	84.1552	74.9807	75.1181	84.0441	72.4115	73.4744	62.7411	84.4451	76.421275
Trat. 03 "MILLA BLANCA"	82.1541	40.5114	61.1201	64.1102	70.3251	43.8204	20.0048	27.044	51.1362625
Trat. 04 "ANDINA"	3.2595	3.5111	5.4182	5.0782	10.722	75.6741	7.2428	11.5604	15.3082875
Trat. 05 "BANDERITA"	65.1522	56.552	54.2471	68.2014	53.0207	56.5109	50.0783	58.2004	57.745375
Trat. 06 "KARLA"	20.512	14.0215	18.8535	21.9004	19.0222	15.3237	17.5134	10.8798	17.2533125
Trat. 07 "CCOMPIS"	74.3202	51.5472	0	22.2637	14.193	0	0	68.0384	28.7953125
Trat. 08 "SANI IMILLA"	24.5425	15.0245	18.0042	21.1211	19.0282	20.3237	17.1534	10.8798	18.259675
Trat. 09 "HUAYRO"	45.5181	54.5114	42.1515	64.1545	54.5115	42.1154	40.5448	50.7196	49.27835
Trat. 10 "RUCKII"	65.1448	12.5027	28.4563	30.5814	36.4214	21.8457	20.9812	25.7512	30.2105875
Trat. 11 "LOKA"	95.4512	75.244	86.2123	60.4253	58.1214	65.1445	62.7112	52.0124	69.4152875
Trat. 12 "PIÑAZA"	65.5153	40.4512	35.2154	30.7455	20.8152	35.4481	42.1502	39.0054	38.6682875
Trat. 13 "LOMO PLOMO"	68.4664	40.5148	36.1241	40.5512	28.1005	36.145	21.1107	46.5117	39.69055
Trat. 14 "LOMO ROSADO"	58.8415	54.9781	52.1812	61.0395	56.8702	60.4423	42.9204	48.2106	54.435475
Trat. 15 "LOMO BLANCO"	43.6421	40.4585	35.4884	49.5401	46.4602	34.1152	40.2841	37.1578	40.8933
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)			
Tratamentos	14	59860.989275023	4275.78494821593	19.6754840476433	1.78707891982692	2.25635643895	significativo (1%)		
Resíduo	105	22818.11306271	217.315362502						
Total	119	82679.102337733							
C.V.									32.32%

SASM-Agri

Archivo Editar Ayuda

Análise de Variância Resultado da Análise Testes de Separação Resultados dos Testes

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott
Trat. 01 "MILLA NEGRA"	96.6174375	8	a
Trat. 02 "MILLA ROSADA"	76.421275	8	b
Trat. 11 "LOKA"	69.4152875	8	b
Trat. 05 "BANDERITA"	57.745375	8	c
Trat. 14 "LOMO ROSADO"	54.435475	8	c
Trat. 03 "MILLA BLANCA"	51.1362625	8	c
Trat. 09 "HUAYRO"	49.27835	8	c
Trat. 15 "LOMO BLANCO"	40.8933	8	d
Trat. 13 "LOMO PLOMO"	39.69055	8	d
Trat. 12 "PIÑAZA"	38.6682875	8	d
Trat. 10 "RUCKII"	30.2105875	8	d
Trat. 07 "CCOMPIS"	28.7953125	8	d
Trat. 08 "SANI IMILLA"	18.259675	8	e
Trat. 06 "KARLA"	17.2533125	8	e
Trat. 04 "ANDINA"	15.3082875	8	e



c) Peso de la raíz

SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância | Resultado da Análise | Testes de Separação

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Repetição 7	Repetição 8	Média
Trat. 01 "MILLA NEGRA"	45.7203	32.0047	37.5155	31.8461	38.1245	45.1116	42.7843	38.1066	38.9017
Trat. 02 "MILLA ROSADA"	37.8412	24.8112	26.1148	23.2245	12.5548	27.1143	25.2284	20.4122	24.662675
Trat. 03 "MILLA BLANCA"	36.1112	14.222	14.8003	20.0114	31.552	10.842	6.1661	9.2004	17.863175
Trat. 04 "ANDINA"	2.7156	4.788	2.9075	3.2977	5.4373	2.0978	22.0843	5.9837	6.1639875
Trat. 05 "BANDERITA"	12.152	21.7081	10.8489	32.0147	13.4711	17.2215	18.2514	14.1576	17.4781625
Trat. 06 "KARLA"	7.5111	6.5578	5.6841	8.9114	6.3054	5.3014	6.481	4.1214	6.3592
Trat. 07 "CCOMPIS"	21.4651	14.5841	0	5.1541	4.78911	0	0	24.4541	8.80581375
Trat. 08 "SANI IMILLA"	7.8241	6.5584	5.5417	8.9574	6.3054	5.3014	7.5481	6.1214	6.7697375
Trat. 09 "HUAYRO"	12.8741	10.2174	8.0245	7.0926	5.6184	6.5154	8.7115	11.0484	8.7627875
Trat. 10 "RUCKII"	24.5612	9.1454	12.4127	13.4881	15.7102	16.1552	13.8921	15.0095	15.0468
Trat. 11 "LOKA"	32.4512	7.6554	26.7199	10.5484	27.1129	26.1206	20.0401	25.1244	21.9716125
Trat. 12 "PIÑAZA"	34.1154	21.4811	13.745	17.5112	9.7418	11.8455	13.5815	25.6546	18.4595125
Trat. 13 "LOMO PLOMO"	42.1214	12.555	11.0448	8.715	19.7601	17.2024	9.1911	21.4147	17.7505625
Trat. 14 "LOMO ROSADO"	15.5454	20.4731	18.4582	23.7402	16.6506	34.2018	13.5402	17.3207	19.991275
Trat. 15 "LOMO BLANCO"	13.5302	10.8461	12.4408	16.8702	13.8423	19.8765	20.4553	18.4806	15.79275
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)			
Tratamentos	14	8354.73789503826	596.766992502733	12.2313405445227	1.78707891982692	2.25635643895	significativo (1%)		
Resíduo	105	5122.94903283084	48.7899907888651						
Total	119	13477.6869278691							
C.V.	42.80%								

SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância | Resultado da Análise | Testes de Separação | Resultados dos Testes

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott	Tukey	Duncan
Trat. 01 "MILLA NEGRA"	38.9017	8	a	a	a
Trat. 02 "MILLA ROSADA"	24.662675	8	b	b	b
Trat. 11 "LOKA"	21.9716125	8	b	b	bc
Trat. 14 "LOMO ROSADO"	19.991275	8	b	bc	bc
Trat. 12 "PIÑAZA"	18.4595125	8	b	bcd	bc
Trat. 03 "MILLA BLANCA"	17.863175	8	b	bcde	bc
Trat. 13 "LOMO PLOMO"	17.7505625	8	b	bcde	bc
Trat. 05 "BANDERITA"	17.4781625	8	b	bcde	bc
Trat. 15 "LOMO BLANCO"	15.79275	8	b	bcde	cd
Trat. 10 "RUCKII"	15.0468	8	b	bcde	cd
Trat. 07 "CCOMPIS"	8.80581375	8	c	cde	de
Trat. 09 "HUAYRO"	8.7627875	8			
Trat. 08 "SANI IMILLA"	6.7697375	8	c	de	e
Trat. 06 "KARLA"	6.3592	8	c	de	e
Trat. 04 "ANDINA"	6.1639875	8	c	e	e

Para copiar os dados utilize o menu Editar ou o botão Copiar



c1) Datos transformados con $\sqrt{1+x}$

SASM-Agri

Archivo Editar Ayuda

Análise de Variância Resultado da Análise Testes de Separação

Treatmento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Repetição 7	Repetição 8	Média
Tret. 01 "MILLA NEGRA"	6.84	5.74	6.21	5.73	6.25	6.79	6.62	6.25	6.30375
Tret. 02 "MILLA ROSADA"	6.23	5.08	5.21	4.92	3.68	5.30	5.12	4.63	5.02125
Tret. 03 "MILLA BLANCA"	6.09	3.90	3.97	4.58	5.71	3.44	2.68	3.19	4.195
Tret. 04 "ANDINA"	1.93	2.41	1.98	2.07	2.54	1.76	4.80	2.64	2.51625
Tret. 05 "BANDERITA"	3.63	4.77	3.44	5.75	3.80	4.27	4.39	3.89	4.2425
Tret. 06 "KARLA"	2.92	2.75	2.59	3.15	2.70	2.51	2.74	2.26	2.7025
Tret. 07 "COMPIIS"	4.74	3.95	1.00	2.48	2.41	1.00	1.00	5.05	2.70375
Tret. 08 "SANI MILLA"	2.97	2.75	2.56	3.16	2.70	2.51	2.92	2.67	2.78
Tret. 09 "HUAYRO"	3.72	3.35	3.00	2.84	2.57	2.74	3.12	3.47	3.10125
Tret. 10 "RUCKI"	5.06	3.19	3.66	3.81	4.09	4.14	3.86	4.00	3.97625
Tret. 11 "LOKA"	5.78	2.94	5.26	3.40	5.30	5.21	4.59	5.11	4.69875
Tret. 12 "PIÑAZA"	5.93	4.74	3.84	4.30	3.28	3.58	3.82	5.16	4.33125
Tret. 13 "LOMO PLOMO"	6.57	3.68	3.47	3.12	4.56	4.27	3.19	4.73	4.19875
Tret. 14 "LOMO ROSADO"	4.07	4.63	4.41	4.97	4.20	5.93	3.81	4.28	4.5375
Tret. 15 "LOMO BLANCO"	3.81	3.44	3.67	4.23	3.85	4.57	4.63	4.41	4.07625
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)			
Tratamentos	14	121.728255	8.69487535714286	12.0917583216257	1.78707891982692	2.25635643895	significativo (1%)		
Resíduo	105	75.502825	0.719074523809524						
Total	119	197.23108							
C.V.	21.42%								



d) Número de tubérculos

SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância Resultado da Análise Testes de Separação

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Repetição 7	Repetição 8	Média
Treat. 01 "IMILLA NEGRA"	6	9	8	8	9	6	7	8	7.625
Treat. 02 "IMILLA ROSADA"	10	9	8	10	10	8	10	9	9.25
Treat. 03 "IMILLA BLANCA"	5	8	8	9	8	7	8	8	7.625
Treat. 04 "ANDINA"	3	4	4	4	5	2	1	0	2.875
Treat. 05 "BANDERITA"	9	8	8	10	10	8	10	8	8.875
Treat. 06 "KARLA"	4	6	5	4	3	3	3	6	4.25
Treat. 07 "CCOMPIS"	4	0	0	6	5	0			
Treat. 08 "SANI IMILLA"	4	1	3	4	3	4	4	6	3.625
Treat. 09 "HUAYRO"	0	0	0	2	0	4	0	0	0.75
Treat. 10 "RUCKII"	8	7	9	8	8	7	8	8	7.875
Treat. 11 "LOKA"	9	8	9	9	9	8	9	8	8.625
Treat. 12 "PIÑAZA"	7	4	6	8	6	8	8	6	6.625
Treat. 13 "LOMO PLOMO"	5	8	6	5	4	7	8	5	6
Treat. 14 "LOMO ROSADO"	12	13	10	10	12	12	10	11	11.25
Treat. 15 "LOMO BLANCO"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cause da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)			
Tratamentos	14	1251.3	89.3785714285714	49.3934210526316	1.78707891982692	2.25635643895	significativo (1%)		
Residuo	105	190	1.80952380952381						
Total	119	1441.3							
C.V.	22.99%								

Para copiar os dados utilize o menu Editar ou o botão Copiar da barra de ferramentas

SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância Resultado da Análise Testes de Separação Resultados dos Testes

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott
Treat. 14 "LOMO ROSADO"	11.25	8	a
Treat. 02 "IMILLA ROSADA"	9.25	8	b
Treat. 05 "BANDERITA"	8.875	8	b
Treat. 11 "LOKA"	8.625	8	b
Treat. 10 "RUCKII"	7.875	8	c
Treat. 03 "IMILLA BLANCA"	7.625	8	c
Treat. 01 "IMILLA NEGRA"	7.625	8	c
Treat. 12 "PIÑAZA"	6.625	8	d
Treat. 13 "LOMO PLOMO"	6	8	d
Treat. 06 "KARLA"	4.25	8	e
Treat. 08 "SANI IMILLA"	3.625	8	e
Treat. 04 "ANDINA"	2.875	8	f
Treat. 07 "CCOMPIS"	2.5	8	f
Treat. 09 "HUAYRO"	0.75	8	g
Treat. 15 "LOMO BLANCO"	0	8	g



e) Número de protuberancias

SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância | Resultado da Análise | Testes de Separação

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Repetição 7	Repetição 8	Média
Treat. 01 "IMILLA NEGRA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 02 "IMILLA ROSADA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 03 "IMILLA BLANCA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 04 "ANDINA"	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Treat. 05 "BANDERITA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 06 "KARLA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 07 "CCOMPIS"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 08 "SANI IMILLA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 09 "HUAYRO"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 10 "RUCKII"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 11 "LOKA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 12 "PIÑAZA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 13 "LOMO PLOMO"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 14 "LOMO ROSADO"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treat. 15 "LOMO BLANCO"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)			
Tratamentos	14	0.46666666666667	0.033333333333333	1	1.78707891982692	2.25635643895	não significativo		
Resíduo	105	3.5	0.033333333333333						
Total	119	3.9666666666667							
C.V.	1095.45%								

Para copiar os dados utilize o menu Editar ou o botão Copiar da barra de ferramentas

SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância | Resultado da Análise | Testes de Separação | Resultados dos Testes

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott
Treat. 04 "ANDINA"	0.25	8	a
Treat. 15 "LOMO BLANCO"	0	8	a
Treat. 14 "LOMO ROSADO"	0	8	a
Treat. 13 "LOMO PLOMO"	0	8	a
Treat. 12 "PIÑAZA"	0	8	a
Treat. 11 "LOKA"	0	8	a
Treat. 10 "RUCKII"	0	8	a
Treat. 09 "HUAYRO"	0	8	a
Treat. 08 "SANI IMILLA"	0	8	a
Treat. 07 "CCOMPIS"	0	8	a
Treat. 06 "KARLA"	0	8	a
Treat. 05 "BANDERITA"	0	8	a
Treat. 03 "IMILLA BLANCA"	0	8	a
Treat. 02 "IMILLA ROSADA"	0	8	a
Treat. 01 "IMILLA NEGRA"	0	8	a

e) Media de Factor de Reproducción

SASM-Agri

Archivo Editar Ayuda



Análise de Variância Resultado da Análise Testes de Separação

Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Repetição 7	Repetição 8	Média
Trat 01 "MILLA NEGRA"	446	528	594	499	512	561	544	487	521.375
Trat 02 "MILLA ROSADA"	91	44	80	63	71	76	42	84	66.875
Trat 03 "MILLA BLANCA"	205	224	208	284	276	231	202	221	231.375
Trat 04 "ANDINA"	320	200	330	180	240	854	87	650	357.625
Trat 05 "BANDERITA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trat 06 "KARLA"	84	92	97	83	79	95	91	72	86.625
Trat 07 "CCOMPIS"	110	195	0	154	180	0	91	254	123
Trat 08 "SANI MILLA"	84	154	87	76	167	95	91	101	106.875
Trat 09 "HUAYRO"	221	204	154	202	93	108	114	210	163.25
Trat 10 "RUCKIJI"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trat 11 "LOKA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trat 12 "PIÑAZA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trat 13 "LOMO PLOMO"	25	36	29	31	30	40	26	31	31
Trat 14 "LOMO ROSADO"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trat 15 "LOMO BLANCO"	256	214	268	230	208	198	172	234	222.5
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)			
Tratamentos	14	2602679.25	185905.660714286	32.8345423350343	1.78707891982692	2.25635643895	significativo (1%)		
Resíduo	105	594498.75	5661.89285714286						
Total	119	3197178							
C.V.	59.02%								



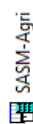
SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância | Resultado da Análise | Testes de Separação | Resultados dos Testes

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott
Trat. 01 "IMILLA NEGRA"	521.375	8	a
Trat. 04 "ANDINA"	357.625	8	b
Trat. 03 "IMILLA BLANCA"	231.375	8	c
Trat. 15 "LOMO BLANCO"	222.5	8	c
Trat. 09 "HUAYRO"	163.25	8	d
Trat. 07 "CCOMPIS"	123	8	d
Trat. 08 "SANI IMILLA"	106.875	8	d
Trat. 06 "KARLA"	86.625	8	d
Trat. 02 "IMILLA ROSADA"	68.875	8	d
Trat. 13 "LOMO PLOMO"	31	8	e
Trat. 14 "LOMO ROSADO"	0	8	e
Trat. 12 "PIÑAZA"	0	8	e
Trat. 11 "LOKA"	0	8	e
Trat. 10 "RUCKII"	0	8	e
Trat. 05 "BANDERITA"	0	8	e

f) Factor de Reproducción



Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância Resultado da Análise Testes de Separação										
Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Repetição 7	Repetição 8	Media	
Trat. 01 "MILLA NEGRA"	0.0892	0.1056	0.1188	0.0998	0.1024	0.1122	0.1088	0.0974	0.104275	
Trat. 02 "MILLA ROSADA"	0.0182	0.0088	0.016	0.0126	0.0142	0.0152	0.0084	0.0168	0.013775	
Trat. 03 "MILLA BLANCA"	0.041	0.0448	0.0416	0.0568	0.0552	0.0462	0.0404	0.0442	0.046275	
Trat. 04 "ANDINA"	0.064	0.04	0.066	0.036	0.048	0.1708	0.0174	0.13	0.071525	
Trat. 05 "BANDERITA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trat. 06 "KARLA"	0.0168	0.0184	0.0194	0.0166	0.0158	0.019	0.0182	0.0144	0.017325	
Trat. 07 "COMPIIS"	0.022	0.039	0	0.0308	0.036	0	0.0182	0.0508	0.0246	
Trat. 08 "SANI MILLA"	0.0168	0.0308	0.0174	0.0152	0.0334	0.019	0.0182	0.0202	0.021375	
Trat. 09 "HUAYRO"	0.0442	0.0408	0.0308	0.0404	0.0186	0.0216	0.0228	0.042	0.03265	
Trat. 10 "RUCKII"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trat. 11 "LOKA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trat. 12 "PIÑAZA"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trat. 13 "LOMO PLOMO"	0.005	0.0072	0.0058	0.0062	0.006	0.008	0.0052	0.0062	0.0062	
Trat. 14 "LOMO ROSADO"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trat. 15 "LOMO BLANCO"	0.0512	0.0428	0.0536	0.046	0.0416	0.0396	0.0344	0.0468	0.0445	
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)				
Tratamentos	14	0.10410717	0.007436226428571	32.8345423350343	1.78707891982692	2.25635643895	significativo (1%)			
Resíduo	105	0.02377995	0.0002264757142857							
Total	119	0.12788712								
C.V.	59.02%									



SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda



Análise de Variância | Resultado da Análise | Testes de Separação | Resultados dos Testes

Tratamento	Média	Repetições	Scott-Knott
Trat. 01 "MILLA NEGRA"	0.104275	8	a
Trat. 04 "ANDINA"	0.071525	8	b
Trat. 03 "MILLA BLANCA"	0.046275	8	c
Trat. 15 "LOMO BLANCO"	0.0445	8	c
Trat. 09 "HUAYRO"	0.03265	8	d
Trat. 07 "CCOMPIS"	0.0246	8	d
Trat. 08 "SANI MILLA"	0.021375	8	d
Trat. 06 "KARLA"	0.017325	8	d
Trat. 02 "MILLA ROSADA"	0.013775	8	d
Trat. 13 "LOMO PLOMO"	0.0062	8	e
Trat. 14 "LOMO ROSADO"	0	8	e
Trat. 12 "PIÑAZA"	0	8	e
Trat. 11 "LOKA"	0	8	e
Trat. 10 "RUCKII"	0	8	e
Trat. 05 "BANDERITA"	0	8	e



f1) Datos transformados con $\sqrt{1+x}$

SASM-Agri

Arquivo Editar Ajuda

Análise de Variância									
Resultado da Análise									
Testes de Separação									
Tratamento	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3	Repetição 4	Repetição 5	Repetição 6	Repetição 7	Repetição 8	Média
Treat. 01 "MILLA NEGRA"	1.04	1.05	1.06	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Treat. 02 "MILLA ROSADA"	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00	1.01	1.0075
Treat. 03 "MILLA BLANCA"	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.0225
Treat. 04 "ANDINA"	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.08	1.01	1.06	1.03375
Treat. 05 "BANDERITA"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
Treat. 06 "KARLA"	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
Treat. 07 "CCOMPIS"	1.01	1.02	1.00	1.02	1.02	1.00	1.01	1.03	1.01375
Treat. 08 "SANI MILLA"	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.0125
Treat. 09 "HUAYRO"	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.02	1.01625
Treat. 10 "RUCKI"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
Treat. 11 "LOKA"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
Treat. 12 "PIÑAZA"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
Treat. 13 "LOMO PLOMO"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
Treat. 14 "LOMO ROSADO"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
Treat. 15 "LOMO BLANCO"	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.0225
Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F (5%)	F (1%)			
Tratamentos	14	0.0243366666666666	0.0017383333333333	31.6746203904558	1.78707891982692	2.25635643895	significativo (1%)		
Residuo	105	0.0057624999999999	5.48809523809521E-						
Total	119	0.0300991666666666							
C.V.	0.73%								

ANEXO 6: Fotografías



Nota: A: Instalación de macetas en el invernadero, B: Licuado de raíces, C: Evaluación de parámetros, D: Siembra de las semillas de papa nativa, E y F: Monitoreo del crecimiento de las plantas de papa, G: Riego del cultivo, H: Medición de las plantas, I: Extracción de las plantas del macetero para su evaluación, J: Pesaje de parte aérea y raíz y K: muestras de raíz que se licuaron para el conteo de huevos y juveniles.



CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTO DE TESIS

EL QUE SUSCRIBE, DOCENTE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA Y ENCARGADO DEL LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA – NEMATOLOGÍA.

Ph. D. Israel Lima Medina

CONSTA:

Que, la Srta. **ABIGAIL JUDITH ZAPANA CAUNA**, identificada con DNI N° 74209067, Bachiller de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, ha realizado la ejecución de su Proyecto de Tesis "RESPUESTA DE VARIEDADES DE PAPA NATIVA AL NEMATODO NODULO DE LA RAIZ (*Meloidogyne* spp.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO" en el Laboratorio de Entomología – Nematología, y el Invernadero de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Puno, 30 de octubre de 2024



Ph. D. Israel Lima Medina



CONSTANCIA DE EJECUCION DE TESIS

**EL QUE SUSCRIBE, D. Sc. ALFREDO LUDWIG LOZA DEL CARPIO
DIRECTOR DE TESIS.**

HACE CONSTAR:

Que la Srta. ABIGAIL JUDITH ZAPANA CAUNA, identificada con DNI N° 74209067, Bachiller de la Escuela Profesional de Biología de Universidad Nacional del Altiplano, ha ejecutado su investigación "RESPUESTA DE VARIEDADES DE PAPA NATIVA AL NEMATODO NODULO DE LA RAIZ (*Meloidogyne* spp.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO", desde el 16 de octubre de 2023 hasta el 12 de setiembre de 2024, tanto en el invernadero y laboratorio de Entomología - Nematología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA -Puno.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines considere necesario.

Puno, 18 de noviembre de 2024.

D. Sc. Alfredo Ludwig Loza Del Carpio

DIRECTOR DE TESIS



**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo ABIGAIL JUDITH ZAPANA CAUNA
identificado con DNI 74209067 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

BIOLOGIA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ RESPUESTA DE VARIEDADES DE PAPA NATIVA AL NEMATODO NÓDULO
DE LA RAÍZ (Meloïdogyne spp.) EN CONDICIONES DE
INVERNADERO ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contrasena, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 16 de DICIEMBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ABIGAIL JUDITH ZAPANA CAJANA
identificado con DNI 74209067 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
BIOLOGIA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ RESPUESTA DE VARIEDADES DE PAPA NATIVA AL NEMATODO NÓBULO
DE LA RAÍZ (Meloïdogyne spp.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 16 de DICIEMBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella