



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
ESCUELA DE POST GRADO
PROGRAMA DE DOCTORADO
DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



**DENSIDAD POBLACIONAL, GRADOS DE
INFESTACIÓN E INFLUENCIA DE FACTORES
EDAFOCLIMÁTICOS EN LA INFESTACIÓN DE
Nacobbus spp. y *Globodera* spp. EN PAPA
(*Solanum* spp.) DE PUNO**

T E S I S

PRESENTADA POR :

SILVERIO APAZA APAZA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



PUNO - PERÚ

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
BIBLIOTECA CENTRAL AREA DE TESIS
Fecha ingreso: 09-OCT-2014
Nº 0672

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO
ESCUELA DE POS GRADO
DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

DENSIDAD POBLACIONAL, GRADOS DE INFESTACIÓN E INFLUENCIA
DE FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS EN LA INFESTACIÓN DE *Nacobbus*
spp. y *Globodera spp.* EN PAPA (*Solanum spp.*) DE PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

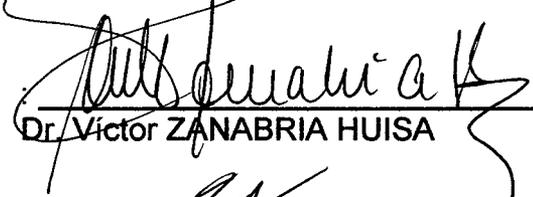
SILVERIO APAZA APAZA

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:

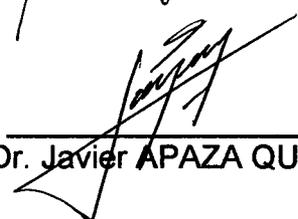
PRESIDENTE


: _____
Dr. Angel MUJICA SANCHEZ

1er. MIEMBRO


: _____
Dr. Víctor ZANABRIA HUISA

2do. MIEMBRO


: _____
Dr. Javier APAZA QUISPE

ASESOR


: _____
Dr. Ramón SERRUTO COLQUE

PUNO-PERU

2011

DEDICATORIA

A:

Dios, por guiarme en todo momento de mi vida y por permitirme hacer realidad mis sueños.

Mi Padre, José Apaza Sanca Q.E.P.D., solo quiero decirte papá, que he cumplido nuestro sueño y te doy gracias por todo lo que me enseñaste, quisiera que estuvieras aquí para festejar nuestro logro, ojala estés orgulloso de mi.

Mi Madre, Lucrecia Apaza Arce Vda. de Apaza, gracias por todo el amor y apoyo incondicional que me has dado, por ayudarme a culminar este logro, por ser ejemplo de vida, alegría y perseverancia.

Mi familia, quienes me motivaron a seguir siempre adelante.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, en especial a la plana de docentes de la Escuela de Post Grado, Doctorado en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, por su aporte significativo en mi formación.

Al Dr. Ramón Arístides Serruto Colque, como asesor y jurado por sus sugerencias y comentarios para llevar a cabo con éxito la presente investigación.

A los señores jurados de la presente Tesis, Dr. Ángel Mauricio Mujica Sánchez, Dr. Víctor Melitón Zanabria Huisa y Dr. Javier Apaza Quispe, por sus contribuciones y consejos oportunos para que esta investigación sea presentada con la calidad necesaria.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente colaboraron en la concretización de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvii
ÍNDICE DE PLANO	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN	xxii
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. PROBLEMA.	1
1.2. OBJETIVOS.	4
1.2.1. General.	4
1.2.2. Específicos.	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. MARCO REFERENCIAL.	5
2.2. MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACIÓN.	7
2.2.1. Importancia del cultivo de la papa.	7
2.2.2. Clasificación de las papas.	8
2.2.3. Los Nematodos.	10
2.2.3.1. Falso Nematodo del nódulo de la raíz	

Nacobbus aberrans (Thorne, 1935; Thorne

y Allen, 1944).	11
2.2.3.1.1. Ubicación taxonómica de <i>Nacobbus</i>	
<i>Aberrans</i> .	12
2.2.3.2. Nematodo quiste de la papa (<i>Globodera</i> spp.).	12
2.2.3.1.2. Ubicación taxonómica de <i>Globodera</i> spp.	13
2.2.3.3. Biología.	14
2.2.3.3.1. Ciclo biológico de <i>Nacobbus aberrans</i> .	14
2.2.3.3.2. Ciclo biológico de <i>Globodera</i> spp.	16
2.2.3.4. Rango de hospederos.	19
2.2.3.4.1. <i>Nacobbus aberrans</i> .	19
2.2.3.4.2. <i>Globodera</i> spp.	21
2.2.3.5. Infestación.	22
2.2.3.6. Importancia económica.	22
2.2.3.7. Manejo integrado del nematodo.	23
2.2.3.8. Región y Zonificación Agroecológica.	24
2.2.3.8.1. Zona Agro ecológica Circunlacustre.	25
2.2.3.8.2. Zonas de producción de papa.	25
2.2.4. Método para la obtención de quistes.	26
2.2.4.1. Método modificado de Fenwick para la extracción	
de quistes (Fenwick 1940 y Oostenbrink 1950).	26
2.3. MARCO CONCEPTUAL.	28
CAPITULO III: METODOLOGÍA	35
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.	35
3.1.1. Ámbito de estudio.	35
3.1.2. Tipo y diseño de investigación.	35

3.1.3. Universo, población y muestra.	36
3.1.3.1. Universo.	36
3.1.3.2. Población.	36
3.1.3.3. Muestra.	36
3.1.4. Técnicas, instrumentos, fuentes de recolección de datos.	37
3.1.4.1. Técnicas.	37
3.1.4.2. Instrumentos de registro de datos.	39
3.1.4.3. Fuentes de recolección de datos.	40
3.1.5. Procedimiento.	40
3.1.6. Plan de recolección de datos.	40
3.1.6.1. Selección y presentación por variables.	40
3.1.6.2. Utilización del procesador sistematizado computarizado.	41
3.1.7. Diseño de análisis.	42
3.1.7.1. Hipótesis de investigación.	42
3.1.7.2. Variables.	43
3.1.7.3. Diseño estadístico.	44
CAPTITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. DENSIDAD POBLACIONAL DE <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum</i> spp.) DE LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA –PERÚ.	48
4.1.1. Densidad poblacional de <i>Nacobbus</i> spp y <i>Globodera</i> spp. en el cultivo de papa (<i>Solanum</i> spp.) de la zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	48

4.1.2. Densidad poblacional de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp., por provincias de la zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	60
4.1.2.1. Provincia de Yunguyo.	60
4.1.2.2. Provincia de Chucuito.	63
4.1.2.3. Provincia de El Collao.	66
4.1.2.4. Provincia de Puno.	68
4.1.2.5. Provincia de Huancané.	72
4.1.2.6. Provincia de Moho.	75
4.2. GRADO DE INFESTACION DE <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum</i> spp.) EN LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERU.	79
4.2.1. Grado de infestación para <i>Nacobbus</i> spp. en la zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	79
4.2.2. Grado de infestación para <i>Globodera</i> spp. en la zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	85
4.3. EFECTO DE LOS FACTORES EDAFOLOGICOS Y CLIMÁTICOS EN LA INFESTACIÓN DE <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum</i> spp.) DE LA ZONA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERÚ.	91
4.3.1. Grados de infestación obtenidos de acuerdo a los factores edafológicos y climáticos para <i>Nacobbus</i> spp.	91
4.3.2. Grados de infestación obtenidos de acuerdo a los factores edafológicos y climáticos para <i>Globodera</i> spp.	102

4.4. ANALISIS FÍSICO DE LAS MUESTRAS EN LA INFESTACION DE	
<i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp.	110
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFIA	123
ANEXOS	132

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Variedades de papas nativas más importantes de Puno, Perú.	9
Cuadro 2. Variedades de papas comercializadas en el Perú.	10
Cuadro 3. Escala de infestación del suelo por <i>Nacobbus aberrans</i> , a través del número de nódulos en raíces.	38
Cuadro 4. Escala de evaluación para la prueba de campo utilizando tubérculos para <i>Globodera</i> spp.	39
Cuadro 5. Ubicación geográfica de las 50 localidades en estudio de la zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú (Campaña agrícola 2010-2011).	132
Cuadro 6. Evaluación y grado de infestación de <i>Nacobbus</i> spp. (Nódulos) de las 50 localidades de la zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	137
Cuadro 7. Evaluación y grado de infestación de <i>Globodera</i> spp. (Quistes) de las 50 localidades de la zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	141
Cuadro 8. Datos edafológicos y climáticos de las 50 localidades en Estudio campaña agrícola (2010-2011).	145

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis de Varianza.	45
Tabla 2. Número de nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.), Quistes (<i>Globodera</i> spp.) y promedios por localidad de la zona circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	50
Tabla 3. Análisis de Varianza para <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. por localidades.	55
Tabla 4. Prueba de medias de Duncan al 0.05 de probabilidad para localidades.	56
Tabla 5. Incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Yunguyo por distritos y localidades.	61
Tabla 6. Prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Yunguyo por distritos.	63
Tabla 7. Incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Chucuito por distritos y localidades.	64
Tabla 8. Prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Chucuito por distritos.	66
Tabla 9. Incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de El Collao por distritos y localidad.	67
Tabla 10. Incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Puno por distritos y localidades.	69
Tabla 11. Prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de <i>Nacobbus</i> spp.	

y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Puno por distritos.	71
Tabla 12. Incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Huancané por distritos y localidades.	73
Tabla 13. Prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Huancané por distritos.	75
Tabla 14. Incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Moho por distritos y localidades.	76
Tabla 15. Prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Moho por distritos.	78
Tabla 16. Grado de infestación de <i>Nacobbus</i> spp. en el cultivo de papa por provincias, distritos y localidades de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	81
Tabla 17. Grado de infestación de <i>Globodera</i> spp. en el cultivo de papa por provincias, distritos y localidades de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	86
Tabla 18. Análisis de Varianza (ANOVA) para la Regresión Lineal Múltiple (RLM) de la infestación de <i>Nacobbus</i> spp. en función a las variables edafológicas y climáticas.	92
Tabla 19. Resumen del modelo lineal múltiple, señalando la evaluación de la calidad del ajuste: el coeficiente de correlación (R), determinación (R ²) y su valor ajustado (R ² corregido) y el error típico de la estimación.	93
Tabla 20. Coeficientes del modelo (RML), señalando la significación de cada variable predictiva (SIG), su contribución relativa (coeficientes estandarizados) y las correlaciones entre ellas (con	

sus respectivas tolerancias e inflación de la varianza-FIV-).	95
Tabla 21. Análisis de Varianza (ANOVA) para la Regresión Lineal Múltiple (RLM) de la infestación de <i>Globodera</i> spp. en fun- ción a las variables edafológicas y climáticas.	102
Tabla 22. Resumen del modelo lineal múltiple, señalando la evaluación de la calidad del ajuste: el coeficiente de correlación (R), de- terminación (R ²) y su valor ajustado (R ² corregido) y el error típico de la estimación.	104
Tabla 23. Coeficientes del modelo (RML), señalando la significación de cada variable predictiva (SIG), su contribución relativa (coefi- cientes estandarizados) y las correlaciones entre ellas (con sus respectivas tolerancias e inflación de la varianza-FIV-).	106

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Número de nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.) y Quistes (<i>Globodera</i> spp.) Encontrados en las localidades pertenecientes a la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	53
Gráfico 2. Población promedio de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. por localidades de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	59
Gráfico 3. Cantidad de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Yunguyo por distritos.	62
Gráfico 4. Cantidad de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Chucuito por distritos.	65
Gráfico 5. Cantidad de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de El Collao por distrito.	68
Gráfico 6. Cantidad de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Puno por distritos.	70
Gráfico 7. Cantidad de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Huancané por distritos.	74
Gráfico 8. Cantidad de <i>Nacobbus</i> spp. y <i>Globodera</i> spp. de la provincia de Moho por distritos.	77
Gráfico 9. Grado de infestación de <i>Nacobbus</i> spp. en el cultivo de papa Por localidades de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	84
Gráfico 10. Grado de infestación de <i>Globodera</i> spp. en el cultivo de papa Por localidades de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-	

Perú.	89
Gráfico 11. Textura de suelo según localidades en estudio de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	111
Gráfico 12. Estructura de suelo según localidades en estudio de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.	112

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<p>Figura 1. Diagrama de dispersión de los residuales estudentizados en función de los valores tipificados pronosticados por el modelo de regresión lineal múltiple sobre el numero de nódulos en las localidades en estudio (y=nódulos) señalando aquellos casos con valores extremos.</p>	97
<p>Figura 2. Diagrama de dispersión de la variable pH en función de la variable y(cantidad de nódulos de <i>Nacobbus</i> spp.) señalando con un circulo aquellos casos con valores extremos</p>	98
<p>Figura 3. Diagrama de dispersión de la variable M.O. en función de la variable y(cantidad de nódulos de <i>Nacobbus</i> spp.) señalando con un circulo aquellos casos con valores extremos.</p>	100
<p>Figura 4. Diagrama de dispersión de la variable T.MAX.en función de la variable y(cantidad de nódulos de <i>Nacobbus</i> spp.) señalando con un circulo aquellos casos con valores extremos.</p>	101
<p>Figura 5. Diagrama de dispersión de los residuales estudentizados en función de los valores tipificados pronosticados por el modelo de regresión lineal múltiple sobre el numero de nódulos en las localidades en estudio (y=quistes) señalando aquellos casos con valores extremos.</p>	108
<p>Figura 6. Diagrama de dispersión de la variable M.O.en función de la variable y(cantidad de nódulos de <i>Globodera</i> spp.) señalando con un circulo aquellos casos con valores extremos.</p>	110

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Inicio de la evaluación de los campos de cultivo de papa.	147
Fotografía 2. Fin de la evaluación de los cultivos de papa.	147
Fotografía 3. Etapa de floración (Momento de evaluar).	148
Fotografía 4. Materiales para evaluar.	148
Fotografía 5. Materiales para evaluar.	149
Fotografía 6. Nódulos de <i>Nacobbus</i> spp.	149
Fotografía 7. Nódulos de <i>Nacobbus</i> spp.	150
Fotografía 8. Conjunto de nódulos de <i>Nacobbus</i> spp.	150
Fotografía 9. Nódulos de <i>Nacobbus</i> spp.	151
Fotografía 10. Nódulos de <i>Nacobbus</i> spp. asociado con verruga.	151
Fotografía 11. Huevos de <i>Nacobbus</i> spp.	152
Fotografía 12. Quistes de <i>Globodera</i> spp.	152
Fotografía 13. Huevos de <i>Globodera</i> spp.	153
Fotografía 14. Conjunto de quistes.	153
Fotografía 15. Conjunto de quistes.	154
Fotografía 16. Evaluación de campos de cultivo de papa.	154
Fotografía 17. Evaluación de campos de cultivo de papa.	155
Fotografía 18. Evaluación de campos de cultivo de papa.	155
Fotografía 19. Evaluación de campos de cultivo de papa.	156
Fotografía 20. Evaluación de campos de cultivo de papa.	156
Fotografía 21. Evaluación de campos de cultivo de papa.	157
Fotografía 22. Evaluación de campos de cultivo de papa.	157

Fotografía 23. Evaluación de campos de cultivo de papa.	158
Fotografía 24. Muestras de suelo.	158
Fotografía 25. Procesamiento de muestras de suelo con el equipo de Fenwick.	159
Fotografía 26. Procesamiento de muestras de suelo con el equipo de Fenwick.	159
Fotografía 27. Equipo de Fenwick con muestras procesadas.	160
Fotografía 28. Resultados del método de Fenwick.	160
Fotografía 29. Resultado del método de Fenwick.	161
Fotografía 30. Resultado del método de Fenwick para conteo de quistes.	161

ÍNDICE DE PLANO

	Pág.
Plano 1. Ámbito del proyecto de investigación.	162
Plano 2. Ámbito del proyecto de investigación.	163

RESUMEN

DENSIDAD POBLACIONAL, GRADOS DE INFESTACIÓN E INFLUENCIA DE LOS FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS EN LA INFESTACIÓN DE *Nacobbus* spp y *Globodera* spp EN PAPA (*Solanum* spp.) DE PUNO-PERU

El nematodo “rosario de la papa” *Nacobbus* spp. y el “nematodo quiste de la papa” *Globodera* spp. son nematodos muy importantes para el cultivo de la papa (*Solanum* spp.) en Perú como en el mundo. El objetivo del presente estudio fue determinar la densidad poblacional, grados de infestación, como también determinar la influencia de los factores edafoclimáticos en estos dos nematodos en Puno-Perú. 200 muestras de raíces de papa y de suelo fueron recolectados durante la campaña agrícola 2010-2011 (Marzo y Febrero). Las muestras de nematodos fueron analizadas en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno. El análisis físico-químico de los suelos fue realizado en el Laboratorio de Análisis de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria-Puno. Los registros de precipitación y temperatura se obtuvieron del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-Puno. Para establecer la densidad poblacional de ambos fitoparásitos se utilizó el Diseño Bloque completo al Azar con la prueba de rango múltiple de Duncan y la prueba de Chi-cuadrado. Para la determinación de los grados de infestación de los dos nematodos se usó las escalas propuestas por Rivera, *et al.*, 1993, Gonzales y Franco, 1993. Para determinar la influencia de los factores edafoclimáticos en los grados de infestación se empleo el modelo de Regresión Lineal Múltiple. En referencia a la densidad poblacional, la mayor cantidad de nódulos (68/raíz) causados por *Nacobbus* spp. se encontró en Conima y la mayor cantidad de quistes (53/100 g suelo) se halló en el Centro poblado Phamaya. Promediando la suma de nódulos más quistes (interacción) la mayor cantidad (49 fitoparásitos) se encontró en Molino-Sihuayro. En referencia a los grados de infestación, la mayor infestación por *Nacobbus* spp. (Grado 3=infestación elevada de 31 a 75 nódulos/raíz) se encontró en Conima, Chimu, Ccopamaya, Molino-Sihuayro y Parcialidad Chambi Chocaque; y para *Globodera* spp. (Grado 3=infestación elevada con 50 quistes a más/100g suelo) en Phamaya. Al determinar la influencia de los factores edafoclimáticos en los grados de infestación para *Nacobbus* spp. en un 16.8% depende de la variación de materia orgánica, pH y temperatura máxima, y en un 83.2% obedece a otras variables. Para *Globodera* spp. en un 11.4% depende de la variación de materia orgánica, y un 88.6% a otras variables.

Palabras clave: Nematodos, papa, *Nacobbus*, infestación, *Globodera*, densidad, quistes, factores edafoclimáticos.

ABSTRACT

POPULATION DENSITY, DEGREES OF INFESTATION AND INFLUENCE OF CLIMATE AND ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE INFESTATION OF *Nacobbus* spp. AND *Globodera* spp. ON POTATO (*Solanum* spp.) IN PUNO-PERU

The "rosary nematode" *Nacobbus* spp. and the "cyst nematode" *Globodera* spp. of potato are very important nematodes for the potato (*Solanum* spp.) crop in Peru and worldwide. The objective of this study was to determine population density, degree of infestation, as well as to determine the influence of the soil and weather factors on these two nematodes in Puno-Peru. Two hundred root samples of potato and soil were collected during the growing season 2010-2011 (Marzo y Febrero). The samples of nematodes were analyzed in the laboratory of Plant Pathology at the "Universidad Nacional del Altiplano-Puno". The chemical and physical analysis of soils were performed in the "Laboratorio de Análisis de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria-Puno". The records of precipitation and temperature were obtained from the "Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-Puno". To discriminate population densities of both nematodes the randomized complete block design with multiple range test of Duncan and the chi-square test was used. To determine the degrees of infestation of the two nematodes the index proposed by Rivera, et al., 1993, and Gonzales and Franco, 1993 was used. To determine the influence of climate and chemical and physical properties of soils, the linear multiple regression analysis was used. In reference to population densities, the greatest number of nodules (68/root) caused by *Nacobbus* spp. was found in Conima, and the greatest number of cyst nematodes (53/100 g soil) was found in Phamaya. Averaging the sum of nodules plus cysts (interaction) the major number of phytoparasitic nematodes (49 phytoparasites) was found in Molino-Sihuayro. In referencia to the degrees of infestation, The major infestation by *Nacobbus* spp. (Index 3=high infestation from 31 to 75 nodules/root) was found in Conima, Chimu, Ccopamaya, Molino-Sihuayro and Chambi Chocaque; and for *Globodera* spp (Index 3=high infestation with 50 cysts or more/ 100 g soil) en Phamaya. In reference to the influence of climate and chemical and physical properties of soils on the degrees of infestation, it was found that for *Nacobbus* spp. depended in about 16.8% on the variation of organic matter, pH, and maximum temperature, and 83.2% to other variables. For *Globodera* spp., 11.4% depended on the variation of organic matter, and 88.6% depend to other variables.

Key words: Nematodes, potato, *Nacobbus*, infestation, *Globodera*, cysts, density, environmental factors.

INTRODUCCION

Los Nematodos fitoparásitos son organismos microscópicos, que habitan en el suelo y dentro de los tejidos de las plantas, principalmente las raíces. Constituyen uno de los factores limitantes de los cultivos agrícolas. Casi ninguna planta cultivada escapa al ataque de una o más especies de estos organismos que debilitan su crecimiento y reducen sus rendimientos. Debido a su grado de parasitismo, rara vez ocasionan, por si solo la muerte a la planta afectada. Este comportamiento, unido al hecho a que el ataque va dirigido principalmente a las raíces, hace que el daño que ocasionan pase en ocasiones desapercibido.

No se tiene información sobre densidad poblacional, grados de infestación e influencia de los factores edafoclimáticos en la infestación de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. en el cultivo de papa en la zona Circunlacustre del lago Titicaca lado peruano, puesto que la información que se maneja de estos fitoparásitos es la realizada por (Salas, *et al.*, 1984), en la que sostiene que *Nacobbus* spp., es de distribución generalizada en el anillo Circunlacustre y *Globodera* spp., presenta una distribución también generalizada en la Región Puno.

En los Andes de Perú y Bolivia existen más de 2 000 variedades de papa nativas el conocimiento clasificado de los atributos y del uso de los tubérculos permite potenciar el recurso genético que tienen estas variedades nativas o cultivares y convertir a la región andina del Perú y de Bolivia en zona

productora de papas de calidad, para responder a un exigente mercado nacional e internacional (Tapia y Fries, 2007), para lograr este objetivo el cultivo de papa de manera especial tiene que superar todos los problemas relacionados con la sanidad vegetal.

En la región Puno según estadísticas el 69% de la población es rural y el 60% de su población económicamente activa se dedica a la actividad agropecuaria (Ccama, 1991). Esto demuestra que las poblaciones rurales en su mayoría dependen de una agricultura de subsistencia, allí radica su importancia de velar su seguridad alimentaria y que esta no sea mermada por efecto de la presencia de Nematodos fitoparásitos (*Nacobbus* spp. y *Globodera* spp.) que fácilmente limitan sus rendimientos, elevan los costos de producción y por ende ocasionan pérdidas, afectando significativamente a las familias de escasos recursos económicos.

Los resultados de la presente investigación servirán de base para realizar trabajos de nematología, como son: implementar el manejo integrado de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. dentro del concepto de manejo y conservación de suelos, que incluye rotación de cultivos, abonos verdes, fertilidad de suelos, dirigida a evitar los riesgos de disseminación en aquellas zonas aún libres, evitar su permanencia en las zonas ya infestadas y a reducir las pérdidas en el rendimiento del cultivo de la papa, porque aún, cuando los daños causados al cultivo de papa no sean severos, con el tiempo afectarán la sostenibilidad del suelo. Asimismo permitirá tener información actual y real sobre la infestación y su correspondiente distribución de estos fitoparásitos en

torno a la zona Circunlacustre del lago Titicaca lado peruano, permitiendo zonificar en áreas infestadas y áreas libres de estos Nematodos para que los agricultores y las instituciones encargadas implementen los cuidados especiales a los cultivos de papa allí presentes sobre todo en el campo de la nematología según sea el caso.

Se tendrá información valiosa respecto a las variedades de papa que se cultivan en el ámbito del trabajo de investigación y el conocimiento de cuáles son las más y menos afectadas por estos fitoparásitos. Conoceremos también qué factores edafoclimáticos afectan en los grados de infestación de estos fitoparásitos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PROBLEMA.

La Zona Agroecológica Circunlacustre de la Región Altiplano de Puno presenta características definidas en cuanto a parámetros climáticos debido, a la presencia del lago Titicaca que genera el “efecto termorregulador”, efecto determinante en la producción agrícola y por ende en la presencia de fitopatógenos, que en algún momento incidirán sobre los cultivos allí instalados, estando dentro de ellos principalmente los hongos, virus, bacterias y nematodos.

El cultivo de papa a nivel mundial, especialmente en el Perú, por ser centro de origen y de intensa actividad agrícola dedicada a este cultivo ha ocasionado que sus campos de cultivo sean considerados como zonas endémicas de numerosas plagas, enfermedades y sea afectado por una diversidad de agentes fitopatógenos (insectos, hongos, bacterias, virus y nematodos) durante

su etapa de crecimiento, desarrollo y post cosecha, disminuyendo significativamente su calidad comercial y rendimiento.

Los nematodos son un grupo de organismos microscópicos no segmentados que constituyen el grupo más abundante de animales multicelulares en la tierra, viven en la película acuosa existente en los micro túneles del suelo y dentro de los tejidos vegetales. La mayor parte del daño que los nematodos parásitos de plantas (fitoparásitos) causan a las plantas está relacionado en alguna manera con el proceso de su alimentación, pues disminuye la capacidad de las raíces para captar y trasportar nutrientes al resto de la planta, lo que se traduce en un debilitamiento general y en pérdidas de producción, haciendo imposible mantener una agricultura económicamente viable (Talavera, 2003).

En la Región Sierra: El principal problema nematológico es el "Nematodo quiste de la papa" *Globodera pallida* que se encuentra en toda la Sierra peruana y *Globodera rostochiensis* en la Sierra sur a partir de Puno y el "Nematodo rosario" *Nacobbus aberrans* en el Altiplano, aunque se tiene reportes de su presencia en la Sierra central (Quispe, 2005).

Los factores climáticos y edafológicos que determinan su reproducción, movimiento, desarrollo y supervivencia de los nematodos son: temperatura, humedad, textura y estructura, aireación y la química de la polución del suelo (Mesa, 1999).

Las pérdidas que ocasionan estos fitoparásitos (*Nacobbus* spp. y *Globodera* spp.) frecuentemente varían con el nivel de infestación del terreno, variedad de papa cultivada, población del nematodo, la interacción de ambas especies y las condiciones del medio ambiente (Arcos, 1989).

Dentro de los problemas fitosanitarios que limitan seriamente la producción de papa en las regiones andinas de Perú y Bolivia, constituyen dos especies de nematodos fitoparásitos: el nematodo "rosario de la papa" *Nacobbus aberrans* y el "nematodo quiste de la papa" *Globodera* spp. fitoparásitos que causan daños significativos en los rendimientos y en la calidad de los tubérculos cosechados (Franco, *et al.*, 1993).

El nematodo *Nacobbus aberrans* comúnmente conocido como el rosario de la papa, representa uno de los principales problemas del cultivo de papa. Su principal medio de diseminación es el empleo de tubérculos-semillas procedentes de campos infestados hacia otras regiones paperas y a las recientemente incorporadas, a consecuencia del flujo de semilla principalmente a través del sistema no formal (ferias agrícolas) de comercialización (Gandarillas, 1989).

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. General.

Determinar la densidad poblacional, grados de infestación e influencia de factores edafoclimáticos en la infestación de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. en papa (*Solanum* spp.) de Puno.

1.2.2. Específicos.

1.2.2.1. Establecer la densidad poblacional de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. en el cultivo de papa (*Solanum* spp.) de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

1.2.2.2. Fijar los grados de infestación de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. en el cultivo de papa (*Solanum* spp.) de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

1.2.2.3. Determinar la influencia de los factores edafológicos y climáticos en los grados de infestación de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. en el cultivo de papa (*Solanum* spp.) de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO REFERENCIAL.

Nacobbus aberrans es uno de los problemas limitantes de la producción de papa en la zona del Altiplano de Perú y Bolivia, es una de las causas de los bajos rendimientos en el altiplano, en toda la zona papera de Bolivia y la zona Nor-andina de Chile. La razón de su amplia distribución en esa zona se debe a su rango de hospederos que incluye muchos cultivos andinos y malezas, como también el transporte pasivo a distancia en la semilla de papa y otros tubérculos (Scurrah, 2008).

Las dos especies relacionadas que compone al complejo nematodo de quiste son: *Globodera rostochiensis* Woll y *Globodera pallida* Stone. Estos parásitos acompañan el cultivo de papa en todo el mundo. Logran esto por su habilidad de viajar largas distancias adheridas al suelo que va con el tubérculo semilla, por su tamaño microscópico, su hábitat en el suelo, su extrema especialización y asociación íntima con su hospedante, y por su habilidad de

sobrevivir periodos largos de tiempo en el suelo sin la presencia de papa. Estas características hacen que estos nematodos sean de fácil dispersión convirtiéndose en un reto peligroso para los agricultores, los técnicos y los políticos (Scurrah, 2008).

Las pérdidas de rendimiento causadas por *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp., dependen también del grado de asociación hospedante-nematodo, de la raza y densidad poblacional del nematodo, susceptibilidad del hospedante, fertilidad del suelo y condiciones ambientales. La combinación de estos factores determinará la severidad de la enfermedad y, consecuentemente, la disminución de la producción (Ortuño, *et al.*, 2004).

La actividad de los nematodos depende de varios aspectos, uno de los cuales, es la relación que se establece entre la planta y el nematodo, otro aspecto es la competencia entre especies o poblaciones de nematodos (Magunacelaya y Dagnino, 1999). También existen otros factores que pueden incidir en el grado de severidad del ataque, como la textura, humedad y temperatura del suelo, la nutrición de la planta y la presencia de otros organismos del suelo, dañinos a las plantas que interactúan con los nematodos (Guiñez y González, 1993).

2.2. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.

2.2.1. Importancia del cultivo de la papa.

La papa es el cuarto principal producto alimenticio en el mundo, después del trigo, el arroz y el maíz. El Perú ocupa el lugar número 23 entre los principales países productores de papa, participando con 0.7% de la producción mundial, estimada en 290 millones de toneladas al año (promedio del periodo 1990-2000). La producción de los cinco primeros productores representa el 51.7% de la producción mundial. Los principales países productores son: China (16.7% de la producción mundial), Federación Rusa (12.3%), Polonia (9.1%), Estados Unidos (7.1%) e India (6.4%). Los cinco mejores rendimientos en el mundo (promedio 1990-2000) se obtuvieron en Bélgica, Países Bajos, Nueva Zelanda, Reino Unido y Estados Unidos. El rendimiento promedio obtenido en el Perú es de 9.4 toneladas por hectárea, nivel por debajo del promedio mundial ascendente a 15.7 toneladas por hectárea. La papa es el principal cultivo del país, dada su importancia económica y social. Según los resultados del III Censo Nacional Agropecuario 1994 (III CENAGRO), 33.8% de los productores agropecuarios se dedican a la producción de papa, generando cada año aproximadamente 110,000 puestos de trabajo permanentes (30 millones de jornales) y siendo la base de la alimentación de la población altoandina (DGPA, 2004).

2.2.2. Clasificación de las papas.

El conocimiento campesino propone una diferenciación práctica y de acuerdo al uso. Así se diferencian las papas comerciales, producto de la selección en estaciones experimentales, de las papas nativas creadas por los propios campesinos. Las papas nativas a su vez pueden clasificarse en papas de consumo directo y en papas amargas, basado en su adaptación ecológica, siendo estas últimas mejor adaptadas a climas muy fríos. Las formas del tubérculo se tipifican como redondas, ovaladas, alargadas, planas, así como con ojos (yemas) superficiales o numerosos ojos muy hundidos. La escala de colores de la pulpa o carne va desde el blanco hasta el morado.

Existen en los Andes del Perú y Bolivia más de 2000 variedades de papas nativas. El conocimiento clasificado de los atributos y del uso de los tubérculos permite potenciar el recurso genético que tienen estas variedades nativas o cultivares y convertir a la región andina del Perú y de Bolivia en Zona productora de papas de calidad, para responder a un exigente mercado nacional e internacional (Tapia y Fries, 2007).

CUADRO 1

VARIEDADES DE PAPAS NATIVAS MÁS IMPORTANTES DE PUNO, PERÚ

Grupo Imilla	Grupo Pitiquiña	Diversos grupos		
Imilla blanca	Pitiquiña blanca	Ccompis	Cuchicallo	Pucamari Mari roja
Imilla negra	Pitiquiña roja	Yana	Tuni	Piña
Imilla roja	Pitiquiña amarilla	Ccoilo	Paula	Candarave
Imilla rosada		Sutamari	Luntusa	Chuiquiña
Sani imilla		Dacha lajra	Saccampaya	Huayro
Alca imilla negra		Amajana	Santana	Lomos
Alca imilla roja		Llucta phara	Albina	Suritomo
Zapallo imilla		Peruanita	Marinegra	
		Surimana		

Fuente: Cahuana y Arcos, 1993.

Durante mucho tiempo el principal objetivo de los investigadores en papa ha sido el de seleccionar papas de mayor productividad a través de cruzamientos dirigidos así como producir las variedades comerciales. Muchas de estas variedades han tenido un éxito temporal, requiriendo inversiones altas en insumos, sobre todo de fertilizantes químicos para mantener los altos rendimientos. Sin embargo, debido a las variaciones climáticas locales, no todas se adaptan a las diferentes condiciones agroecológicas de los Andes (Tapia y Fries, 2007).

CUADRO 2
VARIEDADES DE PAPAS COMERCIALIZADAS EN EL PERÚ

Nombre	Lugar y fecha de selección
Ticahuasi	EE. Cañete, 1966
TomasaTito Condemayta	Nieves, 1970
Yungay	1970
Mariwa	La Molina, 1973
Revolución	La Molina, 1973
Huancayo	Santa Ana, 1973
Andina	EE. Illpa, Puno, 1976
Molinera	EE. Baños del Inca, 1977
Amapola	Cutervo, Cajamarca, 1977 (no oficialmente liberada)
Liberteña	EE. Chota Motil, La Libertad, 1977
Valicha	EE. Andenes, Cusco, 1981
Cica	UNSAAC, Cusco, 1982
Chaska	EE. Andenes, Cusco, 1982
Perricholi	EE. Canchán, Huánuco, 1982
María Huanca	EE. Chota Motil, La Libertad y EE. Santa Ana Huancayo, 1987
Canchan	INIA, EE. Canchan, Huánuco, 1990
Amarilla	INIA, EE. Canchan, Huánuco, 1993
Kori	INIA, Cooperativa Atahuallpa, Porcón, Cajamarca, 1993

Fuente: Tapia, 1995.

2.2.3. Los nematodos.

Pertencen al reino animal, son organismos multicelulares, generalmente microscópicos y poseen los principales sistemas fisiológicos, con excepción del respiratorio y circulatorio. En general tienen forma de gusano delgado, son

cilíndricos, alargados, algunos segmentados exteriormente, sin que esta segmentación afecte al interior, con diferenciaciones en la cabeza y en la cola. En algunas especies las hembras en su madurez pueden tomar formas distintas al macho, que sigue el patrón general. Las especies fitoparásitas, así como las formas libres del suelo, están comprendidas entre 0.2mm y 2 mm de largo y un diámetro variables entre 10 y 40 micrones (Unión Carbide, 1979).

2.2.3.1. Falso nematodo del nódulo de la raíz *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935; Thorne y Allen, 1944).

Nacobbus aberrans es uno de los nematodos dañino de las plantas, caracterizando por su fuerte estilete, perforando los tejidos de los vegetales con la ayuda de una secreción enzimática denominado saliva, una vez introducido el estilete, el esófago actúa como una bomba, para extraer las sustancias del protoplasma celular del huésped, también indica que las plantas, segregan un agente atractivo y otro repelente, y que el balance entre ambos determinan el que la planta atraiga o rechace a determinado nematodo, el incremento de la sanidad de la población de nematodos tiene lugar cuando la planta hospedera permite un índice de reproducción que excede al de la mortalidad del nematodo. (Yepez, 1970).

Para el caso específico de *Nacobbus aberrans*, la infección al sistema radicular de la planta se da a través del segundo estadio juvenil, así como también por las hembras adultas (Inserra, *et al.*, 1983).

2.2.3.1.1. Ubicación taxonómica de *Nacobbus aberrans*.

Se propuso el género *Nacobbus* basados principalmente en el pronunciado dimorfismo sexual, superposición de la glándula esofágica dorsal al intestino y por el engrosamiento o hinchazones producidos en las raíces que los alojan. (Thorne y Allen, 1944).

La (Sociedad Española de Fitopatología, 2000), ubica taxonómicamente al “falso nematodo del nódulo de la raíz” o “nematodo del rosario” como sigue:

Phylum	:	Nemata
Clase	:	Secernentea
Subclase	:	Tylenchia
Orden	:	Tylenchida
Suborden	:	Tylenchina
Superfamilia	:	Hoplolaimoidea
Familia	:	Nacobbidae
Genero	:	<i>Nacobbus</i> Thorne & Allen, 1944
Especie	:	<i>Nacobbus aberrans</i> (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944.

2.2.3.2. Nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.).

La etimología del género *Globodera* proviene del latín GLOBUS = globo, y del griego DERAS = piel (Mohammad, 2000).

El nematodo quiste de la papa (NQP) es un factor limitante muy importante en las zonas templadas del mundo dedicadas al cultivo de papa, afecta rendimientos, eleva los costos de producción y ocasiona la escasez del tubérculo (González y Franco, 1997).

El NQP tiene una gama de hospedantes restringidas dentro de las solanáceas y puede sobrevivir en los campos de cultivo por muchos años. Los quistes son las estructuras de supervivencia que le permiten permanecer viable por muchos años y que incrementan o disminuyen en densidad, de acuerdo con la frecuencia de los cultivos susceptibles de papa o de las plantas voluntarias que permanecen después de la cosecha. Estas características hacen que la importancia económica del NQP sea cada vez mayor debido a que, aún integrando modalidades de control, no se logra eliminarlos completamente de los campos de cultivo de papa (González y Franco, 1997).

2.2.3.2.1. Ubicación taxonómica de *Globodera* spp.

Según la revisión que realizaron Luc y Cois en 1988 de la familia Heteroderidae, (Cepeda, 1996), la ubicación taxonómica de este género es:

Clase	:	Secernentea, Von linstow 1905, Dougherty 1958.
Subclase	:	Diplogasteria, Chitwood y Chitwood 1937.
Orden	:	Tylenchida, Thorne 1949.
Suborden	:	Tylenchina, Chitwood 1950.
Superfamilia	:	Tylenchoidea, Orley 1880.
Familia	:	Heteroderidae, Filipjev, Schuurmans y Stekhonven 1941.
Subfamilia	:	Heteroderinae, Filipjev, Schuurmans y Stekhonven 1941.
Género	:	<i>Globodera</i> , Skarbilovich 1959

2.2.3.3. Biología.

A diferencia de los insectos, las larvas de los nematodos pasan por las diferentes fases de desarrollo sin presentar cambios en el aspecto exterior, a estas fases se les llama estados juveniles para distinguirlas de la fase adulta de los nematodos y de las larvas de los insectos (Franco, 1981).

2.2.3.3.1. Ciclo biológico de *Nacobbus aberrans*.

En el ciclo biológico de *Nacobbus aberrans* la primera muda de la cutícula ocurre dentro del huevo, del cual emerge el segundo estadio larval y penetra en las raíces donde llega hasta el cuarto estadio. Algunas larvas salen y entran en las raíces hasta completar su ciclo de vida. Los machos quedan en el suelo, pero la hembra se establece nuevamente en la raíz y produce nódulos. La

hembra tiene forma ensanchada pero más alargada que *Meloidogyne*, la parte posterior de su cuerpo retiene huevos pero también los depositan en una masa gelatinosa secretada por ella. Las larvas y hembras jóvenes también penetran en los tubérculos pero no forman nodulaciones. El ciclo puede completarse de 9 a 10 días a 25°C. y alrededor de 51 días a 15°C (Franco, *et al.*, 2000)

Establece el ciclo de vida de huevo a huevo en 48 días a 25°C. Inserra (1983). Dentro del ciclo biológico de *Nacobbus aberrans*, el segundo estadio juvenil emerge del huevo invadiendo las raíces iniciando con su alimentación, las células incrementan su tamaño seguido de una necrosis de las células corticales. Después de 2 mudas más puede salir de las raíces como pre-adulto o siguen alimentándose, forman las agallas en las raíces y continúan hasta completar su ciclo biológico en las raíces.

Algunos de los pre-adultos que abandonan las raíces realizan su última muda y se convierten en machos y hembras juveniles activos, la distinción sexual en estados juveniles puede realizarse al final del tercer estadio juvenil las hembras jóvenes se movilizan hacia las raíces más grandes y se establecen en posición apropiada se agrandan y empiezan a desarrollar las agallas, a medida que las agallas desarrollan la parte posterior de las hembras se dirigen hacia la corteza periférica causando una abertura en la superficie de la raíz donde los huevos se localizan dentro de una matriz gelatinosa exudada por el nematodo, las hembras pre-adultas e inmaduras también atacan a los tubérculos, penetrando uno a dos milímetros por debajo de la piel del tubérculo,

los del segundo estadio juvenil también infestan los tubérculos pero se desarrollan muy poco. (Lázaro, 1990).

La hembra adulta es piriforme o esferoidal, de color blanco brillante y mide aproximadamente un milímetro de diámetro; pudiendo ser vista con una lupa común. Vive dentro del tejido de las raíces, donde se desarrolla y se alimenta mediante un fino estilete bucal, con el cual perfora las células de la raíz. Esto provoca una reacción en la zona afectada, formándose así los llamados "nudos, nódulos o agallas radicales". Cuando alcanza la madurez sexual pone sus huevos dentro de una masa gelatinosa, la cual está generalmente dirigida hacia la parte externa de la raíz, luego de la madurez eclosionan los huevos, salen cientos de larvas que tienen forma de anguilulas pequeñísimas. A estas se les llama "larvas infestantes" ya que de inmediato emigran en busca de nuevos tejidos o raíces que infectar. El macho es vermiforme y mide hasta dos milímetros de largo y no penetra al interior de la raíz. Crece y se alimenta desde el exterior de la raíz. (Garmendia, 1994).

2.2.3.3.2. Ciclo biológico de *Globodera* spp.

En una planta hospedante eficiente, un individuo de *Globodera* spp. pasa por cinco estadios en su desarrollo antes de ser adulto. La hembra fertilizada, inicia la producción de huevos hasta que muere y se convierte en quiste, estructura generalmente de aproximadamente 0.5 mm de diámetro de color marrón y que protege a los huevos. A esta característica se le atribuye su nombre de nematodo quiste de la papa (NQP) (Franco, *et al.*, 1993).

Al final de la etapa de embriogénesis del huevo, se nota un nematodo joven que corresponde al primer estadio juvenil (J1). A este estadio se considera la etapa pasiva del ciclo biológico por la capacidad de sobrevivir mucho tiempo en el suelo, mientras se encuentre dentro del huevo. Las J1 que no emergen permanecen en el huevo en forma latente protegidos por el quiste, por lo menos 10 años antes de morir (Franco, *et al.*, 1993).

Al sembrar un hospedante eficiente en un suelo infestado las sustancias químicas del exudado radicular estimulan a que el nematodo, aún dentro del huevo mude su cutícula por primera vez para convertirse en el segundo estadio juvenil (J2), estadio infectivo que usualmente contienen los quistes con huevos viables (Franco, *et al.*, 1993).

Las larvas recién emergidas son atraídas por la rizósfera de la planta y penetran las raíces cerca de la punta o en algunos sitios de nuevas raíces cerca de la punta o en algunos sitios de nuevas raíces laterales (Cepeda, 1996).

Dentro de las raíces el nematodo joven, muda su cutícula por segunda vez y se convierte en el tercer estadio juvenil (J3), durante este periodo desarrolla el primordio genital, aún cuando los sexos no se pueden diferenciar (Franco, *et al.*, 1993).

La tercera muda conduce a la formación del cuarto estadio y ya se pueden identificar por el sexo. Los machos y hembras del cuarto estadio permanecen enrollados dentro de la cutícula del tercer estadio. Finalmente se produce la cuarta muda y los adultos quedan identificados por el sexo (Franco, *et al.*, 1993).

Si hay pocos nematodos y la comida es abundante, la población será predominantemente de hembras, por el contrario, si hay una fuerte infestación de nematodos y la disponibilidad de comida es limitada, prevalecerá una población de machos (Cepeda, 1996).

Los machos conservan su forma alargada como de gusano, abandonan la raíz, localizan hembra que están rompiendo la superficie radicular y se aparean con ellas (Cepeda, 1996).

Las hembras del género *Globodera* spp. después de la fertilización, produce y retiene en el interior de su cuerpo de 200 a 600 huevos. Cuando las plantas infestadas son extraídas del suelo, se pueden observar las hembras en forma de perlitas blancas o amarillas dependiendo de la especie, prendidas a las raíces.

Para proteger a los huevos la cutícula se va transformando en una cubierta dura del color blanco o amarillo al marrón oscuro. Esta estructura es el quiste y su formación constituye un ejemplo de adaptación defensiva a condiciones no favorables de humedad, temperatura y descomposición química que le permite

al NQP permanecer en el suelo por muchos años en ausencia de su hospedante (Franco, *et al.*, 1993).

Se ha observado que no todos los huevecillos eclosionan en una temporada, algunos por razones que se desconocen permanecen en reposo y no eclosionan en varias temporadas de 60 a 80% de huevecillos de un quiste eclosionarán el primer año y el mismo porcentaje de huevecillos remanentes eclosionará cada año después; algunos lo harán sin la presencia de un hospedero. En climas templados se ha observado que las poblaciones declinan en 30% por año cuando no hay hospederos presentes (Cepeda, 1996).

2.2.3.4. Rango de hospederos.

2.2.3.4.1. *Nacobbus aberrans*.

El falso nematodo del nódulo de la raíz *Nacobbus aberrans*, se encuentra en plantas como papa, tomate, olluco, mashua, nabo silvestre, quinua y malezas. (Untiveros, 1986).

Se evaluaron en invernadero y laboratorio la reacción a *Nacobbus aberrans*, de 40 entradas de *Oxalis tuberosa* (oca), 17 de *Ullucus tuberosus* (papalisa) y 8 de *Tropaeolum tuberosum* (izaño) existentes en el banco de germoplasma del Programa de Investigación de la papa. De las entradas de oca, una sola presentó nódulos en su sistema radicular y mediante un análisis de laboratorio de las otras 39 (método de la licuadora y recolección en tamices)

38 confirmaron su reacción negativa, sin embargo, una de ellas resultó ser asintomática, ya que presentó invasión de estados vermiformes del nematodo. En la papalisa, 15 presentaron nódulos y dos fueron asintomáticas ya que en laboratorio también presentaron invasión de estados vermiformes. En el izaño, una entrada presentó nódulos y de las restantes siete, dos no fueron hospedantes del nematodo y cinco presentaron reacción asintomática. (Balderrama y Franco, 1994).

El rango de hospederos es amplio, incluye por lo menos 84 especies de plantas entre las cuales se encuentran malezas comunes que son buenos hospedantes y que dificultan el control de rotación de cultivos. La maleza *Spergula arvensis* esta ligada a la rápida diseminación del falso nematodo de nudo por todo el territorio papero de Bolivia y Argentina (Doucet *et al.*, 1994 y Franco 1994). Otras malezas comunes hospedantes son la cicuta (*Erodium cicutarum*) y los parientes silvestres de la oca. La siembra de semilla infestada seria la segunda manera de diseminación, tanto por la invasión del tubérculo como por infestación de la tierra adherida a los tubérculos. Un estudio de la semilla puesto en venta en un mercado en Bolivia mostró que el 86% de la semilla venia infectada con *Nacobbus* (Rojas *et al.*, 1998).

Salas, *et al.*, (1984) al publicar el compendio de enfermedades de cultivos del departamento de Puno, reporta la incidencia de este fitoparásito del siguiente modo: *Nacobbus* sp., "falso nematodo del nudo". Síntomas. Pequeños nódulos o agallas de trecho en trecho en las raíces. Área: Distribución generalizada en el anillo Circunlacustre.

2.2.3.4.2. *Globodera* spp.

El nematodo quiste de la papa (NQP) ataca papa, tomate, berenjena así como también diversas malezas del grupo de las solanáceas (Hooker, 1980).

Globodera spp. parasita individuos de las familias *Solanáceas* y *Compositae* y es casi cosmopolita. Los nematodos quiste de la papa (*G. rostochiensis* y *G. pallida*) son una amenaza para los productores de papa en Europa y otras partes del mundo (Mohammad, 2000).

Prospecciones realizadas en 1975, en campos de papa en Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia determinaron, que las poblaciones del nematodo quiste de la papa al norte del lago Titicaca, fueron *Globodera pallida* y al sur *G. rostochiensis*, indicando que existe una línea de demarcación entre las dos especies de 15° a 16° latitud sur. Inicialmente se explicó tal distribución de especies en razón del fotoperiodo, o la existencia de barreras naturales en esta área, como es la presencia de una alta cordillera al norte del lago Titicaca. Esto habría restringido el movimiento de tubérculos y nematodos, permitiendo que las dos especies se desarrollaran genéticamente aisladas pero con un ancestro común. La situación actual hace pensar que *G. pallida* es una especie adaptada a mayor variación de condiciones ambientales, además es probable que sea favorecida por factores intrínsecos de reproducción, lo que permitiría explicar la predominancia y distribución de *G. pallida* en los Andes (Canto *et al.*, 1975).

2.2.3.5. Infestación.

Se denomina infestación a la invasión de un organismo vivo por agentes parásitos externos o internos. La diferencia fundamental con el término infección es que este último, se aplica exclusivamente a microorganismos que tienen como objetivo su reproducción en el organismo infectado, causando en muchas ocasiones la muerte del mismo, mientras que el objetivo de los parásitos es su supervivencia a costa del huésped que parasitan. El término infección debe restringirse a la acción de bacterias, virus y otros microorganismos (Garmendia, 1994).

2.2.3.6. Importancia económica.

En general, las pérdidas de rendimiento causadas por estos fitoparásitos dependen del grado de asociación hospedante-nematodo, de la raza y densidad poblacional del nematodo, susceptibilidad del hospedante, fertilidad del suelo y condiciones ambientales. La combinación de estos factores determinará la severidad de la enfermedad y, consecuentemente, la disminución en la producción. A nivel mundial se conocen cuatro especies de *Nacobbus* mas una subespecie, *Nacobbus aberrans* debido a su amplio ámbito de hospedantes y distribución geográfica en Bolivia, afecta la producción de semilla de papa. Cualitativamente, de acuerdo a las normas vigentes, la semilla baja de categoría en la certificación. Cuantitativamente,

disminuye los rendimientos, que van desde 30% a 88% (Ramos, *et al.*, 1998), e incrementa los costos de producción por el diagnóstico y control necesario.

Mundialmente, se conocen seis razas de *G. pallida* y cinco de *G. rostochiensis*. En Bolivia se han detectado las dos especies de nematodos, pero aún no se han identificado las razas. La presencia de ambas especies hacen más difícil el control y pueden incrementar las pérdidas, llegando éstas a variar entre 30%-58%; sin embargo, pueden aumentar por la degradación del suelo (Ortuño, *et al.*, 2004).

Estos nematodos fitoparásitos ocasionan pérdidas cualitativas desmejorando la calidad de los productos cosechados y pérdidas cuantitativas aumentando los costos de producción en ocasiones debido a los gastos que ocasionan en el control de estos fitoparásitos o en la reducción en los rendimientos tal como señala (Arcos, 1989) disminuyen el rendimiento aproximadamente del 10 al 15% pudiendo llegar hasta el 70% en años con escasa precipitación y en terrenos de textura arenosa.

2.2.3.7. Manejo integrado del nematodo.

Se consideran las piezas fundamentales sobre las que deben marchar el manejo integrado de nematodos el uso de cultivares resistentes, cultivares susceptibles y tolerantes, la rotación de cultivos, complementando con otras alternativas de manejo como la remoción del suelo, sanidad de los tubérculos y semillas, la eliminación de plantas voluntarias, la aplicación de enmiendas

orgánicas y productos químicos, no hospedantes contribuirán a mejorar los rendimientos. (González y Franco, 1993).

2.2.3.8. Región y Zonificación Agroecológica.

Tapia (1997), teniendo en cuenta los estudios climáticos de Grace (*op cit*) y el ensayo de regionalización transversal del Perú de Pulgar Vidal (1946), quien emplea el conocimiento y la nomenclatura campesina de los pisos ecológicos y su correlación con la distribución de cultivos y ganadería, hace una propuesta de categorización jerárquica de la región Sierra peruana, o los andes, en seis Subregiones y dentro de éstas diferencia Zonas Agro ecológicas (ZA) y, a una escala local, Zonas Homogéneas de Producción (ZHP). Para el caso específico de la Región Altiplano del Titicaca propone seis Zonas Agro ecológicas las mismas que son:

- Zona Agro ecológica Circunlacustre
- Zona Agro ecológica Suni Baja
- Zona Agro ecológica Suni Alta
- Zona Agro ecológica Puna Húmeda
- Zona Agro ecológica Puna Seca
- Zona Agro ecológica Cordillera.

2.2.3.8.1. Zona Agro ecológica Circunlacustre.

En la Zona Agro ecológica Circunlacustre, a pesar de la elevada altitud (3800 m.s.n.m), se practica una agricultura continua, semi intensiva y está densamente poblada. Los límites de la Zona Agro ecológica Circunlacustre varían de 1 a 6 Km. de distancia al lago, según existan cerros o colinas y el efecto termorregulador del lago Titicaca permite un número suficiente de días sin heladas (150 – 180), con menor riesgo de pérdida de la cosecha con respecto a las otras Zonas Agro ecológicas. Se caracteriza por presentar, en promedio, una temperatura máxima de 19°C, una mínima de 5°C, y una mínima absoluta de 2°C bajo cero. La precipitación anual acumulada alcanza 700 mm. y generalmente se cultiva una diversidad genética de papas dulces y en menor proporción papas amargas de las especies *Solanum curtilobum* y *Solanum ajanhuiri* (Tapia, 1997).

2.2.3.8.2. Zonas de producción de papa.

Las Zonas Agro ecológicas: Circunlacustre, Suni o Altiplano y Puna Húmeda, con sus Zonas homogéneas de producción: Ladera, pie de ladera y pampa, Zona Quechua (Ceja de Selva), constituyen las Zonas de mayor producción de papa en Puno (Arcos y Cahuana, 2002).

2.2.4. Métodos para la obtención de quistes.

2.2.4.1. Método modificado de Fenwick para la extracción de quistes (Fenwick 1940 y Oostenbrink 1950).

Materiales:

- 100 cc de suelo
- Equipo de Fenwick modificado: Consiste en un embudo colocado sobre una especie de jarra. El embudo tiene en la base de su parte ensanchada un tamiz de 1 mm de tamaño de poro. La jarra tiene forma trapezoidal, en su parte superior presenta los soportes del embudo y una aleta inclinada que bordea la jarra como collar, pero que termina en un solo conducto. La jarra en su parte inferior tiene un tapón que se retira para enjuagarla y limpiarla.
- Tamiz de 175 μm de tamaño de poro
- Embudo de más o menos 10 cm de diámetro
- Embudo de 15 cm de diámetro
- Papel filtro o papel facial
- Erlenmeyers de 500 ml de capacidad
- Fiolas de 250 ml de capacidad
- Placas Petri

Procedimiento:

1. Colocar 100 cc de suelo sobre el tamiz del embudo de equipo de Fenwick y coloque el tamiz de 175 μm para recibir lo que rebalsa de la jarra.
2. Lave el suelo colocado en el tamiz del embudo, hasta que solo queden retenidas piedras, restos de raíces y material orgánico. Las partículas pesadas del suelo se van depositando en la base inclinada y la parte inferior de la jarra. Algunas partículas pequeñas de suelo, quistes y restos orgánicos flotan, rebalsan, salen a través de la aleta de la jarra y se depositan en el tamiz de 175 μm (si espera encontrar especies de quistes más pequeños puede usar un tamiz de menor tamaño de poro). Las partículas menores de 175 μm y agua pasan a través del tamiz. Los quistes y restos orgánicos quedan retenidos en el tamiz. Retire el tapón de la parte inferior de la jarra para desaguarla y deje limpio el equipo.
3. Coloque un pedazo de 10 x 10 cm de tela (tul fino) sobre un círculo de metal y malla metálica, soldados a la parte superior de un soporte de metal.
4. Los quistes y material orgánico que quedaron en el tamiz de 175 μm concéntrelos en un solo lado del tamiz y con una pizeta y un embudo transfíralos a un Erlenmeyer de 500 ml. Los quistes y restos orgánicos flotan, algunos restos orgánicos y partículas de suelo sedimentan. Decante la suspensión del Erlenmeyer sobre la tela del soporte de metal.

5. Los quistes y restos orgánicos quedan retenidos en la tela, el agua pasa a través de la tela. Doble los bordes de la tela, asegúrelos con un clip y puede hacerlos secar a temperatura ambiente o con un desecador.
6. Luego de secado la tela calada o el papel filtro, se puede observar al estereoscopio.

2.3. MARCO CONCEPTUAL.

Ciclo biológico:

Sucesión de formas que se producen en el crecimiento y desarrollo del microorganismo.

Ciclo de enfermedad:

Todos los eventos incluidos en el desarrollo de la enfermedad, incluyendo las etapas de desarrollo del patógeno y el efecto de la enfermedad sobre el hospedero.

Ciclo de vida:

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

Diagnosis:

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

Densidad poblacional:

La densidad de población (también denominada formalmente población relativa, para diferenciarla de la absoluta) se refiere a la distribución del número de individuos a través del territorio de una unidad funcional o administrativa (continente, país, estado, provincia, departamento, distrito, etc.).

Ectoparásito:

Parásito que se nutre sobre su hospedero desde el exterior.

Endoparásito:

Organismo parásito que vive dentro del huésped.

Enfermedad endémica:

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

Estilete:

Estructura en forma de lanza hueca sujeta con fuertes músculos que es retractable y que caracteriza a los nematodos parásitos de plantas. Funciona como boca y a la vez como órgano de penetración, succión para alimentarse del contenido de las células. También despachan sustancias químicas como enzimas que disuelven paredes celulares o estimulan la formación de células gigantes.

Fitopatógeno:

Término que se aplica a los microorganismos que producen enfermedades en las plantas.

Factores edafológicos:

Elementos constituyentes del suelo importantes en la composición del suelo, dentro de ello se tiene a la textura, estructura, materia orgánica, pH entre otros.

Factores climáticos:

Los factores climáticos son los relacionados con las características climáticas de cada Zona. Por ejemplo, se tiene a la precipitación pluvial, la temperatura etc.

Hospedante:

Planta que proporciona un medio adecuado para el desarrollo de un patógeno.

Hospedero:

Planta que es invadida por un parásito y de la cual éste obtiene sus nutrientes. Cultivo que multiplica al nematodo.

Infestación:

Invasión de un organismo vivo por agentes parásitos (patógenos) externos o internos, cuyo objetivo de estos parásitos es su supervivencia a costa del huésped.

Infección:

Invasión de un organismo vivo por microorganismos (bacterias y virus) que tienen como objetivo su reproducción en el organismo infestado, causando en muchas ocasiones la muerte del mismo.

Incidencia:

El conocimiento sobre la presencia o ausencia de un nematodo fitoparásito en un área, Zona o región determinada. La incidencia de una enfermedad describe la proporción de individuos infectados dentro de una población de hospederos.

Nematodo fitoparásito:

Son aquellos nematodos equipados con una lanza o aguja filuda y hueca propulsada por un fuerte músculo denominado estilete, que tiene la habilidad de punzar y succionar los líquidos de las células para alimentarse.

Nodulaciones radiculares:

Deformaciones en las raíces que parecen nudos (hiperplasia).

Quiste:

Zoospora enquistada (en hongos); en nematodos, los restos de las hembras adultas del género Heterodera, Globodera que contiene huevos.

Rosario:

Con arreglo en la forma de las cuentas de un collar.

Síntoma:

Reacciones o alteraciones internas y externas que sufre una planta como resultado de su enfermedad.

Variedad:

Grupo de individuos cultivados que se distinguen por algunos caracteres importantes para los fines de la agricultura, horticultura o silvicultura y que, cuando se reproducen (sexual o asexualmente) retienen sus características distintivas.

Zona:

Una determinada división del espacio geográfico, de amplitud muy variable, ya sea a nivel planetario (Zonas climáticas, Zonas de vegetación), regional o, simplemente, urbano.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.

3.1.1. Ámbito de estudio.

Se realizó en los principales campos de cultivo de papa de la campaña agrícola 2010-2011, distribuida en la Zona Agro ecológica Circunlacustre del lago Titicaca perteneciente al lado Peruano. Para cumplir con este propósito se realizaron acciones de coordinación con la Dirección Regional Agraria-Puno y las Agencias Agrarias de: Yunguyo, Juli, Collao, Salcedo, Huancané y Moho.

3.1.2. Tipo y diseño de investigación.

El tipo de investigación corresponde a una investigación aplicada por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad (Carrasco, 2006).

Asimismo corresponde a un diseño transversal descriptivo correlacional/causal toda vez que la investigación se realizó sin manipular deliberadamente las variables de la presente investigación (Valderrama, 2007).

3.1.3. Universo, población y muestra.

3.1.3.1. Universo.

El universo estuvo conformado por los campos de cultivo de papa que se encontraron ubicados en la Zona Agro ecológica Circunlacustre del lago Titicaca perteneciente al lado peruano.

3.1.3.2. Población.

Fueron los campos de cultivo de papa ubicados en las localidades de las provincias de Yunguyo, Chucuito, El Collao, Puno, Huancané y Moho.

3.1.3.3. Muestra.

Se tomaron cuatro muestras al azar (cuatro plantas de papa y cuatro muestras de suelo de la rizosfera de la raíz) por localidad, número suficiente de muestras que aseguran que son representativas de la situación del campo (parcela), alcanzando un equilibrio entre el tiempo necesario para tomar las muestras y los medios disponibles (Coyne, *et al.*, 2007).

3.1.4. Técnicas, instrumentos, fuentes de recolección de datos.

3.1.4.1. Técnicas.

Se procedió a tomar las muestras de raíces y de suelo tomando en consideración la técnica de muestreo en zigzag, o W, denominado también muestreo sistemático ya que este representa un modo más estructurado de tomar muestras debido a que considera la naturaleza del campo y la distribución del nematodo, la toma de muestras se efectuó en la época de floración del cultivo de papa, para el caso de nódulos se procedió a sacar la planta con mucho cuidado y con la totalidad de raíces sin arrancarlas con ayuda de paletas de jardinero simultáneamente se procedió a tomar las muestras de suelo de la rizosfera de la planta (Scurrah, 2008 y Coyne, *et al.*, 2007). Posteriormente valiéndonos de la técnica de la observación se procedió al conteo del número de nódulos de *Nacobbus* spp., por raíz por planta, información que fue comparada con la escala propuesta por (Ramos, *et al.*, 1998), para determinar los grados de infestación para este nematodo.

CUADRO 3

ESCALA DE INFESTACIÓN DEL SUELO POR *Nacobbus aberrans*, A
 TRAVÉS DEL NÚMERO DE NÓDULOS EN RAÍCES

Grado	Número de nódulos	Infestación del suelo
0	0	Libre
1	1-10	Ligera
2	11-30	Moderada
3	31-75	Elevada
4	>75	Fuerte

Fuente: Rivera, *et al.*, 1993

Posteriormente se separaron las muestras de suelo en bolsas de polietileno con su correspondiente etiqueta de identificación tanto para la obtención de quistes así como para su análisis físico químico. El número de quistes se obtuvo mediante el método modificado de Fenwick por 100 g de suelo (Fenwick, 1940 y Oostenbrink, 1950), en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, resultados que fueron cotejados con la escala propuesta por (Gonzales y Franco, 1993).

CUADRO 4
ESCALA DE EVALUACIÓN PARA LA PRUEBA DE CAMPO UTILIZANDO
TUBÉRCULOS PARA *Globodera* spp.

Grado	Número de quistes	Calificación
0	0	Nula
1	1-15	Lijera
2	16-50	Moderada
3	>50	Elevada

Fuente: Gonzales y Franco, 1993

Mientras que el análisis físico químico de suelos se realizó en el laboratorio de Análisis de la Estación Experimental Illpa-Puno anexo Salcedo perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, finalmente se adquirieron registros de los factores climáticos como son de precipitación y temperatura del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI-Puno).

3.1.4.2. Instrumentos de registro de datos.

Los instrumentos utilizados para el recojo de la información fueron las planillas y registros elaborados con este propósito como son: Planillas de evaluación para *Nacobbus* spp, planillas de evaluación para *Globodera* spp, y el registro de precipitación pluvial, temperatura, cuadros de los resultados de los análisis de suelos de los campos de producción de papa evaluados en la Zona Circunlacustre del lago Titicaca lado peruano los mismos que se pueden apreciar en los anexos.

3.1.4.3. Fuentes de recolección de datos.

La información se obtuvo de fuentes primarias y secundarias, es decir de los instrumentos propuestos para la presente investigación, del laboratorio de Fitopatología de la UNAP-FCA, del laboratorio de Análisis del INIA-Puno y del SENAMHI-Puno.

3.1.5. Procedimiento.

- a. Coordinación con la Dirección Regional Agraria-Puno y las Agencias Agrarias de la Zona Circunlacustre de del lago Titicaca.
- b. Coordinación con el SENAMHI-Puno y los laboratorios de Fitopatología de la UNAP-FCA y de Análisis del INIA-Puno.
- c. Ejecución de la prueba piloto con el 5% de la muestra (campaña agrícola 2009-2010), con la técnica descrita para medir las variables propuestas.
- d. Calibración del personal no profesional y profesional que participo en el trabajo de investigación.
- e. Supervisión por parte de los Jurados designados por la Escuela de Post Grado Programa de Doctorado de la Universidad Nacional del Altiplano para asegurar el cumplimiento del plan.

3.1.6. Plan de recolección de datos.

3.1.6.1. Selección y presentación por variables.

Se tomaron en cuenta las siguientes fases:

- a) Revisión de datos, para evaluar críticamente cada una de las planillas de evaluación utilizadas.
- b) Codificación de los datos, recomendando pre-codificar los datos en la etapa de recolección, transformando los datos en códigos numéricos, de acuerdo a la respuesta esperada en cada variable.
- c) Clasificación de los datos, según la codificación, escala y nivel de medición e indicadores de valoración de cada variable identificada en el estudio.
- d) Recuento de datos, de acuerdo a la técnica utilizada, para conseguir el plan de tabulación formando una matriz de datos, usando las aplicaciones de bases de datos entre otros, para crear tablas en blanco y facilitar el recuento de los datos.
- e) Presentación de datos. En base al plan de tabulación, que se requerirán para la investigación, las cuales sirvieron para la confección de las tablas definitivas y los gráficos respectivos para la presentación de los datos del estudio.

3.1.6.2. Utilización del procesador sistematizado computarizado.

Una vez que los datos fueron codificados estos se transfirieron a una matriz, almacenándose en un archivo y realizándose el control de calidad de los datos, luego precediéndose al procesamiento de los datos. El análisis de

datos se efectuó sobre la matriz de datos utilizando los software estadísticos disponibles en nuestra zona, realizándose las siguientes fases:

Fase 1: Seleccionar un programa de software estadístico para analizar la información.

Fase 2: Ejecutar el programa: SAS, Excel y SPSS.

Fase 3: Explorar los datos:

- a. Analizar descriptivamente los datos por variable,
- b. Visualizar los datos por variable.

Fase 4: Evaluar la confiabilidad y validez logradas por el instrumento de medición.

Fase 5: Analizar mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas. Análisis estadístico. Duncan al 95% de probabilidad.

Fase 6: Realizar análisis adicionales si se requiere.

Fase 7: Preparar los resultados para presentarlos (tablas, gráficas, cuadros, análisis de varianza).

3.1.7. Diseño de análisis.

3.1.7.1. Hipotesis de Investigación.

H1: La densidad poblacional de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. es diferente en los campos de cultivo de papa de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

H2: Los grados de infestación de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. son diferentes en el cultivo de papa de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

H3. Los factores edafoclimáticos influyen en los grados de infestación de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. en el cultivo de papa de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

3.1.7.2. Variables.

a. Variables independientes.

a.1. Características físico-químicas del suelo:

- Textura
- Estructura
- pH (Potencial de hidrógeno)
- C.E. (Conductividad eléctrica)
- M.O. (Materia orgánica)

a.2. Factores climáticos.

- T. MAX. (Temperatura máxima)
- T.MIN. (Temperatura mínima)
- pp. (Precipitación pluvial)

b. Variables dependientes.

b.1. Número de nódulos de *Nacobbus* spp.

b.2. Número de quistes de *Globodera* spp.

3.1.7.3. Diseño estadístico.

Para el cumplimiento del primer objetivo se utilizó el Diseño Bloque Completo al Azar, para conocer las diferencias estadísticas respecto a la población de géneros de nematodos en relación a las localidades en estudio junto a su correspondiente prueba de rango múltiple de Duncan, considerando como tratamientos a los géneros de nematodos y como bloques a las localidades en estudio donde se realizaron los muestreos de los diferentes campos de cultivo de papa. Para verificar la significancia estadística del modelo para las variables en estudio, se empleó el Análisis de Varianza (ANOVA) a un nivel de significación de 5% de error.

Cuyo modelo lineal aditivo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1,2,3 \\ j = 1,2,3,4,5 \end{cases}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la variable dependiente que corresponde: presencia o ausencia de nematodos.

μ : La media poblacional o constante común.

β_j : Es el efecto de la j-ésima bloque que corresponde a las localidades de las provincias de Yunguyo, Chucuito, El Collao, Puno, Huancané y Moho de la Zona Circunlacustre de del lago Titicaca lado peruano.

τ_i : Es el efecto verdadero de la i-ésimo género de nematodo.

ε_{ij} : Es el error experimental no controlable, y que se distribuye en forma normal con media cero y varianza constante. $\varepsilon_{ij} \approx N(0, \sigma^2)$

TABLA 1
ANOVA

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Localidades	$r - 1 =$			
Entre nematodos	$t - 1 =$			
Error Experimental	$(r-1)(t-1) =$			
Total	$tr-1 =$			

Fuente: Elaboracion propia

Para interpretar los resultados obtenidos de los campos infestados con los géneros de nematodos según los distritos se utilizo la prueba de Chi – Cuadrado

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(o_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

Donde:

o_{ij} = número observado de casos clasificados en la hilera i de la columna j.

e_{ij} = número de casos esperados conforme a la H_0 para ser clasificados en la hilera de la i de la columna j.

$$\sum_{i=1}^{\tau} \sum_{j=1}^k \text{indica sumar todas las celdillas}$$

Para analizar y representar los datos logrados calculando las medidas de tendencia central junto a gráficos de la incidencia poblacional de los nematodos por géneros por localidades se recurrió a la estadística descriptiva.

Para la consecución del segundo objetivo específico se aplicaron las escalas propuestas en los cuadros 3 y 4, ayudado por la estadística descriptiva para analizar y representar los datos.

Para el cumplimiento del tercer objetivo específico, se utilizó el modelo de Regresión Lineal Múltiple (RLM) para la infestación de *Nacobbus* spp y *Globodera* spp., en función a las variables independientes (edafológica y climática) con el propósito de conocer y predecir los niveles de influencia de la población de nematodos según las localidades en estudio, en el cultivo de papa., cuyo modelo es:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + \beta_5 X_{i5} + \beta_6 X_{i6} + e_i$$

Donde: Y_i es la infestación de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp.

X1=pH.

X2=C.E.

X3=M.O.

X4= T.MAX.

X5=T.MIN.

X6=pp.

Para el efecto se ha hecho uso del software estadístico SPSS versión 15.0, utilizando el procedimiento atrás (backward), el cual comienza incluyendo todas las variables en el modelo de regresión y se van eliminando regresores progresivamente de menor a mayor contribución específica hasta que ésta sea lo suficientemente significativa como para no poder ser eliminada.

Para el caso de textura y estructura del suelo se realizaron histogramas con el propósito de mostrar las diferencias entre localidades.

Además, se utilizaron diversos estadísticos: coeficiente de correlación (R), determinación (R²) y su valor ajustado (R² corregido); tabla del análisis de la varianza (ANOVA), Coeficientes del modelo de Regresión Lineal Múltiple. Complementando con figuras de las variables en estudio que se presentaron en el modelo de regresión múltiple (RLM).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. DENSIDAD POBLACIONAL DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum* spp.) DE LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERU.

4.1.1 Densidad poblacional de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. en el cultivo de papa (*Solanum* spp.) de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

En la Tabla 2 y Gráfico 1, se observa la presencia de los dos géneros de nematodos fitoparásitos *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. por localidades en estudio, destacando lo siguiente:

- a) La mayor cantidad de nódulos de *Nacobbus* spp. se encontraron en las localidades de Conima (M-48) 68 nódulos, Ccopamaya (P-21) 65 nódulos y Molino Sihuayro (Ch-17) 60 nódulos.

- b) La mayor cantidad de quistes de *Globodera* spp. se encontraron en las localidades de C.P. de Phamaya (Y-3) 52 quistes, Zona lago (H-42) 48 quistes y Cotacucho (H-43) 39 quistes.
- c) Promediando la suma de estos dos géneros de nematodos fitoparásitos (Interaccion) se tiene en mayor cantidad en las localidades de: Molino-Sihuayro (Ch-17) un promedio de 49 fitoparásitos, Conima (M-48) un promedio de 46.5 fitoparásitos y Ccopamaya (P-21) un promedio de 42 fitoparásitos.
- d) No se registraron la presencia de ambos géneros de nematodos fitoparásitos en las localidades de Cercado (P-26), Capano Selacachi (P-33), Huancollusco (H-36), Jasana Capallino (H-37), Tuni Requena (H-38), y la C.C. Umuchi (M-44).

Estos resultados logrados confirman lo manifestado por (Quispe, 2005), quien ratifica que en la región Sierra del Perú el principal problema nematológico es el "Nematodo quiste de la papa" *Globodera pallida* que se encuentra en toda la Sierra peruana y *Globodera rostochiensis* en la Sierra Sur a partir de Puno. Y el "Nematodo rosario" *Nacobbus aberrans* en el Altiplano, aunque se tiene reportes de su presencia en la Sierra Central del Perú.

TABLA 2
 NÚMERO DE NÓDULOS (*Nacobbus* spp.), QUISTES (*Globodera* spp.). Y
 PROMEDIOS POR LOCALIDAD DE LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL
 LAGO TITICACA-PERU.

Código	Provincia	Distrito	Localidad	Número de nódulos de <i>Nacobbus</i> spp./planta	Número de quistes de <i>Globodera</i> spp./100 g/suelo	Promedio de ambos géneros
Y-1	Yunguyo	Ollaraya	Parcialidad Pucara	12.0	35.0	23.50
Y-2	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Villurcuni	0.0	7.0	3.50
Y-3	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	8.0	52.0	30.50
Y-4	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	15.0	35.0	25.00
Y-5	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Pajana San Isidro	6.0	10.0	8.00
Y-6	Yunguyo	Ollaraya	Pajana San Isidro	18.0	8.0	13.00
Y-7	Yunguyo	Yunguyo	Parcialidad Chambi Chocaque	48.0	10.0	29.00
Y-8	Yunguyo	Yunguyo	Cercado (Barrio Miguel Grau)	17.0	5.0	11.00
Y-9	Yunguyo	Copani	Calacala	7.0	0.0	3.50
Ch-10	Chucuito	Zepita	Isani	5.0	0.0	2.50
Ch-11	Chucuito	Zepita	Jachapampa	29.0	0.0	14.50
Ch-12	Chucuito	Zepita	Huilacaya vertavejo	10.0	10.0	10.00
Ch-13	Chucuito	Pomata	Lampa Grande	12.0	3.0	7.50

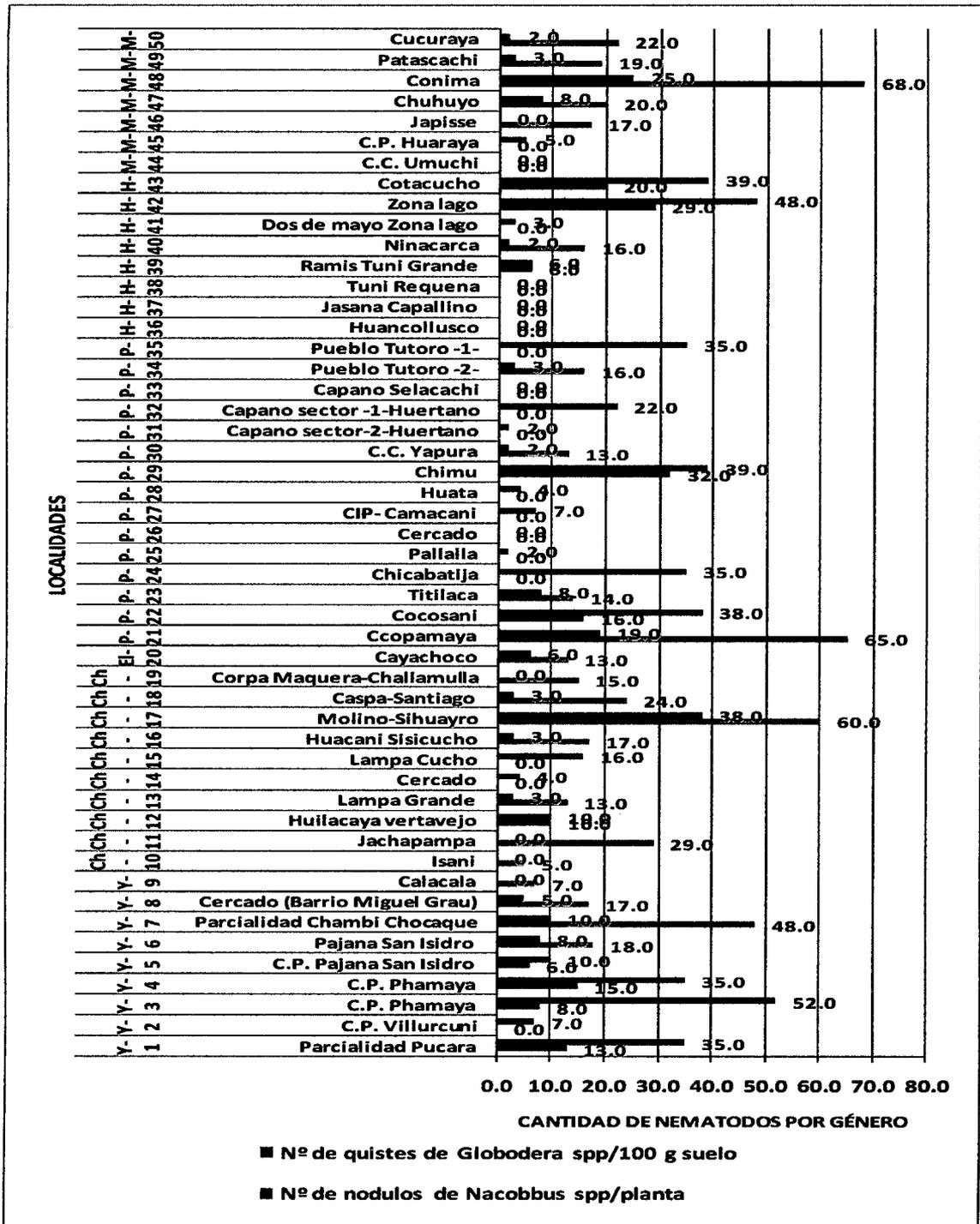
Ch-14	Chucuito	Pomata	Cercado	0.0	4.0	2.00
Ch-15	Chucuito	Pomata	Lampa Cucho	0.0	16.0	8.00
Ch-16	Chucuito	Pomata	Huacani Sisicucho	17.0	3.0	10.00
Ch-17	Chucuito	Juli	Molino- Sihuayro	60.0	38.0	49.00
Ch-18	Chucuito	Juli	Caspa- Santiago	24.0	3.0	13.50
Ch-19	Chucuito	Juli	Corpa Maquera- Challamulla	15.0	0.0	7.50
El-20	El Collao	Pilcuyo	Cayachoco	12.0	6.0	9.00
P-21	Puno	Acora	Ccopamaya	65.0	19.0	42.00
P-22	Puno	Acora	Cocosani	16.0	38.0	27.00
P-23	Puno	Platería	Titilaca	14.0	8.0	11.00
P-24	Puno	Platería	Chicabatija	0.0	35.0	17.50
P-25	Puno	Platería	Pallalla	0.0	2.0	1.00
P-26	Puno	Platería	Cercado	0.0	0.0	0.00
P-27	Puno	Platería	CIP- Camacani	0.0	7.0	3.50
P-28	Puno	Huata	Huata	0.0	4.0	2.00
P-29	Puno	Puno	Chimu	32.0	39.0	35.50
P-30	Puno	Capachica	C.C. Yapura	13.0	2.0	7.50
P-31	Puno	Capachica	Capano sector-2- Huertano	0.0	2.0	1.00
P-32	Puno	Capachica	Capano sector -1-Huertano	0.0	22.0	11.00
P-33	Puno	Capachica	Capano Selacachi	0.0	0.0	0.00
P-34	Puno	Capachica	Pueblo Tutoro -2-	16.0	3.0	9.50

P-35	Puno	Capachica	Pueblo Tutoro -1-	0.0	35.0	17.50
H-36	Huancané	Taraco	Huancollusco	0.0	0.0	0.00
H-37	Huancané	Taraco	Jasana Capallino	0.0	0.0	0.00
H-38	Huancané	Taraco	Tuni Requena	0.0	0.0	0.00
H-39	Huancané	Taraco	Ramis Tuni Grande	6.0	6.0	6.00
H-40	Huancané	Huancané	Ninacarca	16.0	2.0	9.00
H-41	Huancané	Conima	Dos de mayo Zona lago	0.0	3.0	1.50
H-42	Huancané	Huancané	Zona lago	29.0	48.0	38.50
H-43	Huancané	Huancané	Cotacucho	20.0	39.0	29.50
M-44	Moho	Moho	C.C. Umuchi	0.0	0.0	0.00
M-45	Moho	Moho	C.P. Huaraya	0.0	5.0	2.50
M-46	Moho	Moho	Japisse	17.0	0.0	8.50
M-47	Moho	Moho	Chuhuyo	20.0	8.0	14.00
M-48	Moho	Moho	Conima	68.0	25.0	46.50
M-49	Moho	Tilali	Patascachi	19.0	3.0	11.00
M-50	Moho	Moho	Cucuraya	22.0	2.0	12.00
Total				688.0	603.0	
Promedio General				13.8	12.1	

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 1

NÚMERO DE NÓDULOS (*Nacobbus* spp.) y QUISTES (*Globodera* spp.)
 ENCONTRADOS EN LAS LOCALIDADES PERTENECIENTES A LA ZONA
 CIRCUN LACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERU.



Fuente: Elaboración propia

Con el propósito de saber si hay diferencias estadísticas entre las localidades en estudio y los dos géneros de nematodos fitoparásitos (*Nacobbus* spp y *Globodera* spp.) encontrados en la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú., se desarrolló el análisis de varianza (Tabla 3).

En la Tabla 3, se observa que para las localidades en estudio existe diferencia estadística significativa, dándonos a entender que la incidencia de nematodos fitoparásitos (*Nacobbus* spp. y *Globodera* spp.) es variada según la localidad en estudio. Para el caso de los dos géneros de nematodos fitoparásitos en estudio no existe diferencia estadística significativa, indicándonos que el promedio de los dos géneros de nematodos se distribuyen de forma pareja en la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

El coeficiente de variación fue de 55.94%, mostrándonos que no se alcanzó precisión al realizar el análisis de datos, debido probablemente a la amplia variación de datos existente por localidades en estudio.

TABLA 3

ANALISIS DE VARIANZA PARA *Nacobbus* ssp. y *Globodera* spp. POR LOCALIDADES

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Signif.
Localidad	49	244.8185833	4.9962976	1.61	*
Géneros de nematodos	1	0.9439929	0.9439929	0.30	n.s.
Error experimental	49	152.5052514	3.1123521		
Total correcto	99	398.2678276			

CV=55.94%

Fuente: Elaboración propia

Ante la significancia estadística para localidad se procedió a realizar la correspondiente prueba de medias de Duncan.

La tabla 4, nos muestra la prueba de medias de Duncan al 0.05 de probabilidad, donde se observa que la localidad Molino-sihuayro (Ch-17) matemáticamente ocupa de manera absoluta el primer lugar con un promedio de 49 nematodos de ambos géneros, mostrando que es en esta localidad donde se concentran en mayor cantidad de los dos géneros de nematodos, pero estadísticamente se puede apreciar que los tratamientos del 1 al 31 son similares, asimismo las localidades del 45 al 50 ocupan los últimos lugares debido a que no se registraron la presencia de estos dos fitoparásitos.

TABLA 4
PRUEBA DE MEDIAS DE DUNCAN AL 0.05 DE PROBABILIDAD PARA
LOCALIDADES.

Nº	Código	Localidades	Datos reales. Promedio de nódulos de (<i>Nacobbus</i> spp. y quistes de <i>Globodera</i> spp.)	Datos transformados $a\sqrt{(X+1)}$ Promedio de nódulos de (<i>Nacobbus</i> spp. y quistes de <i>Globodera</i> spp.)	Signif. 0.01
1	Ch-17	Molino-Sihuayro	49.00	7.028	a
2	M-48	Conima	46.50	6.703	a b
3	P-21	Ccopamaya	42.00	6.298	a b c
4	P-29	Chimu	35.50	6.035	a b c d
5	H-43	Cotacucho	34.00	5.791	a b c d e
6	Y-3	C.P. Phamaya	30.00	5.184	a b c d e f
7	Y-7	Parcialidad Chambi Chocaque	29.00	5.158	a b c d e f
8	P-22	Cocosani	27.00	5.140	a b c d e f
9	Y-4	C.P. Phamaya	25.00	5.000	a b c d e f
10	Y-1	Parcialidad Pucara	24.00	4.871	a b c d e f
11	H-41	Dos de mayo Zona lago	19.50	3.791	a b c d e f
12	P-35	Pueblo Tutoro -1	17.50	3.739	a b c d e f
13	P-24	Chicabatija	17.50	3.679	a b c d e f
14	H-42	Zona lago	16.00	3.662	a b c d e f
15	Ch-11	Jachapampa	14.50	3.500	a b c d e f

16	M-47	Chuhuyo	14.00	3.500	a b c d e f
17	Ch-18	Caspa-Santiago	13.50	3.500	a b c d e f
18	Y-6	Pajana San Isidro	13.00	3.436	a b c d e f
19	M-50	Cucuraya	12.50	3.398	a b c d e f
20	P-23	Titilaca	11.00	3.346	a b c d e f
21	Y-8	Cercado (Barrio Miguel Grau)	11.00	3.317	a b c d e f
22	P-32	Capano sector -1- Huertano	11.00	3.239	a b c d e f
23	M-49	Patascachi	10.50	3.194	a b c d e f
24	Ch-16	Huacani Sisicucho	10.00	3.121	a b c d e f
25	Ch-12	Huilacaya vertavejo	10.00	3.102	a b c d e f
26	P-34	Pueblo Tutoro -2	9.50	3.062	a b c d e f
27	EI-20	Cayachoco	9.50	2.981	a b c d e f
28	H-40	Ninacarca	9.00	2.928	a b c d e f
29	M-46	Japisse	8.50	2.898	a b c d e f
30	Y-5	C.P. Pajana San Isidro	8.00	2.871	a b c d e f
31	Ch-13	Lampa Grande	8.00	2.737	a b c d e f
32	Ch-15	Lampa Cucho	8.00	2.646	b c d e f
33	P-30	C.C. Yapura	7.50	2.621	b c d e f
34	Ch-19	Corpa Maquera-Challamulla	7.50	2.562	b c d e f
35	H-39	Ramis Tuni Grande	6.00	2.500	b c d e f
36	P-27	CIP- Camacani	3.50	1.914	c d e f
37	Y-2	C.P. Villurcuni	3.50	1.914	c d e f
38	Y-9	Calacala	3.50	1.914	c d e f
39	M-45	C.P. Huaraya	2.50	1.725	d e f
40	Ch-10	Isani	2.50	1.725	d e f
41	Ch-14	Cercado	2.00	1.618	e f
42	P-28	Huata	2.00	1.618	e f

43	P-25	Pallalla	1.00	1.366	f
44	P-31	Capano sector-2-Huertano	1.00	1.366	f
45	M-44	C.C. Umuchi	0.00	1.000	f
46	H-36	Huancollusco	0.00	1.000	f
47	P-33	Capano Selacachi	0.00	1.000	f
48	P-26	Cercado	0.00	1.000	f
49	H-37	Jasana Capallino	0.00	1.000	f
50	H-38	Tuni Requena	0.00	1.000	f

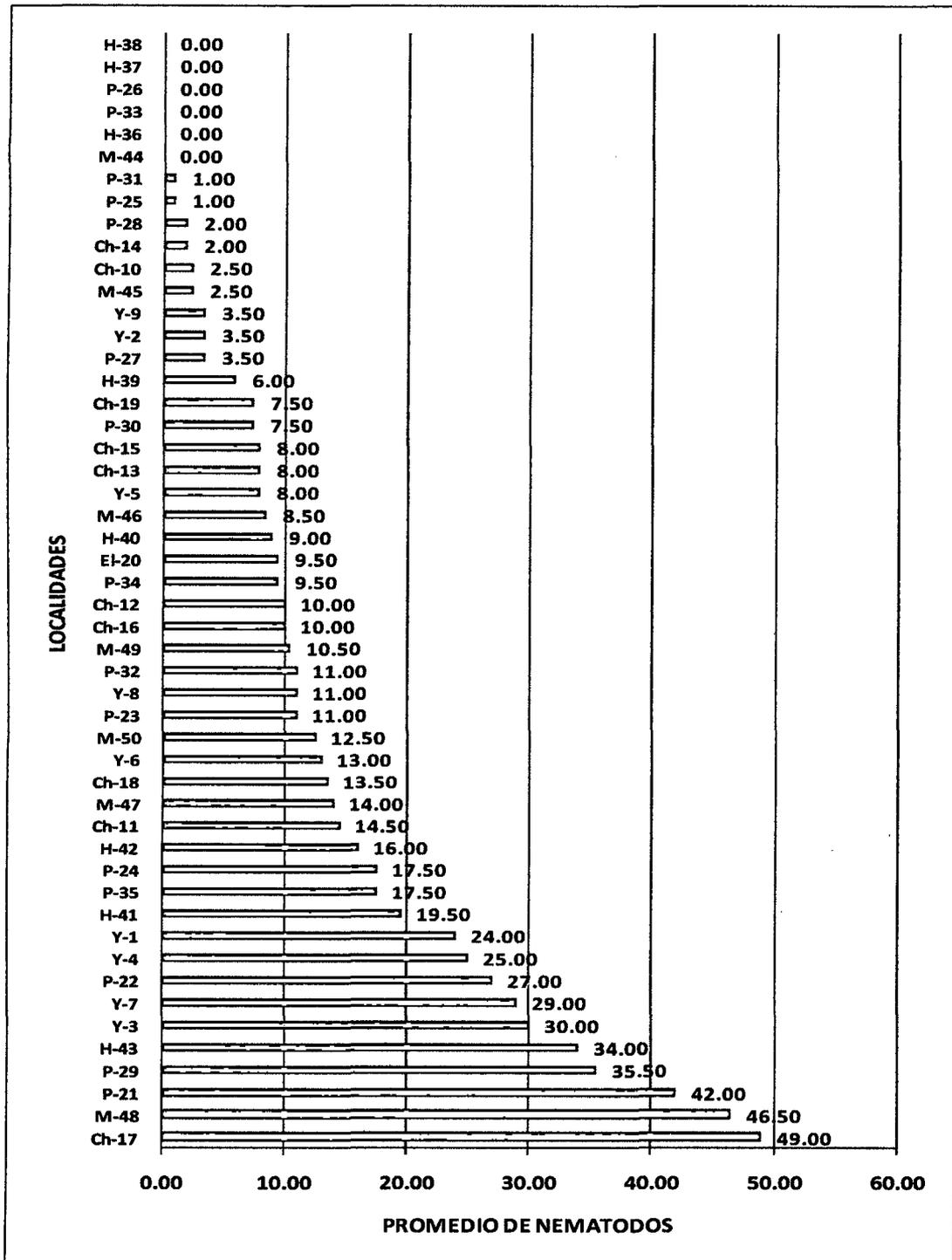
Nota. *Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes*

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2, se muestra también las diferencias existentes entre el promedio de ambos géneros de nematodos encontrados, mostrándonos las localidades libres de la presencia de ambos fitoparásitos códigos H-38 (Tuni Requena), H-37 (Jasana Capallino), P-26 (Cercado), P-33 (Capano Selacachi), H-36 (Huancollusco) a M-44 (C.C. Umuchi) y aquellas tres localidades que mostraron mayor presencia de ambos nematodos fitoparásitos códigos P-21 (Ccopamaya), M-48 (Conima) y Ch-17 (Molino-Sihuayro). Lo apreciado en la Tabla 4 y Gráfico 2, probablemente se deba a que en suelos agrícolas, el límite superior de la población para cualquier especie de nematodos parásitos de plantas, depende de su potencia reproductora, de la especie de planta huésped y de la duración del periodo que el nematodo permanece en medio ambiente favorable para la reproducción (Mesa, 1999).

GRÁFICO 2

POBLACIÓN PROMEDIO DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. POR LOCALIDADES DE LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERÚ



Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Densidad poblacional de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. por provincias de la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

4.1.2.1. Provincia de Yunguyo.

La Tabla 5 y Gráfico 3, muestran los resultados de la incidencia de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp., para la provincia de Yunguyo, donde se evaluaron 3 distritos con sus correspondientes localidades, en el cual los resultados indican que de un total de 132.00 nódulos de *Nacobbus* spp. encontrados la mayor cantidad de nódulos (65) corresponde al distrito de Yunguyo en las localidades de: Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7) y Cercado Barrio Miguel Grau (Y-8) representando el 49.24% de incidencia, estando presentes en las variedades de papa como son: Imilla blanca, ccompis, imilla negra, chaska y saq'anpaya.

Por otro lado de un total de 163.00 quistes de *Globodera* spp. la mayor cantidad de quistes (148) corresponden al distrito de Ollaraya y las localidades de: Parcialidad pucara (Y-1), C.P. Villurcuni (Y-2), C.P. Phamaya (Y-3) y C.P. Pajana San Isidro (Y-6) representando el 90.80% de incidencia, donde se cultivaron las variedades de papa: imilla rosada, imilla negra, imilla blanca, waych'a, sani imilla, chaska, waych'a, y alq'a, tal como se puede observar en los anexos.

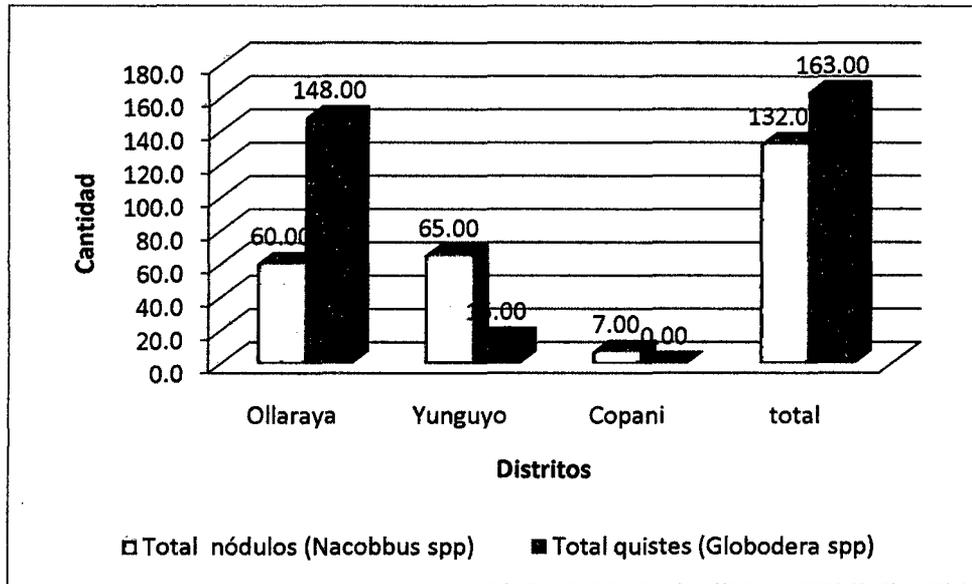
El total de nódulos mas quistes encontrados en la provincia de Yunguyo suman 295 nematodos fitoparásitos en las diferentes variedades de papa cultivadas en este ámbito.

TABLA 5
INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE YUNGUYO POR DISTRITOS Y LOCALIDADES

Distrito	Localidad	Total nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	% de incidencia de nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	Total quistes (<i>Globodera</i> spp.)	% de incidencia quistes (<i>Globodera</i> spp.)	Total nematodos
Ollaraya	Parcialidad pucara, C.P. Villurcuni, C.P. Phamaya, C.P. Pajana San Isidro	60.00	45.45	148.00	90.80	208.00
Yunguyo	Parcialidad Chambi Chocaque, Cercado (Barrio Miguel Grau)	65.00	49.24	15.00	9.20	80.00
Copani	Calacala	7.00	5.30	0.00	0.00	7.00
	TOTAL	132.00	100.00	163.00	100.00	295.00

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 3

CANTIDAD DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE YUNGUYO POR DISTRITOS

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6, nos muestra la prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de los campos de cultivo de papa con los géneros de nematodos fitoparásitos *Nacobbus* spp y *Globodera* spp., de los distritos evaluados pertenecientes a la provincia de Yunguyo, los resultados nos indican que existe una diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), dándonos a entender que la incidencia de estos dos géneros varía significativamente según los distritos de la provincia de Yunguyo. Además se concluye que existe asociación entre ambas variables, es decir los géneros de nematodos en relación a los distritos de la provincia de Yunguyo.

TABLA 6

PRUEBA DE CHI-CUADRADO PARA LA INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE YUNGUYO POR DISTRITOS

Frecuencias observadas			
	Géneros de nematodos		
Distritos	<i>Nacobbus</i> spp.	<i>Globodera</i> spp.	Total
Ollaraya	60.00	148.00	208.00
Yunguyo	65.00	15.00	80.00
Copani	7.00	0.00	7.00
Total	132.00	163.00	295.00
Frecuencias esperadas			
Ollaraya	93.07	114.93	208.00
Yunguyo	35.80	44.20	80.00
Copani	3.13	3.87	7.00
Total	132.00	163.00	295.00

$X^2 = 73.03 / X^2 > 5.99$ Significativo (*)

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. Provincia de Chucuito.

La Tabla 7 y el Gráfico 4, muestra los resultados de la incidencia de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp., en la provincia de Chucuito, donde se evaluaron 3 distritos con sus respectivas localidades, en el que para el caso de *Nacobbus* spp., de un total de 173.00 nódulos encontrados, 99.00 nódulos corresponde al distrito de Juli y sus localidades: Molino-Sihuayro (Ch-17), Caspa-Santiago (Ch-18) y Corpa Maquera-Challamulla (Ch-19) representando el 57.23% de incidencia, en las variedades de papa: Imilla blanca, ccompis, imilla negra, peruanita, chaska y saq'anpaya.

Además de un total de 77.00 quistes encontrados, 41.00 quistes corresponden al distrito de Juli y sus localidades: Molino-Sihuayro Ch-17), Caspa-Santiago (Ch-18) y Corpa Maquera-Challamulla (Ch-19) representando el 53.25% de incidencia, en las variedades de papa como son: Imilla blanca, Imilla negra, Chaska, Ccompis, Peruanita y Saq'anpaya, tal como se puede apreciar en los anexos.

El total de nódulos mas quistes registrados en la provincia de Chucuito fueron de 250.00 nematodos fitoparásitos cuyas diferencias se pueden apreciar en el gráfico 4.

TABLA 7
INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE CHUCUITO POR DISTRITOS Y LOCALIDADES

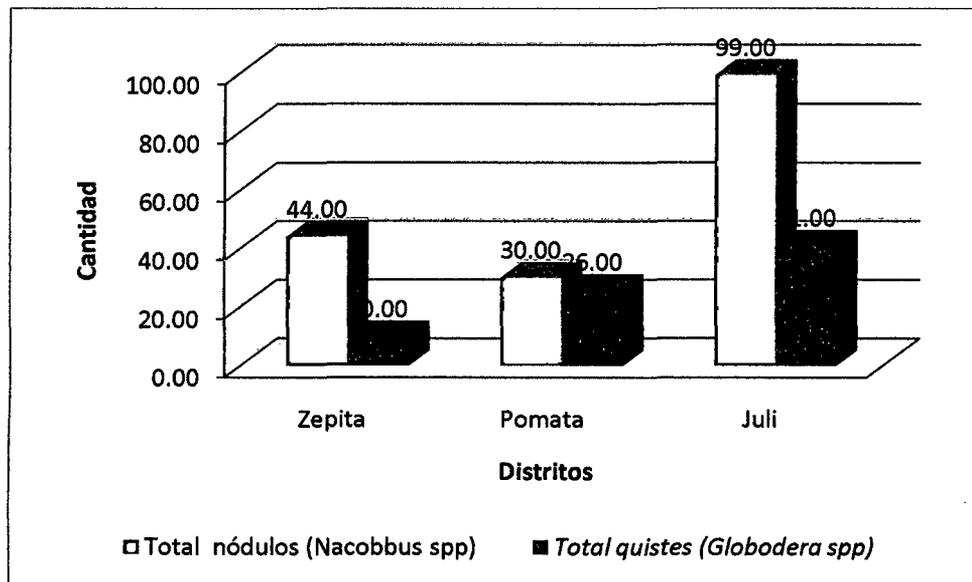
Distrito	Localidad	Total nódulos (<i>Nacobbus</i> spp)	% de incidencia de nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	Total quistes (<i>Globodera</i> spp.)	% de incidencia quistes (<i>Globodera</i> spp.)	Total nemato- dos
Zepita	Isani, Jachapampa, y Huillacaya vertavejo	44.00	25.43	10.00	12.99	54.00
Pomata	Lampa Grande, Cercado, Lampa Cucho y Huacani Sisicucho	30.00	17.34	26.00	33.77	56.00

Juli	Molino-Sihuayro, Caspa-Santiago y Corpa Maquera- Challamulla	99.00	57.23	41.00	53.25	140.00
	TOTAL	173.00	100.00	77.00	100.00	250.00

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 4

CANTIDAD DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE CHUCUITO POR DISTRITOS



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 8, nos muestra la prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de los campos de cultivo de papa con los géneros de nematodos fitoparásitos *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp., de los distritos evaluados pertenecientes a la provincia de Chucuito, los resultados nos indican que existe una diferencia

estadística significativa ($p \leq 0.05$), dándonos a entender que la incidencia de estos dos géneros varía significativamente según los distritos de la provincia de Chucuito. Además se concluye que existe asociación entre ambas variables, es decir los géneros de nematodos en relación a los distritos de la provincia de Yunguyo.

TABLA 8

PRUEBA DE CHI-CUADRADO PARA LA INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE YUNGUYO POR DISTRITOS

Frecuencias observadas			
	Generos de nematodos		
Distritos	<i>Nacobbus</i> spp.	<i>Globodera</i> spp.	Total
Ollaraya	44.00	10.00	54.00
Yunguyo	30.00	26.00	56.00
Copani	99.00	41.00	140.00
total	173.00	77.00	250.00
Frecuencias esperadas			
Ollaraya	37.37	16.63	54.00
Yunguyo	38.75	17.25	56.00
Copani	96.88	43.12	140.00
total	173.00	77.00	250.00

$X^2 = 10.39$ / $X^2 < 5.99$ Significativo (*)

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Provincia de El Collao.

La Tabla 9, muestra los resultados de la incidencia de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp., como consecuencia de la evaluación del distrito de Pilcuyo y la localidad Cayachoco (El-20) donde se registraron un total de 13.00 nódulos de

Nacobbus spp., que corresponden al 100.00% de incidencia, en las variedades de papa: Imilla blanca, Imilla negra, Waych´a, y Peruanita.

Además de un total de 6.0 quistes encontrados, en la localidad de Cayachoco (EI-20) del distrito de Pilcuyo estos representan el 100% de incidencia en las variedades de papa: Imilla blanca, Imilla negra, Waych´a, y Peruanita.

Igualmente el total de nódulos mas quistes registrados en la provincia de El Collao fueron de 19 nematodos fitoparásitos cuyas diferencias se pueden apreciar en el Gráfico 5.

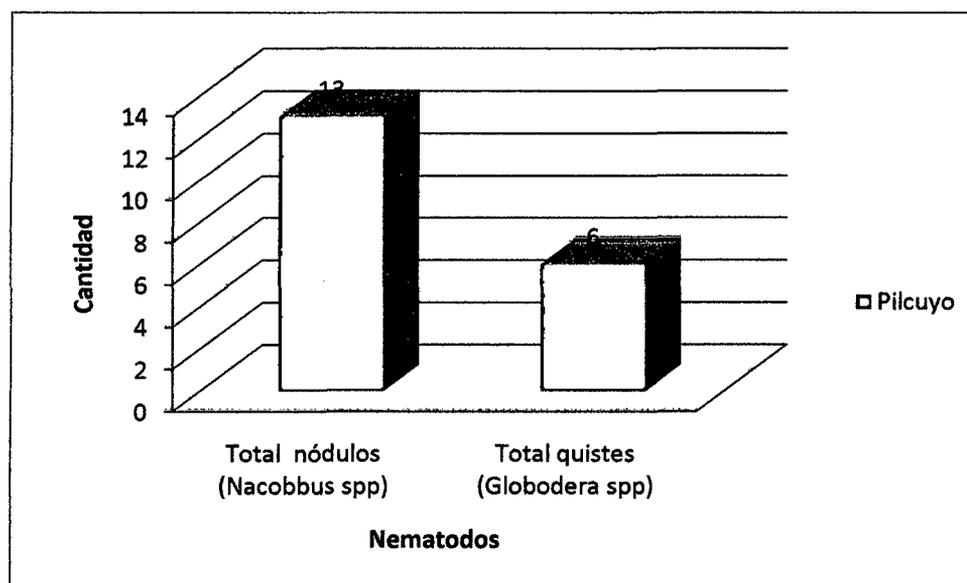
TABLA 9
INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE EL COLLAO POR DISTRITO Y LOCALIDAD

Distrito	Localidad	Total nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	% de incidencia de nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	Total quistes (<i>Globodera</i> spp.)	% de incidencia a quistes (<i>Globodera</i> spp.)	Total nematodos
Pilcuyo	Cayachoco	13	100%	6	100%	19

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 5

CANTIDAD DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE EL
COLLAO POR DISTRITO



Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4. Provincia de Puno.

La Tabla 10, muestra los resultados de la incidencia de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp, donde para la provincia de Puno, se evaluaron 5 distritos con sus respectivas localidades, cuyos resultados indican que de un total de 156.00 nódulos encontrados, 81.00 nódulos inciden en el distrito de Acora y las localidades de: Ccopamaya (P-21) y Cocosani (P-22) representando el 51.92% de incidencia en las variedades de papa: Peruanita, Q'eto Luk'i, Chaska, e Imilla negra.

Asimismo de un total de 216 quistes encontrados, 64 quistes inciden en el distrito de Capachica y las localidades de: C.C. Yapura (P-30), Capano sector-

2-Huertano (P-31), Capano sector -1-Huertano (P-32), Capano Selacachi (P-33), Pueblo Tutoro -2- (P-34) y Pueblo Tutoro -1- (P-35) representando el 29.63% de incidencia, en las variedades de papa: Andina, Imilla blanca, Imilla negra, Imilla rosada, Chaska, y Peruanita, tal como se puede observar en los anexos.

El total de nódulos mas quistes registrados en la provincia de Puno fueron de 372.00 nematodos fitoparásitos cuyas diferencias se pueden apreciar en la gráfica 6.

TABLA 10
INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE
PUNO POR DISTRITOS Y LOCALIDADES

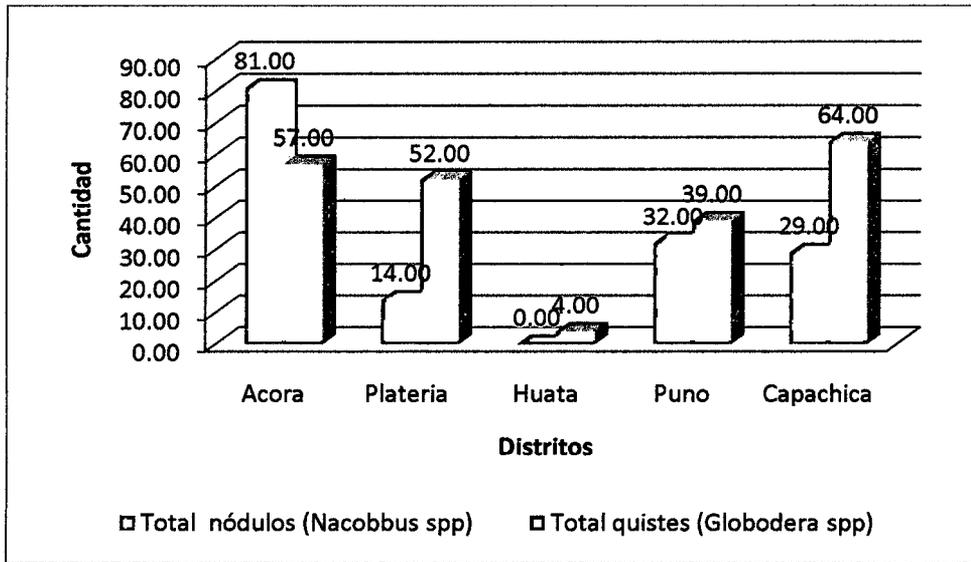
Distrito	Localidad	Total nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	% de incidencia de nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	Total quistes (<i>Globodera</i> spp.)	% de incidencia quistes (<i>Globodera</i> spp.)	Total nematodos
Acora	Ccopamaya, Cocosani	81.00	51.92	57.00	26.39	138.00
Plateria	Titilaca, Chicabatija, Pallalla, Cercado, CIP Camacani	14.00	8.97	52.00	24.07	66.00
Huata	Huata	0.00	0.00	4.00	1.85	4.00
Puno	Chimu	32.00	20.51	39.00	18.06	71.00
Capachica	C.C. Yapura, Capano sector-2-	29.00	18.59	64.00	29.63	93.00

Huertano, Capano sector -1- Huertano, Capano Selacachi, Pueblo Tutoro -2- y Pueblo Tutoro -1-						
TOTAL	156.00	100.00	216.00	100.00	372.00	

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 6

CANTIDAD DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE PUNO POR DISTRITOS



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 11, nos muestra la prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de los campos de cultivo de papa con los géneros de nematodos fitoparásitos *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp., de los distritos evaluados pertenecientes a la provincia de Puno, los resultados nos indican que existe una diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), dándonos a entender que la incidencia de estos dos géneros varía significativamente según los distritos de la provincia de Puno. Al mismo tiempo se concluye que hay asociación entre ambas variables, es decir los géneros de nematodos en relación a los distritos de la provincia de Puno.

TABLA 11
PRUEBA DE CHI-CUADRADO PARA LA INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. Y
Globodera spp. DE LA PROVINCIA DE PUNO POR DISTRITOS

Frecuencias observadas			
Distritos	Nematodos		Total
	<i>Nacobbus</i> spp.	<i>Globodera</i> spp.	
Acora	81.00	57.00	138.00
Plateria	14.00	52.00	66.00
Huata	0.00	4.00	4.00
Puno	32.00	39.00	71.00
Capachica	29.00	64.00	93.00
Total	156.00	216.00	372.00
Frecuencias esperadas			
Acora	57.87	80.13	138.00
Plateria	27.68	38.32	66.00
Huata	1.68	2.32	4.00
Puno	29.77	41.23	71.00
Capachica	39.00	54.00	93.00
Total	156.00	216.00	372.00

$X^2 = 35.2$ / $X^2 > 9.49$ Significativo (*)

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.5. Provincia de Huancané.

La Tabla 12, muestra los resultados de la incidencia de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp, donde para la provincia de Huancané, se evaluaron 3 distritos con sus respectivas localidades, cuyos resultados indican que de un total de 71.00 nódulos encontrados, 65.00 nódulos inciden en el distrito de Huancané y las localidades de: Ninacarca (H-40), Zona lago (H-42) y Cotacucho (H-43) representando el 91.55 de incidencia en las variedades de papa: Imilla negra, Imilla blanca, Sani imilla, Tuni, Chaska, Peruanita, y Chaska.

Asimismo de un total de 98 quistes encontrados, 89 quistes inciden en el distrito de Huancané y las localidades de: Ninacarca (H-40), Zona lago (H-42) y Cotacucho (H-43) representando el 90.82% de incidencia, en las variedades de papa: Imilla negra, Imilla blanca, Sani imilla, Tuni, Chaska, Peruanita, y Chaska., tal como se puede observar en los anexos.

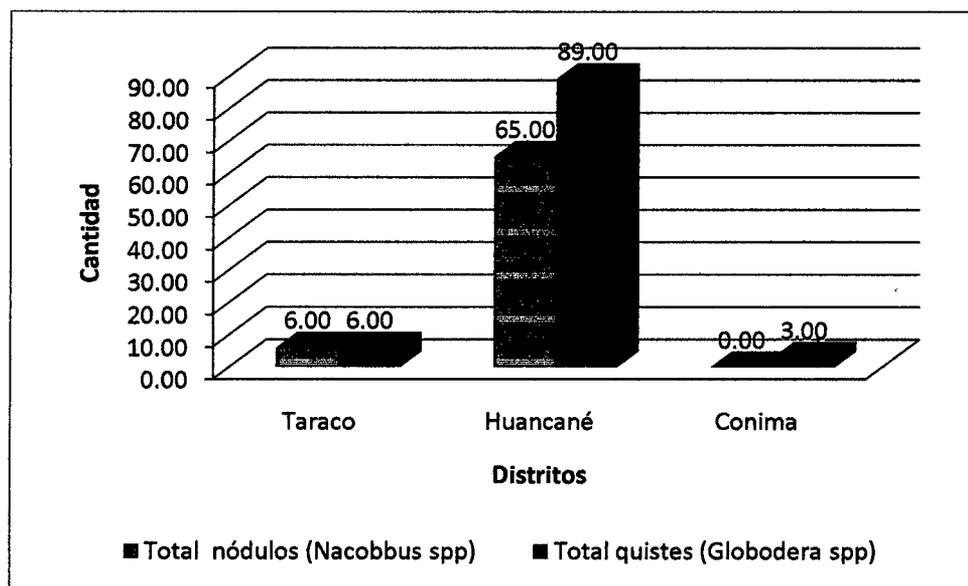
El total de nódulos mas quistes registrados en la provincia de Huancané fueron de 169.00 nematodos fitoparásitos cuyas diferencias se pueden apreciar en la Gráfica 7.

TABLA 12
 INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE
 HUANCANÉ POR DISTRITOS Y LOCALIDADES

Distrito	Localidad	Total nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	% de incidencia de nódulos (<i>Nacobbus</i> spp)	Total quistes (<i>Globodera</i> spp.)	% de incidencia quistes (<i>Globodera</i> spp.)	Total nemáto- dos
Taraco	Huancollusco, Jasana Capallino, Tuni Requena, Ramis Tuni Grande	6.00	8.45	6.00	6.12	12.00
Huancané	Ninacarca, Zona lago y Cotacucho	65.00	91.55	89.00	90.82	154.00
Conima	Dos de mayo Zona lago	0.00	0.00	3.00	3.06	3.00
	TOTAL	71.00	100.00	98.00	100.00	169.00

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 7

CANTIDAD DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE HUANCANÉ POR DISTRITOS

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 13, nos muestra la prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de los campos de cultivo de papa con los géneros de nematodos fitoparásitos *Nacobbus* spp y *Globodera* spp., de los distritos evaluados pertenecientes a la provincia de Huancané, cuyos resultados indican que no existe diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), dándonos a conocer que la incidencia de estos dos géneros no varía significativamente según los distritos de la provincia de Huancané.

Igualmente se concluye que no hay asociación entre ambas variables, es decir los géneros de nematodos en relación a los distritos de la provincia de Huancané

TABLA 13

PRUEBA DE CHI-CUADRADO PARA LA INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE HUANCANE POR DISTRITOS

Frecuencias observadas			
	Nematodos		
Distritos	<i>Nacobbus</i> spp.	<i>Globodera</i> spp.	Total
Taraco	1.50	1.50	3.00
Huancané	16.25	22.25	38.50
Conima	0.00	0.75	0.75
Total	17.75	24.50	42.25
Frecuencias esperadas			
Taraco	5.04	6.96	12.00
Huancané	64.70	89.30	154.00
Conima	1.26	1.74	3.00
Total	71.00	98.00	169.00

$X^2 = 2.5$ / $X^2 < 5.99$ Significativo (n.s.)

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.6. Provincia de Moho.

La Tabla 14, muestra los resultados de la incidencia de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp, donde para la provincia de Moho, se evaluaron 2 distritos con sus respectivas localidades, cuyos resultados indican que de un total de 146.00 nódulos encontrados, 127.00 nódulos inciden en el distrito de Moho y las localidades de: C.C. Umuchi M-44), C.P. Huaraya (M-45), Japisse (M-46), Chuhuyo (M-47), Conima (M-48) y Cucuraya (M-50) representando el 86.99% de infestación en las variedades de papa: Peruanita, Chaska, Imilla Negra, Peruanita, Waych'a, Imilla blanca, Cica, y Waych'a.

Asimismo de un total de 43 quistes encontrados, 40 quistes inciden en el distrito de Moho y las localidades de: : C.C. Umuchi (M-44), C.P. Huaraya (M-45), Japisse (M-46), Chuhuyo (M-47), Conima (M-48) y Cucuraya (M-50) representando el 93.02% de incidencia, en las variedades de papa: Peruanita, Chaska, Imilla Negra, Peruanita, Waych'a, Imilla blanca, Cica, y Waych'a, tal como se puede observar en los anexos.

El total de nódulos mas quistes que se encontraron en la provincia de Moho fueron de 189.00. Las diferencias se pueden apreciar en el Gráfico 8.

TABLA 14

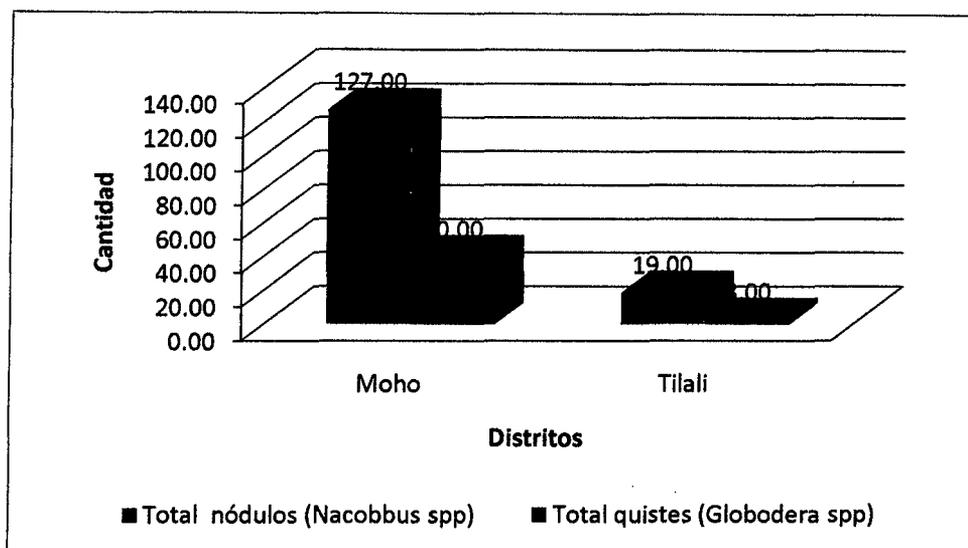
INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE MOHO POR DISTRITOS Y LOCALIDADES

Distrito	Localidad	Total nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	% de incidencia de nódulos (<i>Nacobbus</i> spp.)	Total quistes (<i>Globodera</i> spp.)	% de incidencia quistes (<i>Globodera</i> spp.)	Total nemátodos
Moho	C.C. Umuchi, C.P. Huaraya, Japisse, Chuhuyo, Conima y Cucuraya	127.00	86.99	40.00	93.02	167.00
Tilali	Patascachi	19.00	13.01	3.00	6.98	22.00
	TOTAL	146.00	100.00	43.00	100.00	189.00

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 8

CANTIDAD DE *Nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE MOHO POR DISTRITOS



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 15, nos muestra la prueba de Chi-Cuadrado para la incidencia de los campos de cultivo de papa con los géneros de nematodos fitoparásitos *Nacobbus* spp y *Globodera* spp., de los distritos evaluados pertenecientes a la provincia de Moho, cuyos resultados indican que no existe diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), dándonos a conocer que la incidencia de estos dos géneros no varía significativamente según los distritos de la provincia de Moho.

Igualmente se concluye que no hay asociación entre ambas variables, es decir los géneros de nematodos en relación a los distritos de la provincia de Moho.

TABLA 15

PRUEBA DE CHI-CUADRADO PARA LA INCIDENCIA DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. DE LA PROVINCIA DE MOHO POR DISTRITOS

Frecuencias observadas			
	Nematodos		
Distritos	<i>Nacobbus</i> spp.	<i>Globodera</i> spp.	Total
Moho	127.00	40.00	167.00
Tilali	19.00	3.00	22.00
Total	146.00	43.00	189.00
Frecuencias esperadas			
Moho	129.01	37.99	167.00
Tilali	16.99	5.01	22.00
Total	146.00	43.00	189.00

$X^2 = 1.2 / X^2 < 3.84$ Significativo (n.s.)

Fuente: Elaboración propia

El hecho de que la incidencia (presencia o ausencia de los nematodos) varié o no varié según los distritos y de que exista o no asociación entre los dos géneros de nematodos en relación a los distritos probablemente se deba a muchos factores pero en especial a los tubérculos contaminados que durante la siembra proporcionan condiciones ideales para la diseminación aseverando que este es un factor importante en la distribución mundial de los nematodos (Hooker, 1980).

4.2. GRADO DE INFESTACIÓN DE *Nacobbus* spp y *Globodera* spp EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum* spp.) EN LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERU.

4.2.1. Grado de infestación para *Nacobbus* spp en la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

En la Tabla 16, apreciamos el grado de infestación por provincias, distritos y localidades como resultado de haber aplicado la escala propuesta por (Rivera, *et al.*, 1993) al número de nódulos de *Nacobbus* spp., observados en la raíz de la planta de papa de las diferentes variedades de papa que se cultivaron en este ámbito, concluyendo lo siguiente:

- a. La infestación (Grado 3) pertenece a las localidades: Conima(M-48), Chimu(P-29), Ccopamaya(P-21), Molino-Sihuayro(Ch-17) y Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7), entendiéndose que estos lugares presentan una infestación elevada por parte de este fitoparasito.
- b. La infestación (Grado 2) corresponde a los siguientes códigos: Cucuraya (M-50), Patascachi(M-49), Chuhuyo(M-47), Japisse(M-46), Cotacucho(H-43), Zona lago (H-42), Ninamarca (H-40), Pueblo Tutoro-2 (P-34), C.C. Yapura (P-30), Titilaca (P-23), Cocosani(P-22), Cayachoco(EI-20), Corpa Maquera-Challamulla (Ch-19), Caspa-Santiago(Ch-18), Sisicucho (Ch-16), Lampa Grande(Ch-13), Jachapampa (Ch-11), Cercado Barrio Miguel Grau (Y-8), Pajana San Isidro (Y-6), C.P. Pajana San Isidro(Y-5),

C.P. Phamaya (Y-4) y Parcialidad Pucara (Y1), calificándose como una infestación moderada por parte de este fitoparasito.

- c. La infestación (Grado 1) corresponden a las localidades cuyos códigos son: Ramis Tuni Grande (H-39), Huilacaya vertavejo (Ch-12), Isani(Ch-10), Calacala (Y-9) y C.P. Phamaya (Y-3). Calificándose como infestación ligera.
- d. Las demás localidades en estudio se les considera como libres por no presentar nódulos de *Nacobbus* spp. cuyos códigos son: C.P. Huaraya (M-45), C.C. Umuchi (M-44), Dos de mayo Zona lago (H-41), Tuni Requena (H-38), Jasana Capallino (H-37), Huancollusco (H-36), Pueblo Tutoro-1-(P-35), Capano Selacachi (P-33), Capano sector-1-Huertano (P-32), Capano sector-2-Huertano (P-31), Huata (P-28), CIP Camacani (P-27), Cercado (P-26), Pallalla (P-25), Chicabatija (P-24), Lampa Cucho (Ch-15), Cercado (Ch-14) y C.P. Villurcuni (Y-2), corresponden a la calificación de libres es decir no se ha encontrado nódulos en las raíces de la planta de papa.

TABLA 16
GRADO DE INFESTACIÓN DE *Nacobbus* spp EN EL CULTIVO DE PAPA
POR PROVINCIAS, DISTRITOS Y LOCALIDADES DE LA ZONA
CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERÚ

Código	Provincia	Distrito	Localidad	Nº de nódulos/planta/raíz	Grado de infestación
Y-1	Yunguyo	Ollaraya	Parcialidad Pucara	13.0	2
Y-2	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Villurcuni	0.0	0
Y-3	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	8.0	1
Y-4	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	15.0	2
Y-5	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Pajana San Isidro	6.0	2
Y-6	Yunguyo	Ollaraya	Pajana San Isidro	18.0	2
Y-7	Yunguyo	Yunguyo	Parcialidad Chambi Chocaque	48.0	3
Y-8	Yunguyo	Yunguyo	Cercado (Barrio Miguel Grau)	17.0	2
Y-9	Yunguyo	Copani	Calacala	7.0	1
Ch-10	Chucuito	Zepita	Isani	5.0	1
Ch-11	Chucuito	Zepita	Jachapampa	29.0	2
Ch-12	Chucuito	Zepita	Huilacaya vertavejo	10.0	1
Ch-13	Chucuito	Pomata	Lampa Grande	13.0	2
Ch-14	Chucuito	Pomata	Cercado	0.0	0

Ch-15	Chucuito	Pomata	Lampa Cucho	0.0	0
Ch-16	Chucuito	Pomata	Huacani Sisicucho	17.0	2
Ch-17	Chucuito	Juli	Molino- Sihuayro	60.0	3
Ch-18	Chucuito	Juli	Caspa- Santiago	24.0	2
Ch-19	Chucuito	Juli	Corpa Maquera- Challamulla	15.0	2
El-20	El Collao	Pilcuyo	Cayachoco	13.0	2
P-21	Puno	Acora	Ccopamaya	65.0	3
P-22	Puno	Acora	Cocosani	16.0	2
P-23	Puno	Platería	Titilaca	14.0	2
P-24	Puno	Platería	Chicabatija	0.0	0
P-25	Puno	Platería	Pallalla	0.0	0
P-26	Puno	Platería	Cercado	0.0	0
P-27	Puno	Platería	CIP- Camacani	0.0	0
P-28	Puno	Huata	Huata	0.0	0
P-29	Puno	Puno	Chimu	32.0	3
P-30	Puno	Capachica	C.C. Yapura	13.0	2
P-31	Puno	Capachica	Capano sector-2- Huertano	0.0	0
P-32	Puno	Capachica	Capano sector -1- Huertano	0.0	0
P-33	Puno	Capachica	Capano Selacachi	0.0	0
P-34	Puno	Capachica	Pueblo Tutoro -2-	16.0	2

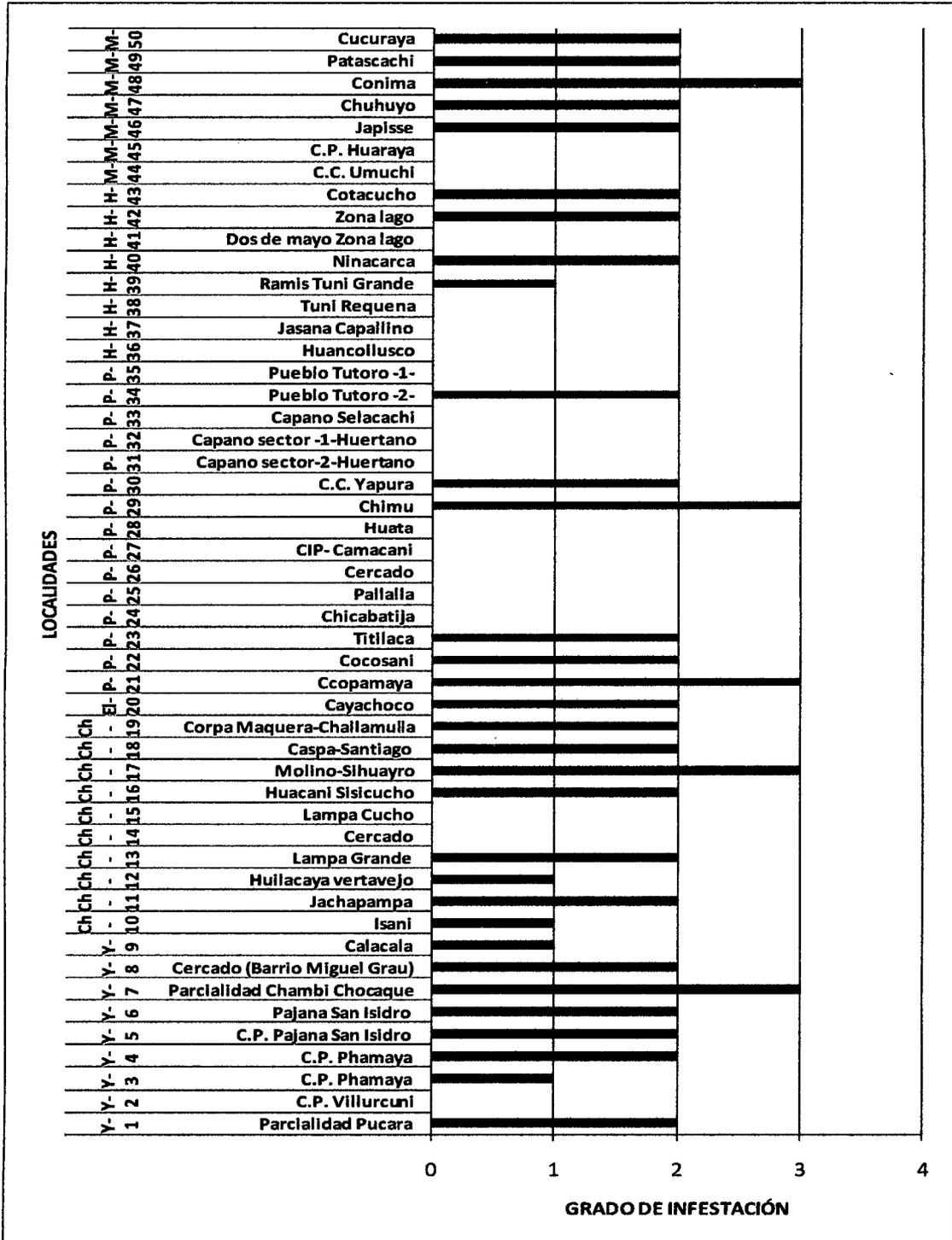
P-35	Puno	Capachica	Pueblo Tutoro -1-	0.0	0
H-36	Huancané	Taraco	Huancollusco	0.0	0
H-37	Huancané	Taraco	Jasana Capallino	0.0	0
H-38	Huancané	Taraco	Tuni Requena	0.0	0
H-39	Huancané	Taraco	Ramis Tuni Grande	6.0	1
H-40	Huancané	Huancané	Ninacarca	16.0	2
H-41	Huancané	Conima	Dos de mayo Zona lago	0.0	0
H-42	Huancané	Huancané	Zona lago	29.0	2
H-43	Huancané	Huancané	Cotacucho	20.0	2
M-44	Moho	Moho	C.C. Umuchi	0.0	0
M-45	Moho	Moho	C.P. Huaraya	0.0	0
M-46	Moho	Moho	Japisse	17.0	2
M-47	Moho	Moho	Chuhuyo	20.0	2
M-48	Moho	Moho	Conima	68.0	3
M-49	Moho	Tilali	Patascachi	19.0	2
M-50	Moho	Moho	Cucuraya	22.0	2
			PROMEDIO	13.82	1.28

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias existentes en los grados de infestación en las diferentes localidades evaluadas se pueden visualizar mejor en el Gráfico 9.

GRÁFICO 9

GRADO DE INFESTACIÓN DE *Nacobbus* spp. EN EL CULTIVO DE PAPA
 POR LOCALIDADES DE LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO
 TITICACA-PERÚ.



Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Grado de infestación para *Globodera* spp en la Zona Circunlacustre del lago Titicaca-Perú.

En la Tabla 17, se puede observar el grado de infestación por provincias, distritos y localidades como resultado de haberse aplicado la escala propuesta por (González y Franco, 1993) al número de quistes de *Globodera* spp, encontrados en 100 gramos de suelo extraídos de la rizosfera de la planta de papa de las diferentes variedades de papa que se cultivaron en el ámbito de la presente investigación, observando lo siguiente:

- a. La infestación (Grado 3) pertenece a la localidad con código de identificación: C.P. Phamaya (Y-3), entendiéndose que esta localidad presenta una infestación elevada por parte de este fitoparasito.
- b. La infestación (Grado 2) corresponden a las localidades con código de identificación: Conima (M-48), Zona lago (H-42), Cotacucho (H-43), Pueblo Tutoro-1-(P-35), Capano sector-1-Huertano(P-32), Chimu(P-29), Chicabatija (P-24), Cocosani(P-22), Ccopamaya (P-21), Molino-Sihuayro(Ch-17), Lampa cucho(Ch-15), C.P. Phamaya(Y-4) y Parcialidad Pucara(Y-1). Calificándose como una infestación moderada.
- c. La infestación (Grado 1) son las localidades con código de identificación: Cucuraya (M-50), Patascachi (M-49), Chuhuyo (M-47), C.P. Huaraya (M-45), Dos de mayo Zona lago (H-41), Ninacarca (H-40), Ramis Tuni Grande (H-39), Pueblo Tutoro-2-(P-34), Capano sector-2-Huertano (P-31), C.C. Yapura(P-30), Huata(P-28), CIP Camacani (P-27), Pallalla(P-25), Titilaca(P-23), Cayachoco(EI-20), Caspa Santiago (Ch-18), Huacani

Sisicucho (Ch-16), Cercado (Ch-14), Lampa Grande (Ch-13), Huilacaya vertavejo (Ch-12), Cercado Barrio Miguel Grau(Y-8), Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7), Pajana San Isidro(Y-6), C.P. Pajana San Isidro (Y-5) y C.P. Villurcuni (Y-2). Calificándose como una infestación ligera.

- d. Las demás localidades cuyos códigos son: Japisse (M-46), Tuni Requena (H-38), Jasana Capallino (H-37), Huancollusco (H-36), Capano Selacachi (P-33), Cercado(P-26), Corpa Maquera-Challamulla (Ch-19), Jachapamapa (Ch-11), Isani(Ch-10) y Calacala (Y-9), no observaron quistes de *Globodera* spp, calificándose una infestación nula.

TABLA 17
GRADO DE INFESTACIÓN DE *Globodera* spp. EN EL CULTIVO DE PAPA
POR PROVINCIAS, DISTRITOS Y LOCALIDADES DE LA ZONA
CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERÚ

Código	Provincia	Distrito	Localidad	Nº de quistes/100g. suelo	Grado de infestación
Y-1	Yunguyo	Ollaraya	Parcialidad Pucara	35	2
Y-2	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Villurcuni	7	1
Y-3	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	52	3
Y-4	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	35	2
Y-5	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Pajana San Isidro	10	1
Y-6	Yunguyo	Ollaraya	Pajana San Isidro	8	1
Y-7	Yunguyo	Yunguyo	Parcialidad Chambi Chocaque	10	1

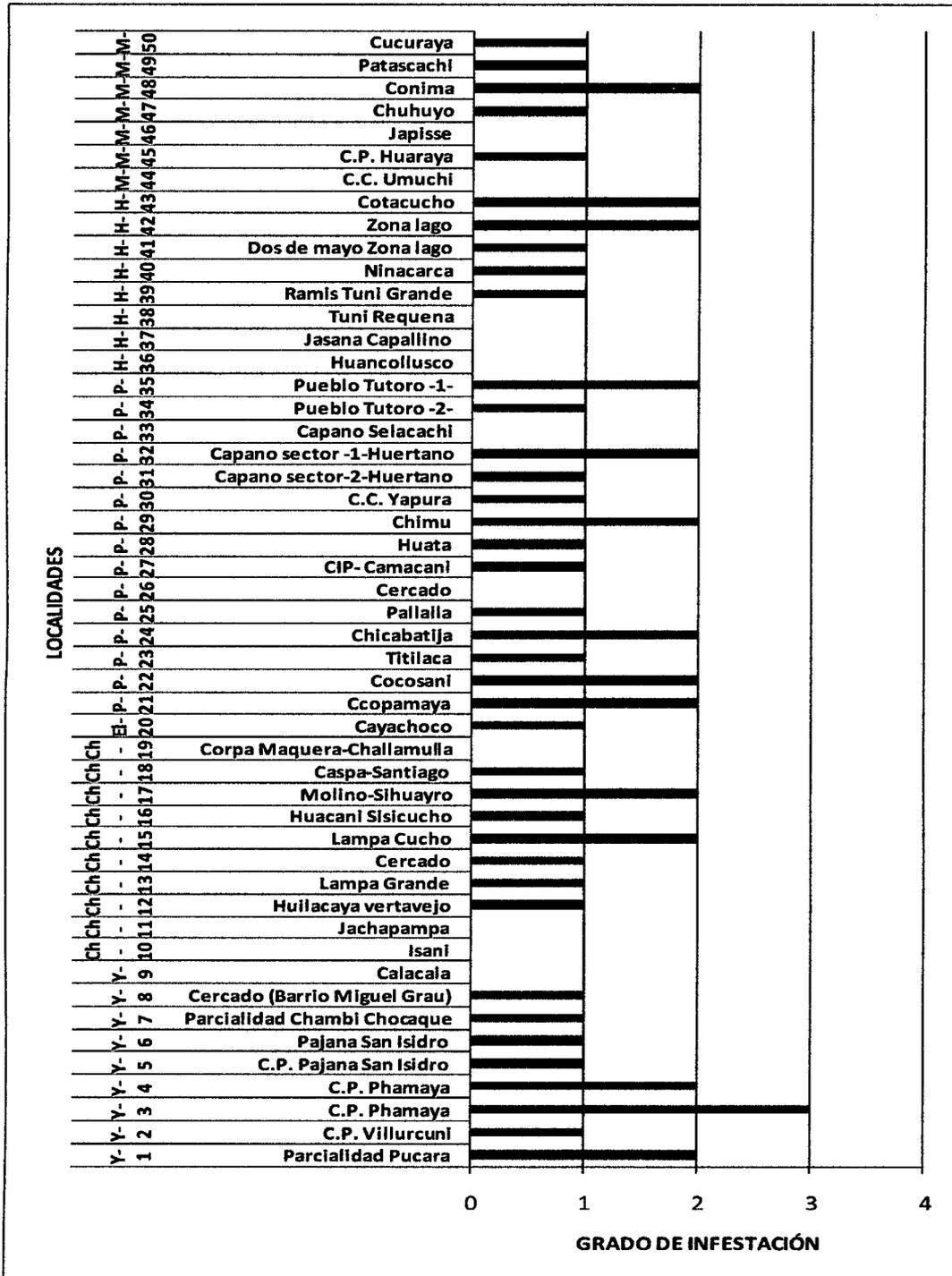
Y-8	Yunguyo	Yunguyo	Cercado (Barrio Miguel Grau)	5	1
Y-9	Yunguyo	Copani	Calacala	0	0
Ch-10	Chucuito	Zepita	Isani	0	0
Ch-11	Chucuito	Zepita	Jachapampa	0	0
Ch-12	Chucuito	Zepita	Huilacaya vertavejo	10	1
Ch-13	Chucuito	Pomata	Lampa Grande	3	1
Ch-14	Chucuito	Pomata	Cercado	4	1
Ch-15	Chucuito	Pomata	Lampa Cucho	16	2
Ch-16	Chucuito	Pomata	Huacani Sisicucho	3	1
Ch-17	Chucuito	Juli	Molino-Sihuayro	38	2
Ch-18	Chucuito	Juli	Caspa-Santiago	3	1
Ch-19	Chucuito	Juli	Corpa Maquera- Challamulla	0	0
EI-20	El Collao	Pilcuyo	Cayachoco	6	1
P-21	Puno	Acora	Ccopamaya	19	2
P-22	Puno	Acora	Cocosani	38	2
P-23	Puno	Plateria	Titilaca	8	1
P-24	Puno	Plateria	Chicabatija	35	2
P-25	Puno	Plateria	Pallalla	2	1
P-26	Puno	Plateria	Cercado	0	0
P-27	Puno	Plateria	CIP- Camacani	7	1
P-28	Puno	Huata	Huata	4	1
P-29	Puno	Puno	Chimu	39	2
P-30	Puno	Capachica	C.C. Yapura	2	1
P-31	Puno	Capachica	Capano sector- 2-Huertano	2	1
P-32	Puno	Capachica	Capano sector - 1-Huertano	22	2
P-33	Puno	Capachica	Capano Selacachi	0	0

P-34	Puno	Capachica	Pueblo Tutoro - 2-	3	1
P-35	Puno	Capachica	Pueblo Tutoro - 1-	35	2
H-36	Huancané	Taraco	Huancollusco	0	0
H-37	Huancané	Taraco	Jasana Capallino	0	0
H-38	Huancané	Taraco	Tuni Requena	0	0
H-39	Huancané	Taraco	Ramis Tuni Grande	6	1
H-40	Huancané	Huancané	Ninacarca	2	1
H-41	Huancané	Conima	Dos de mayo Zona lago	3	1
H-42	Huancané	Huancané	Zona lago	48	2
H-43	Huancané	Huancané	Cotacucho	39	2
M-44	Moho	Moho	C.C. Umuchi	0	0
M-45	Moho	Moho	C.P. Huaraya	5	1
M-46	Moho	Moho	Japisse	0	0
M-47	Moho	Moho	Chuhuyo	8	1
M-48	Moho	Moho	Conima	25	2
M-49	Moho	Tilali	Patascachi	3	1
M-50	Moho	Moho	Cucuraya	2	1
			PROMEDIO	12.04	1.8

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias existentes de acuerdo al grado de infestación de *Globodera* spp. por localidades se aprecian en el Gráfico 10.

GRÁFICO 10
GRADO DE INFESTACIÓN DE *Globodera* spp. EN EL CULTIVO DE PAPA
POR LOCALIDADES DE LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO
TITICACA-PERÚ



Fuente: Elaboración propia

Referido a la variación en los grados de infestación de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp., se puede señalar que es determinante el ambiente de la planta huésped, por otro lado la raíz o el tallo y el tejido de las hojas, influye mucho sobre los nematodos. Los tejidos de las plantas que en general son atacados son los meristemos del ápice de la raíz, el cual contiene células de paredes delgadas, y ofrecen un medio ambiente químicamente rico. La epidermis y la pared de la célula ofrecen barreras mecánicas a la entrada de los nematodos y a su movimiento. El tejido de las plantas protege a los nematodos del medio ambiente del suelo y es su única fuente de alimentación, por tanto su calidad y cantidad influyen en el desarrollo y reproducción de los nematodos. Así, la susceptibilidad, tolerancia y resistencia de la planta huésped a los nematodos, dependen de las propiedades de las células y tejidos de las plantas. Aún hay mucho por saber acerca de la naturaleza de estos factores y de su efecto sobre los nematodos (Mesa, 1999).

Asimismo Ortuño *et al.*, (2005) señala que la presencia o ausencia de nódulos en las raíces y de hembras adultas con matrices conteniendo huevos, es el criterio considerado por muchos investigadores para calificar a una planta como hospedante o no hospedante.

4.3. EFECTO DE LOS FACTORES EDAFOLÓGICOS Y CLIMÁTICOS EN LA INFESTACIÓN DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum* spp.) DE LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERÚ.

4.3.1. Grados de infestación obtenidos de acuerdo a los factores edafológicos y climáticos para *Nacobbus* spp.

El análisis de la varianza (ANOVA) de la tabla 18, señala un estadístico F significativo, para todos los modelos adecuados para tal fin (tabla 19). Esta significancia nos hace suponer que existe un efecto de las variables consideradas sobre el número de nódulos de *Nacobbus* spp., encontrados en las diferentes variedades del cultivo de papa.

Apreciamos también que el modelo 4 posee una F significativa mayor que los demás modelos, razón por la cual se le ha elegido como una variable predictora, que incluye a las variables independientes como son: M.O., pH., y T.MAX., que tienen un efecto real sobre el número de nódulos encontrados en las diferentes variedades del cultivo de papa.

TABLA 18

**ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LA REGRESIÓN LINEAL
MÚLTIPLE (RLM) DE LA INFESTACION DE *Nacobbus* spp. EN FUNCIÓN A
LAS VARIABLES EDAFOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS**

Modelo		S.C.	Gl.	C.M.	F	Sig.
1	Regresión	3440.149	6	573.358	2.398	.044(a)
	Residual	10281.231	43	239.098		
	Total	13721.380	49			
2	Regresión	3324.491	5	664.898	2.814	.027(b)
	Residual	10396.889	44	236.293		
	Total	13721.380	49			
3	Regresión	2781.596	4	695.399	2.860	.034(c)
	Residual	10939.784	45	243.106		
	Total	13721.380	49			
4	Regresión	2300.468	3	766.823	3.089	.036(d)
	Residual	11420.912	46	248.281		
	Total	13721.380	49			

Fuente: Elaboración propia

- a. Variables predictoras: (Constante), pp, M.O, pH, T.MIN, C.E, T.MAX
- b. Variables predictoras: (Constante), pp, M.O, pH, T.MIN, T.MAX
- c. Variables predictoras: (Constante), M.O, pH, T.MIN, T.MAX
- d. Variables predictoras: (Constante), M.O, pH, T.MAX
- e. Variable dependiente: y (Nódulos)

Mediante los análisis de la Regresión Lineal Múltiple (RLM), se plantearon cuatro modelos lineales (Tabla 19), de los cuales, el cuarto modelo (d) conformado por las variables independientes: M.O., pH. y T.MAX. explica una

proporción de 0.409 que resulta ser inferior a los demás. En consecuencia la RLM logró modelar, con un valor cercano al 17% de la variación en los niveles del número de nódulos que es explicada por el modelo (R^2), entendiéndose que un 16.8% de la variación del número de nódulos de *Nacobbus* spp. depende de la variación de tres variables predictoras como son: M.O., pH., T.MAX., y el restante es decir el 83.2% dependería de otros factores o variables ajenos a este trabajo. Como temperatura del suelo, humedad del suelo, especie del cultivo de papa, procedencia de la semilla, rotación de cultivos y la contaminación del suelo especialmente a través de los relaves mineros.

TABLA 19

RESUMEN DEL MODELO LINEAL MÚLTIPLE, SEÑALANDO LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AJUSTE: EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R), DETERMINACIÓN (R^2) Y SU VALOR AJUSTADO (R^2 CORREGIDO) Y EL ERROR TÍPICO DE LA ESTIMACIÓN.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregido	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	.501(a)	.251	.146	15.46281	
2	.492(b)	.242	.156	15.37182	
3	.450(c)	.203	.132	15.59187	
4	.409(d)	.168	.113	15.75693	1.727

Fuente: Elaboración propia

- a. Variables predictoras: (Constante), pp, M.O., pH., T.MIN., C.E, T.MAX.
- b. Variables predictoras: (Constante), pp, M.O., pH., T.MIN., T.MAX.

- c. Variables predictoras: (Constante), M.O., pH., T.MIN., T.MAX.
- d. Variables predictoras: (Constante), M.O., pH., T.MAX.
- e. Variable dependiente: y (NÓDULOS)

La Tabla 20, determina la importancia relativa de las variables predictivas que han sido significativas tal como se observa en el modelo 4, (M.O., pH., T.MAX.). Aquí se observa que las variables presentan significancia, las cuales estarían contribuyendo al modelo.

La tolerancia es el porcentaje de la varianza en un predictor dado que no puede ser explicada por las demás variables predictivas (tercera sección de la Tabla 3). Por tanto, para las variables del modelo indican que menos del 90% de la varianza del predictor considerado, pueden explicarse por los demás predictores. Todas las variables deben superar el criterio de tolerancia para que puedan ser introducidas en la ecuación.

TABLA 20

COEFICIENTES DEL MODELO (RML). SEÑALANDO LA SIGNIFICACIÓN DE CADA VARIABLE PREDICTIVA (SIG), SU CONTRIBUCIÓN RELATIVA (COEFICIENTES ESTANDARIZADOS) Y LAS CORRELACIONES ENTRE ELLAS (CON SUS RESPECTIVAS TOLERANCIAS E INFLACIÓN DE LA VARIANZA –FIV–)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Correlaciones			Estadísticos de colinealidad	
		B	Error típ.	Beta			Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia	FIV
1	(Constante)	66.691	69.711		.957	.344					
	pH.	15.659	5.408	.466	2.896	.006	.178	.404	.382	.672	1.489
	C.E.	13.586	19.534	.123	.696	.490	-.098	.105	.092	.557	1.795
	M.O.	-7.544	3.207	-.390	-2.352	.023	-.251	-.338	-.310	.633	1.579
	T.MAX.	-7.062	3.673	-.436	-1.923	.061	-.162	-.281	-.254	.339	2.951
	T.MIN.	-1.347	.651	-.359	-2.070	.044	-.129	-.301	-.273	.581	1.722
	pp.	-.032	.027	-.306	-1.200	.237	.115	-.180	-.158	.268	3.725
2	(Constante)	81.001	66.213		1.223	.228					
	pH.	15.527	5.373	.462	2.890	.006	.178	.399	.379	.673	1.487
	M.O.	-6.246	2.594	-.323	-2.408	.020	-.251	-.341	-.316	.957	1.045
	T.MAX.	-7.579	3.576	-.468	-2.119	.040	-.162	-.304	-.278	.353	2.831
	T.MIN.	-1.302	.644	-.347	-2.023	.049	-.129	-.292	-.266	.586	1.706
	pp.	-.038	.025	-.363	-1.516	.137	.115	-.223	-.199	.300	3.334
3	(Constante)	3.799	42.914		.089	.930					
	pH.	12.291	5.001	.366	2.458	.018	.178	.344	.327	.799	1.252
	M.O.	-5.997	2.626	-.310	-2.284	.027	-.251	-.322	-.304	.961	1.041
	T.MAX.	-3.332	2.254	-.206	-1.478	.146	-.162	-.215	-.197	.915	1.093
	T.MIN.	-.769	.547	-.205	-1.407	.166	-.129	-.205	-.187	.836	1.196
4	(Constante)	23.477	41.000		.573	.570					
	pH.	9.910	4.756	.295	2.084	.043	.178	.294	.280	.902	1.109
	M.O.	-5.935	2.653	-.307	-2.237	.030	-.251	-.313	-.301	.961	1.041
	T.MAX.	-3.811	2.252	-.235	-1.693	.097	-.162	-.242	-.228	.936	1.068

Fuente: Elaboración propia

a Variable dependiente: y (NÓDULOS).

Estableciéndose el modelo de regresión lineal múltiple para la infestación de *Nacobbus* spp, en función a las variables edafológicas y climáticas a través de la siguiente ecuación:

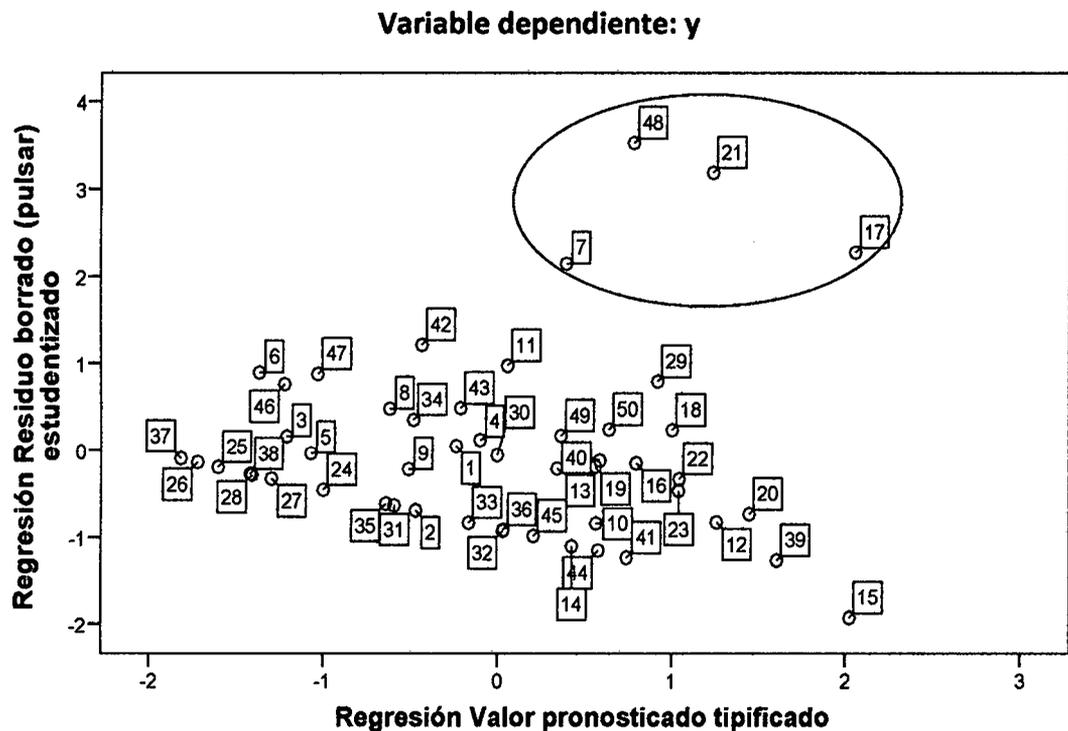
$$y = 23.477 + 9.910 \text{ pH} - 5.935 \text{ M.O.} - 3.811 \text{ T.MAX.}$$

De acuerdo a la ecuación estimada, se puede interpretar que las variables predictoras influyen en el número de nódulos de *Nacobbus* spp., por localidades, por tanto el número de nódulos son dependientes de esas variables predictoras.

Realizando una figura de dispersión de los residuales (Figura 1), según los valores pronosticados por el modelo se observa que 4 localidades: Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7), Molino Sihuayro (Ch-17), Ccopamaya (P-21) y Conima (M-48) presentan una población de nematodos con nódulos cuyos valores son extremos, los cuales afectan al Gráfico. Estos casos presentan sus distancias al cluster central son una influencia en la determinación de los coeficientes de regresión.

FIGURA 1

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LOS RESIDUALES ESTUDENTIZADOS EN FUNCIÓN DE LOS VALORES TIPIFICADOS PRONOSTICADOS POR EL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE SOBRE EL NUMERO DE NÓDULOS EN LAS LOCALIDADES EN ESTUDIO ($y=NÓDULOS$) SEÑALANDO AQUELLOS CASOS CON VALORES EXTREMOS



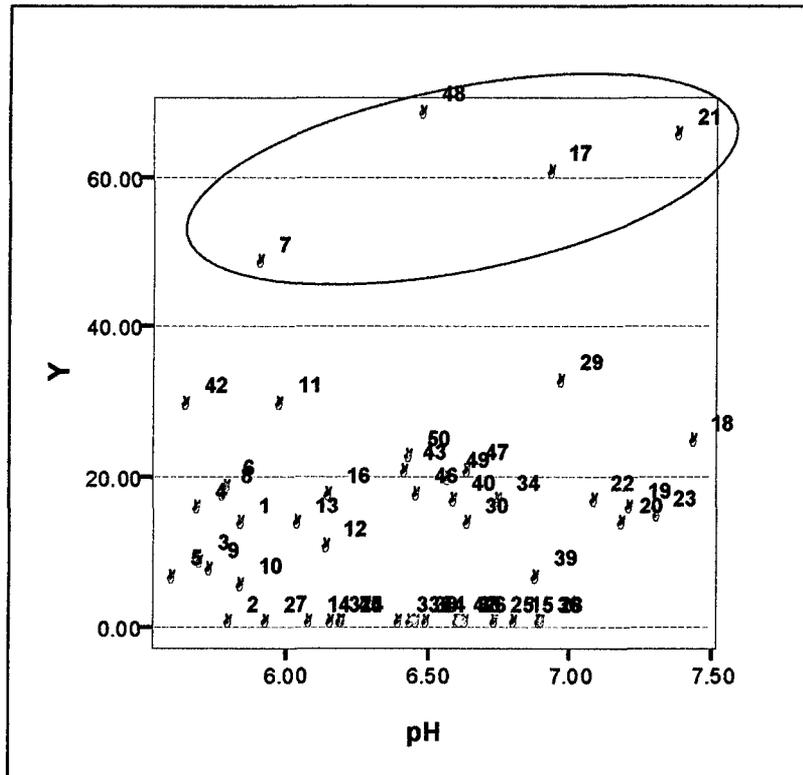
Con el propósito de evaluar las variables seleccionadas por el modelo de regresión lineal múltiple para la infestación de *Nacobbus* spp, en función a las variables edafológicas y climáticas, se realizaron tres gráficos de dispersión en función a las variables predictoras sobre la variable y (NÓDULOS).

La primera figura de dispersión resultante (Figura 2) revela que, los puntos inusuales observados en la Figura 1, son también las 4 localidades: Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7), Molino-Sihuayro (Ch-17), Ccopamaya (P-21) y

Conima (M-48) con mayores valores en la variable pH., es decir, son localidades en donde de alguna manera el pH. del suelo influye sobre el número de nódulos por localidad.

Referente al pH (Van der Wal, 1994), señala que la acidez del suelo influye en el desarrollo de la planta y por ello indirectamente a los nematodos que se alimentan de ella. La (Junta de Andalucía, 1994) indica que un pH próximo a la neutralidad (pH 6) es el adecuado para el desarrollo de los nematodos.

FIGURA 2
DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE pH EN FUNCIÓN DE LA VARIABLE Y (CANTIDAD DE NÓDULOS DE *Nacobbus* spp.) SEÑALANDO CON UN CIRCULO AQUELLOS CASOS CON VALORES EXTREMOS



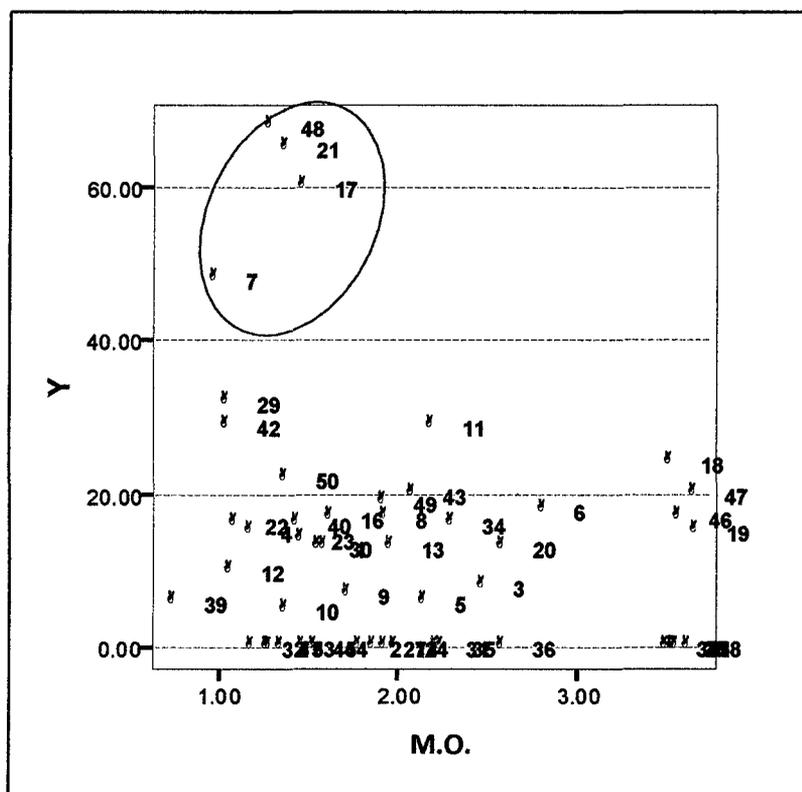
Fuente elaboración propia

La segunda figura de dispersión resultante (Figura 3) revela que, los puntos inusuales observados en la Figura 3, corresponden a 4 localidades: Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7), Molino-Siguayro (Ch-17), Ccopamaya (P-21) y Conima (M-48) con valores altos en M.O., es decir, son aquellas localidades que de alguna manera los valores de la materia orgánica tiene influencia en el número de nódulos por localidad.

Al respecto Duddington (1989) indica que la materia orgánica estimula cierto grado de tolerancia por parte de las plantas y favorece la aparición e incremento de enemigos naturales de los nematodos, intensificando la acción de hongos predadores.

FIGURA 3

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE MO EN FUNCIÓN DE LA VARIABLE y (CANTIDAD DE NÓDULOS DE *Nacobbus* spp.) SEÑALANDO CON UN CIRCULO AQUELLOS CASOS CON VALORES EXTREMOS



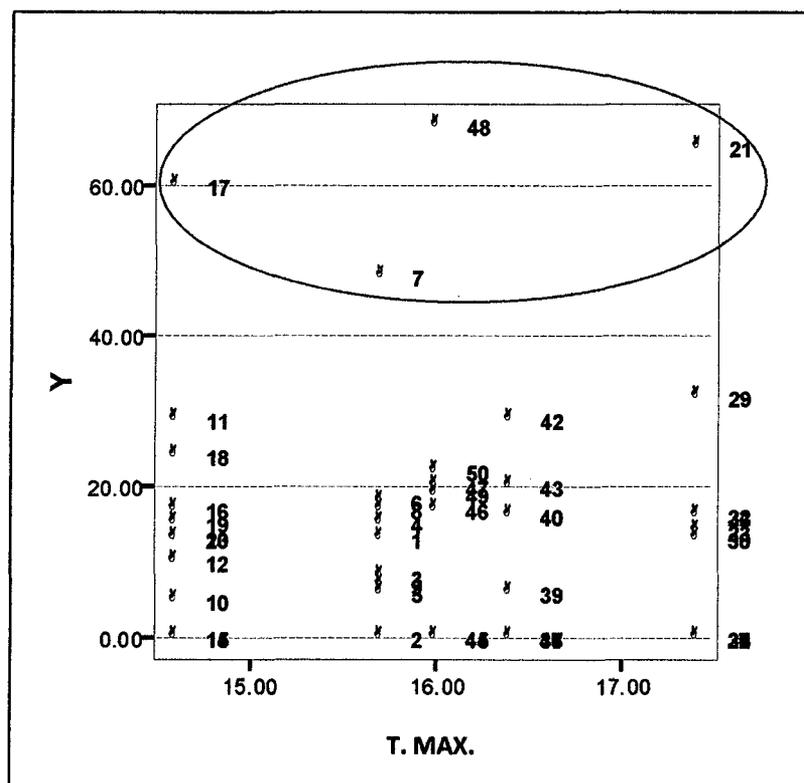
Fuente: Elaboración propia

La tercera figura de dispersión resultante (Figura 4) revela que, los puntos inusuales observados en la Figura 4, también se repiten en las 4 localidades: Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7), Molino-Sihuayro (Ch-17), Ccopamaya (P-21) y Conima (M-48) con valores altos en la variable T.MAX., es decir, son localidades en donde de alguna manera la temperatura máxima del ambiente influye sobre el número de nódulos por localidad.

En relación a la temperatura (Brodie, 1998) señala que la temperatura es la variable física que tiene un gran significado biológico y puede afectar diversas actividades de los nematodos tales como el movimiento, desarrollo y reproducción. Por otro lado (Nas, 1989) señala que la temperatura influye sobre la planta hospedera, cambios en el desarrollo producen cambios en la morfología y fisiología de la raíz afectando desde luego las poblaciones de nematodos.

FIGURA 4

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE T.MAX. EN FUNCIÓN DE LA VARIABLE y (CANTIDAD DE NÓDULOS DE *Nacobbus* spp.) SEÑALANDO CON UN CIRCULO AQUELLOS CASOS CON VALORES EXTREMOS



Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Grados de infestación obtenidos de acuerdo a los factores edafológicos y climáticos para *Globodera* spp.

El análisis de la varianza (ANOVA) de la tabla 21, señala un estadístico F significativo, para los modelos 4, 5 y 6, adecuados para tal fin (Tabla 22). Esta significancia nos hace suponer que existe un efecto de las variables consideradas sobre el número de quistes (*Globodera* spp.), encontrados en las diferentes variedades del cultivo de papa.

Apreciamos también que el modelo 6 posee una F significativa mayor que los demás modelos, razón por la cual se le ha elegido como una variable predictora, que incluye a la variable independiente: M.O. el cual tiene un efecto real sobre el número de quistes encontrados en las diferentes variedades del cultivo de papa.

TABLA 21

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA LA REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE (RLM) DE LA INFESTACION DE *Globodera* spp, EN FUNCION A LAS VARIABLES EDAFOLÓGICAS Y CLIMATICAS

Modelo		S.C.	gl.	C.M.	F	Sig.
1	Regresión	2076.604	6	346.101	1.643	.159(a)
	Residual	9057.316	43	210.635		
	Total	11133.920	49			
2	Regresión	2043.645	5	408.729	1.978	.101(b)
	Residual	9090.275	44	206.597		

	Total	11133.920	49			
3	Regresión	1991.407	4	497.852	2.450	.060(c)
	Residual	9142.513	45	203.167		
	Total	11133.920	49			
4	Regresión	1768.007	3	589.336	2.894	.045(d)
	Residual	9365.913	46	203.607		
	Total	11133.920	49			
5	Regresión	1614.706	2	807.353	3.986	.025(e)
	Residual	9519.214	47	202.536		
	Total	11133.920	49			
6	Regresión	1265.829	1	1265.829	6.157	.017(f)
	Residual	9868.091	48	205.585		
	Total	11133.920	49			

Fuente: Elaboración propia

- a. Variables predictoras: (Constante), pp., M.O., pH., T.MIN., C.E., T.MAX.
- b. Variables predictoras: (Constante), pp., M.O., T.MIN., C.E., T.MAX.
- c. Variables predictoras: (Constante), M.O., T.MIN., C.E., T.MAX.
- d. Variables predictoras: (Constante), M.O., T.MIN., C.E.
- e. Variables predictoras: (Constante), M.O., C.E.
- f. Variables predictoras: (Constante), M.O.
- g. Variable dependiente: y (QUISTES)

Mediante los análisis de la Regresión Lineal Múltiple (RLM), se han planteado seis modelos lineales (Tabla 22), de los cuales, el sexto modelo (f) está conformado por la variable independiente: M.O. Este modelo explica una proporción de 0.337. En consecuencia la RLM logró modelar, con un valor cercano al 11% de la variación en los niveles del número de quistes que es explicada por el modelo (R²), entendiéndose que un 11.4% de la variación del

número de nódulos de quistes de *Globodera* spp., depende de la variación de una variable predictora como es la M.O., y el restante es decir el 88.6% dependería de otros factores o variables ajenos a este trabajo. Como temperatura del suelo, humedad del suelo, especie del cultivo de papa, procedencia de la semilla, rotación de cultivos y la contaminación del suelo especialmente a través de los relaves mineros.

TABLA 22

RESUMEN DEL MODELO LINEAL MÚLTIPLE, SEÑALANDO LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AJUSTE: EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R), DETERMINACIÓN (R²) Y SU VALOR AJUSTADO (R² CORREGIDO) Y EL ERROR TÍPICO DE LA ESTIMACIÓN

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregido	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	.432(a)	.187	.073	14.51328	
2	.428(b)	.184	.091	14.37349	
3	.423(c)	.179	.106	14.25366	
4	.398(d)	.159	.104	14.26909	
5	.381(e)	.145	.109	14.23153	
6	.337(f)	.114	.095	14.33824	1.775

Fuente: Elaboración propia

- a. Variables predictoras: (Constante), pp., M.O., pH., T.MIN., C.E., T.MAX.
- b. Variables predictoras: (Constante), pp., M.O., T.MIN., C.E., T.MAX.
- c. Variables predictoras: (Constante), M.O., T.MIN., C.E., T.MAX.
- d. Variables predictoras: (Constante), M.O., T.MIN., C.E.
- e. Variables predictoras: (Constante), M.O., C.E.

- f. Variables predictoras: (Constante), M.O.
- g. Variable dependiente: y (QUISTES)

La Tabla 23, determina la importancia relativa de las variables predictivas que han sido significativas tal como se observa en el modelo 6, (M.O.). Aquí se observa que la variable presenta significancia, la cual estarían contribuyendo al modelo.

La tolerancia es el porcentaje de la varianza en un predictor dado que no puede ser explicada por las demás variables predictivas (tercera sección de la Tabla 24). Por tanto, para la variable del modelo este indicaría que el 100% de la varianza del predictor es debido a esta variable (M.O.). Todas las variables deben superar el criterio de tolerancia para que puedan ser introducidas en la ecuación.

TABLA 23

COEFICIENTES DEL MODELO (RML). SEÑALANDO LA SIGNIFICACIÓN DE CADA VARIABLE PREDICTIVA (SIG), SU CONTRIBUCIÓN RELATIVA (COEFICIENTES ESTANDARIZADOS) Y LAS CORRELACIONES ENTRE ELLAS (CON SUS RESPECTIVAS TOLERANCIAS E INFLACIÓN DE LA VARIANZA –FIV–)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Correlaciones			Estadísticos de colinealidad	
		B	Error ttp.	Beta			Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia	FIV
1	(Constante)	-37.766	65.430		-577	.567					
	pH.	-2.008	5.076	-.066	-.396	.694	-.115	-.060	-.054	.672	1.489
	C.E.	27.137	18.335	.273	1.480	.146	-.036	.220	.204	.557	1.795
	M.O.	-8.156	3.010	-.468	-2.709	.010	-.337	-.382	-.373	.633	1.579
	T.MAX.	3.864	3.447	.265	1.121	.269	.135	.168	.154	.339	2.951
	T.MIN.	-.304	.611	-.090	-.497	.622	-.079	-.076	-.068	.581	1.722
	pp.	.015	.025	.161	.608	.546	-.075	.092	.084	.268	3.725
2	(Constante)	-38.481	64.775		-.594	.556					
	C.E.	27.391	18.147	.275	1.509	.138	-.036	.222	.206	.558	1.793
	M.O.	-8.375	2.931	-.481	-2.857	.007	-.337	-.396	-.389	.655	1.526
	T.MAX.	3.318	3.129	.227	1.061	.295	.135	.158	.144	.403	2.478
	T.MIN.	-.419	.531	-.124	-.789	.434	-.079	-.118	-.107	.753	1.329
	pp.	.012	.023	.123	.503	.618	-.075	.076	.068	.310	3.230
3	(Constante)	-10.453	32.725		-.319	.751					
	C.E.	24.088	16.776	.242	1.436	.158	-.036	.209	.194	.642	1.558
	M.O.	-8.042	2.831	-.462	-2.840	.007	-.337	-.390	-.384	.690	1.448
	T.MAX.	2.128	2.029	.146	1.049	.300	.135	.154	.142	.943	1.060
	T.MIN.	-.520	.488	-.154	-1.065	.292	-.079	-.157	-.144	.877	1.140
4	(Constante)	23.378	5.490		4.259	.000					
	C.E.	25.182	16.761	.253	1.502	.140	-.036	.216	.203	.644	1.552
	M.O.	-8.173	2.832	-.469	-2.886	.006	-.337	-.392	-.390	.692	1.446
	T.MIN.	-.415	.478	-.123	-.868	.390	-.079	-.127	-.117	.916	1.092
5	(Constante)	22.183	5.300		4.185	.000					
	C.E.	21.026	16.020	.211	1.312	.196	-.036	.188	.177	.701	1.426
	M.O.	-7.884	2.805	-.453	-2.811	.007	-.337	-.379	-.379	.701	1.426
6	(Constante)	23.869	5.181		4.607	.000					
	M.O.	-5.872	2.367	-.337	-2.481	.017	-.337	-.337	-.337	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

a Variable dependiente: y(QUISTES)

Estableciéndose el modelo de regresión lineal múltiple para la infestación de *Globodera* spp, en función a las variables edafológicas y climáticas a través de la siguiente ecuación (Modelo 6).

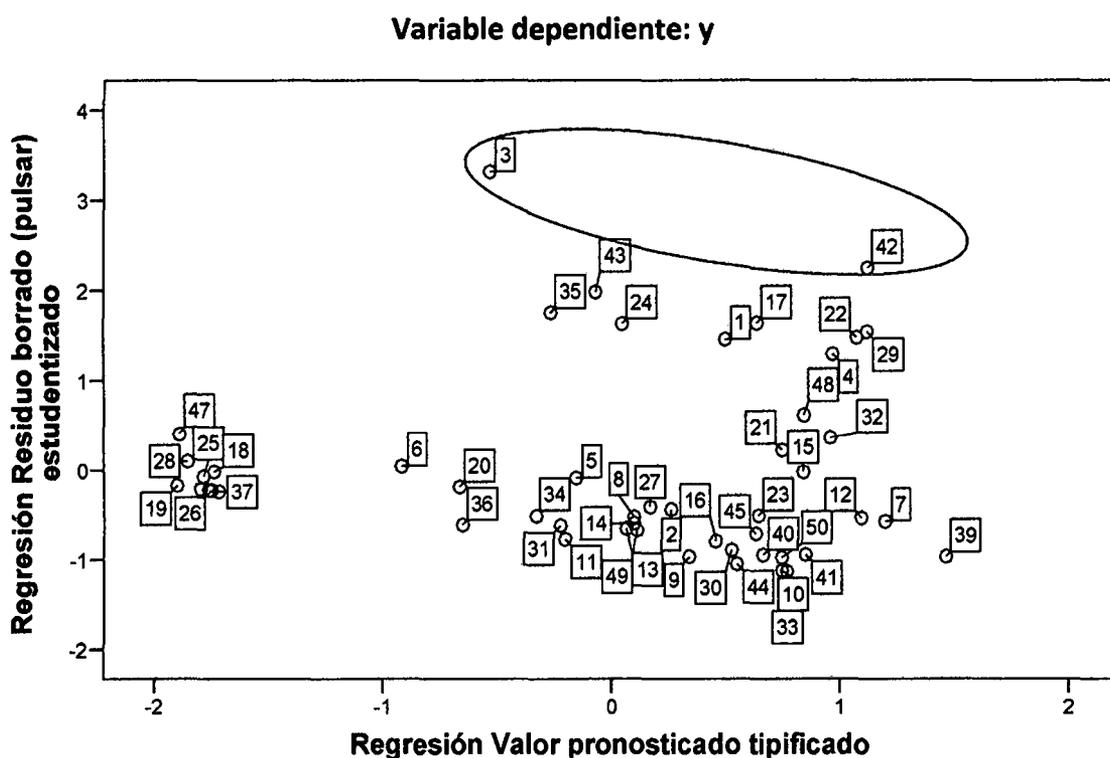
$$y = 23.869 - 5.872 \text{ M.O.}$$

De acuerdo a la ecuación estimada, se puede interpretar que las variables predictoras influyen en el número de quistes de *Globodera* spp., por localidades, por tanto el número de quistes son dependientes de esa variable predictora.

Realizando un Gráfico de dispersión de los residuales (Figura 5), según los valores pronosticados por el modelo se observa que 2 localidades: C.P. Phamaya (Y-3) y Zona lago (H-42) los cuales presentan una población de nematodos con quistes con valores extremos, los cuales afectan al Gráfico. Estos casos presentan sus distancias al cluster central son una influencia en la determinación de los coeficientes de regresión.

FIGURA 5

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LOS RESIDUALES ESTUDENTIZADOS EN FUNCIÓN DE LOS VALORES TIPIFICADOS PRONOSTICADOS POR EL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE SOBRE EL NUMERO DE NÓDULOS EN LAS LOCALIDADES EN ESTUDIO ($y=$ QUISTES) SEÑALANDO AQUELLOS CASOS CON VALORES EXTREMOS



Fuente: Elaboración propia

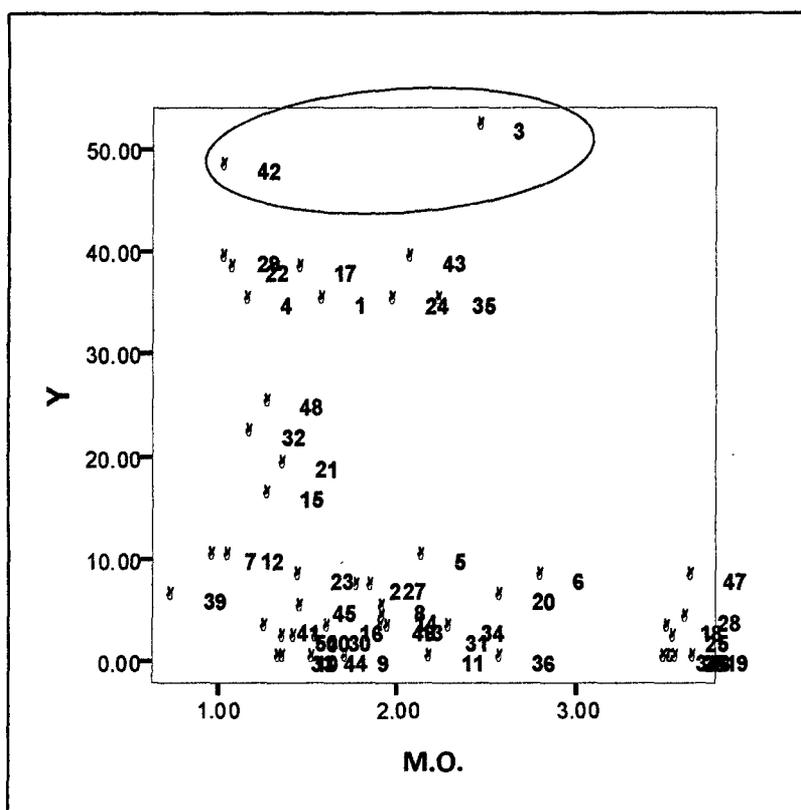
Con la intención de evaluar las variables seleccionadas por el modelo de regresión lineal múltiple para la infestación de *Globodera* spp, en función a las variables edafológicas y climáticas, se realizó una figura de dispersión en función a la variable predictora sobre la variable y (QUISTES).

La figura de dispersión resultante (Figura 6) revela que, los puntos inusuales observados en la figura 5, corresponden a 2 localidades: C.P. Phamaya (Y-3) y Zona lago (H-42) con valores altos en la variable M.O., es decir, son aquellas localidades que de alguna manera los valores de la M.O. tiene influencia en el número de quistes por localidad.

Al respecto (Van der Wal, 1994) indica que la incorporación de materia orgánica retarda el desarrollo de juveniles de *Globodera* spp., dentro de las raíces y simultáneamente disminuye su densidad poblacional.

FIGURA 6

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LA VARIABLE M.O. EN FUNCIÓN DE LA VARIABLE y (CANTIDAD DE QUISTES DE *Globodera* spp.) SEÑALANDO CON UN CIRCULO AQUELLOS CASOS CON VALORES EXTREMOS



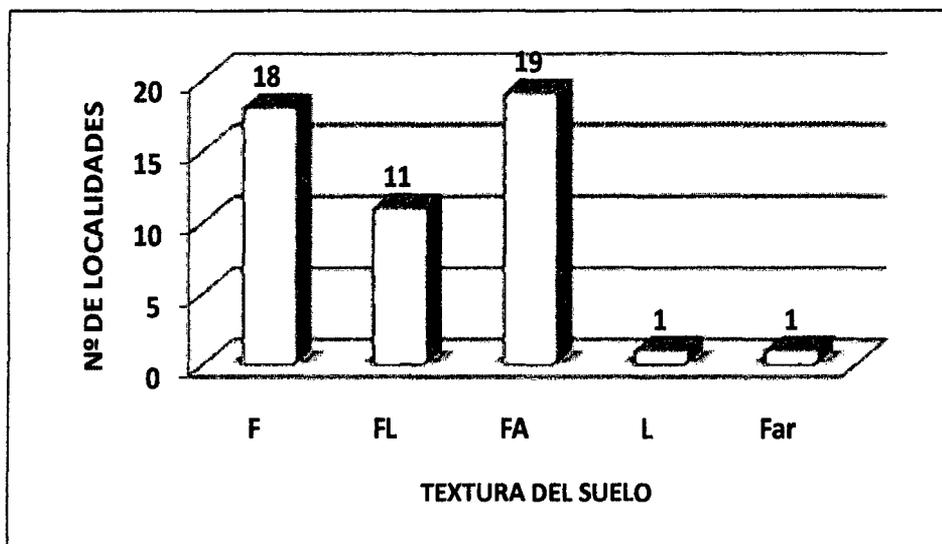
Fuente: Elaboración propia

4.4. ANÁLISIS FÍSICO DE LAS MUESTRAS EN LA INFESTACIÓN DE *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp.

Del análisis físico de las muestras de suelo realizadas para el caso de textura y estructura, se encontraron diferencias por localidades en estudio, los cuales podemos observar en los Gráficos 11 y 12.

GRÁFICO 11

TEXTURA DE SUELO SEGÚN LOCALIDADES EN ESTUDIO DE LA ZONA
CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERU

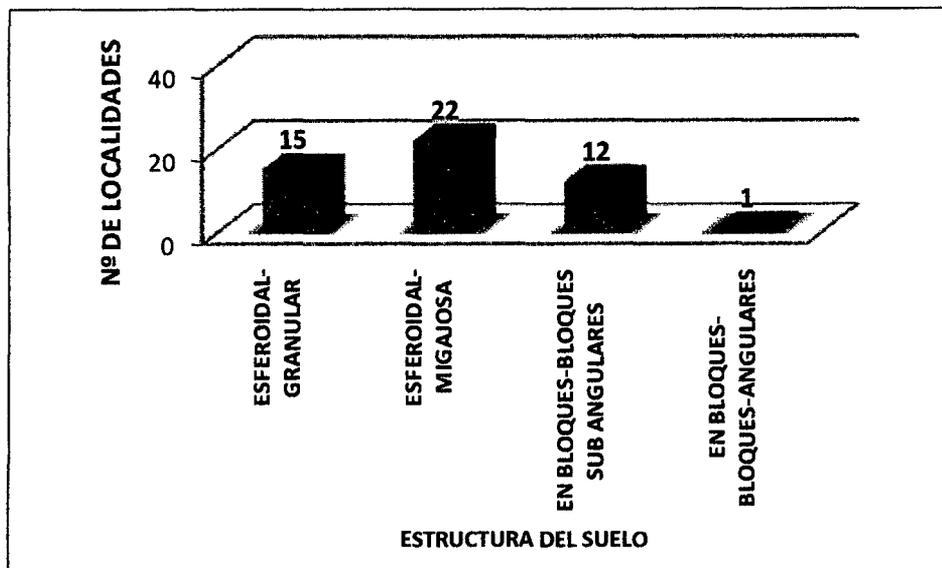


Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 11, indica que de las 50 localidades en estudio, 18 de ellas mostraron una textura "Franca = F", 11 localidades textura "Franco limoso=FL", 19 localidades "Franco arenoso" y 2 localidades con textura "Limoso=L" y "Franco arcilloso=Far".

GRÁFICO 12

ESTRUCTURA DE SUELO SEGÚN LOCALIDADES EN ESTUDIO DE LA
ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERU



Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 12, nos muestra que de las 50 localidades en estudio 15 de ellas mostrarán estructura "Esferoidal-granular", 22 localidades "Esferoidal-migajosa", 12 localidades "En bloques –bloques sub angulares" y 1 localidades con textura "En bloques – bloques angulares".

Referido al análisis físico del suelo, la textura está determinada por el porcentaje de arena, limo y arcilla contenidos en el suelo. Los suelos arenosos no almacenan tanta agua como el arcilloso, pero permiten una mayor circulación de aire y son más fáciles para labrarlos. Los suelos de textura arcillosa se compactan con facilidad, retienen bastante cantidad de agua, pero con reducidos espacios porosos. Los suelos ricos en limo son los más difíciles en cuanto a estructura. Las partículas se encajan muy bien unas con otras y se

compactan con mucha facilidad (Valarezo, 2 001). La textura y la estructura del suelo tienen un efecto importante sobre los nematodos fitoparásitos y según Wallace (1988) hay un tamaño óptimo de partícula para el movimiento de cada especie de nematodo. Aparentemente el tamaño de poro afecta la facilidad con la que los nematodos pueden desplazarse a través del suelo. A diferencia de las raíces de las plantas, los nematodos no pueden ejercer suficiente presión para forzar y pasar entre las partículas y agregados del suelo (Stirling, 1991), en este sentido el movimiento de los nematodos en el suelo está relacionado con el diámetro de los poros, el diámetro del nematodo y la cantidad de agua en el espacio poroso. Un nematodo no puede moverse entre las partículas de suelo cuando el diámetro de los poros es menor que el ancho del cuerpo de nematodo (Nas, 1989). Brodie (1998), encontró máximas densidades poblacionales de tres especies de nematodos a diferentes profundidades, donde la textura del suelo era también diferente, corroborando lo anteriormente descrito. También se ha encontrado que el porcentaje de juveniles de *Meloidogyne incognita* capaz de migrar y penetrar raíces de tomate disminuye conforme aumenta el porcentaje de arcilla en un suelo.

Tipo de suelo: Los suelos livianos (arenosos) pueden albergar más nematodos que suelos pesados lo cual es debido a los poros mas grandes entre las partículas del suelo, que a su vez facilitan el movimiento (Van der Wal, 1994).

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Densidad poblacional de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp.

- a. La mayor cantidad de nódulos se encontraron en las localidades: Conima (M-48) 68 nódulos, Ccopamaya (P-21) 65 nódulos, Molino-Sihuayro (Ch-17) 60 nódulos y la mayor cantidad de quistes se hallaron en las localidades: C.P. Phamaya (Y-3) 53 quistes, Zona lago (H-42) 48 quistes y Cotacucho (H-43) 39 quistes.
- b. Promediando la suma de nódulos más quistes se tiene en mayor cantidad en las localidades de: Sihuayro (Ch-17) un promedio de 49 fitoparásitos, Conima (M-48) un promedio de 46.5 fitoparásitos y Ccopamaya (P-21) un promedio de 42 fitoparásitos. No se registraron la presencia de ambos fitoparásitos en las localidades de: Cercado (P-26), Capano Selacachi (P-33), Huancollusco (H-36), Jasana Capallino (H-37), Tuni Requena (H-38), y C.C. Umuchi (M-44).

- c. Para la provincia de Yunguyo, la mayor cantidad de nódulos encontrados fueron 65 que corresponde al distrito de Yunguyo y las localidades de: Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7) y Cercado Barrio Miguel Grau (Y-8) representando el 49.24% de incidencia, estando presentes en las variedades: Imilla blanca, ccompis, imilla negra, chaska y saq'anpaya y la mayor cantidad de quistes encontrados fueron 148 corresponden al distrito de Ollaraya y las localidades de: Parcialidad Pucara (Y-1), C.P. Villurcuni (Y-2), C.P. Phamaya (Y-3) y Pajana San Isidro (Y-6) representando el 90.80% de incidencia, donde se cultivaron: imilla rosada, imilla negra, imilla blanca, waych'a, sani imilla, chaska, waych'a, y alq'a. Aplicando la prueba de Chi-Cuadrado se deduce que existe una diferencia estadística significativa es decir la incidencia de estos dos géneros varía significativamente según los distritos de la provincia de Yunguyo.
- d. Para la provincia de Chucuito, la mayor cantidad de nódulos encontrados fueron 99 que corresponde al distrito de Juli y sus localidades: Molino-Sihuayro (Ch-17), Caspa Santiago (Ch-18) y (Ch-19) representando el 57.23% de incidencia, en las variedades: Imilla blanca, ccompis, imilla negra, peruanita, chaska y saq'anpaya. Para quistes la mayor cantidad fueron 41 que corresponden también al distrito de Juli representando el 53.25% de incidencia, en las variedades: Imilla blanca, Imilla negra, Chaska, Ccompis, Peruanita y Saq'anpaya. Aplicando la prueba de Chi-Cuadrado existe una diferencia

estadística significativa es decir estos dos géneros varían significativamente según los distritos de la provincia de Chucuito.

- e. Para la provincia de El Collao, se encontraron 13 nódulos que corresponde al distrito de Pilcuyo y la localidad Cayachoco (EI-20), que corresponden al 100.00% de incidencia, en las variedades de papa: Imilla blanca, Imilla negra, Waych´a, y Peruanita. Además de un total de 6 quistes encontrados, en la localidad de Cayachoco (EI-20) del distrito de Pilcuyo estos representan el 100% de incidencia en las variedades de papa: Imilla blanca, Imilla negra, Waych´a, y Peruanita.

- f. Para la provincia de Puno, la mayor cantidad de nódulos encontrados, fueron 81 que corresponde al distrito de Acora y las localidades: Ccopamaya (P-21) y Cocosani (P-22) representando el 51.92% de incidencia en las variedades: Peruanita, Q´eto Luk´i, Chaska, e Imilla negra. La mayor cantidad de quistes encontrados fueron 64 en el distrito de Capachica y las localidades de: C.C. Yapura (P-30), Capano sector -2-Huertano (P-31), Capano sector -1- Huertano (P-32), Capano Selacachi (P-33), Pueblo Tutoro-2-(P-34) y Pueblo Tutoro-1- Pueblo Tutoro-1-(P-35) representando el 29.63% de incidencia, en las variedades: Andina, Imilla blanca, Imilla negra, Imilla rosada, Chaska, y Peruanita. Aplicando la prueba de Chi-Cuadrado existe una diferencia estadística significativa dándonos a entender que la incidencia de estos dos géneros varía significativamente según los distritos de la provincia de Puno.

- g. Para la provincia de Huancané, la mayor cantidad de nódulos encontrados fueron 65 nódulos en el distrito de Huancané y las localidades: Ninacarca (H-40), Zona lago (H-42) y Cotacucho (H-43) representando el 91.55% de incidencia en las variedades: Imilla negra, Imilla blanca, Sani imilla, Tuni, Chaska, Peruanita, y Chaska. La mayor cantidad de quistes encontrados fueron 89 en el distrito de Huancané representando el 90.82% de incidencia, en las variedades: Imilla negra, Imilla blanca, Sani imilla, Tuni, Chaska, Peruanita, y Chaska. Aplicando la prueba de Chi-Cuadrado no existe diferencia estadística significativa dándonos a conocer que la incidencia de estos dos géneros no varía significativamente según los distritos de la provincia de Huancané.
- h. Para la provincia de Moho, la mayor cantidad de nódulos encontrados fueron 127 nódulos en el distrito de Moho y las localidades de: C.C. Umuchi (M-44), C.P. Huaraya (M-45), Japisse (M-46), Chuhuyo (M-47), Conima (M-48) y Cucuraya (M-50) representando el 86.99% de infestación en las variedades: Peruanita, Chaska, Imilla Negra, Peruanita, Waych´a, Imilla blanca, Cica, y Waych´a. La mayor cantidad de quistes encontrados fueron 40 en el distrito de Moho representando el 93.02% de incidencia, en las variedades: Peruanita, Chaska, Imilla Negra, Peruanita, Waych´a, Imilla blanca, Cica, y Waych´a. Realizando la prueba de Chi-Cuadrado los resultados indican que no existe diferencia estadística significativa es decir que la incidencia de estos dos géneros no varía significativamente según los distritos de la provincia de Moho.

2. Grado de infestación.

- a. Para *Nacobbus* spp., la infestación (Grado 3) pertenece a las localidades: Conima (M-48), Chimu (P-29), Ccopamaya (P-21), Molino-Sihuayro (Ch-17) y Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7), entendiéndose que estos lugares presentan una infestación elevada. La infestación (Grado 2) corresponde a las localidades: Cucuraya (M-50), Patascachi (M-49), Chuhuyo (M-47), Japisse (M-46), Cotacucho (H-43), Zona lago (H-42), Nicacarca (H-40), Pueblo Tutoro -2- (P-34), P.C.C. Yapura (30), Titilaca (P-23), Cocosani (P-22), Cayachoco (El-20), Corpa Maquera-Challamulla (Ch-19), Caspa Santiago (Ch-18), Huacani Sisicucho (Ch-16), Lampa Grande (Ch-13), Jachapampa (Ch-11), Cercado Barrio Miguel Grau (Y-8), Pajana san Isidro (Y6), C.P. Pajana San Isidro (Y-5), C.P. Phamaya (Y-4) y Parcialidad Pucara (Y1), calificándose como una infestación moderada. La infestación (Grado 1) corresponden a las localidades cuyos códigos son: Ramis tuni (H-39), Huilacaya vertavejo (Ch-12), Isani (Ch-10), Calacala (Y-9) y C.P. Phamaya (Y-3). Calificándose como infestación ligera. Las demás localidades son consideradas como libres por no presentar nódulos de *Nacobbus* spp. y son las siguientes: C.P. Huaraya (M-45), C.C. Umuchi (M-44), Dos de mayo Zona lago (H-41), Tuní Requena (H-38), Jasana capallino (H-37), Huancollusco (H-36), Pueblo Tutora-1- (P-35), Capano Selacachi (P-33), Capano sector -1-1huertano (P-32), Capano sector -2- Huertano (P-31), Huata (P-28), CIP-Camacani (P-27), Cercado (P-26), Pallalla (P-

25), Chicabatija (P-24), Lampa Cucho (Ch-15), Cercado (Ch-14) y C.P. Villurcuni (Y-2), con la calificación de libres.

- b. Para *Globodera* spp., la infestación (Grado 3) se determinó en la localidad: C.P. Phamaya (Y-3), entendiéndose que esta localidad presenta una infestación elevada por parte de este fitoparasito. La infestación (Grado 2) corresponde a las localidades: Conima (M-48), Zona lago (H-42), Cotacucho (H-43), Pueblo Tutoro -1-(P-35), Capano sector -1-Huertano (P-32), Chimu (P-29), Chicabatijo (P-24), Cocosani (P-22), Ccopamaya (P-21), Molino-Sihuayro (Ch-17), Lampa Cucho (Ch-15), C.P. Phamaya (Y-4) y Parcialidad Pucara (Y-1). Calificándose como una infestación moderada. La infestación (Grado 1) se dieron en las localidades: Cucuraya (M-50), Patascachi (M-49), Chuhuyo (M-47), C.P. Huaraya (M-45), Conima (H-41), Ninamarca (H-40), Ramis Tuni Grande (H-39), Pueblo Tutoro -2-(P-34), Capano sector -2-huertano (P-31), C.C. Yapura (P-30), Huata (P-28), CIP-Camacani (P-27), Pallalla (P-25), Titilaca (P-23), Cayachoco (El-20), Caspa Santiago (Ch-18), Huacani Sisicucho (Ch-16), Cercado (Ch-14), Lampa Grande (Ch-13), huilacaya vertavejo (Ch-12), Cercado Barrio Miguel Grau (Y-8), Parcialidad Chambi Chocaque (Y-7), Pajana San Isidro (Y-6), C.P. Pajana San Isidro (Y-5) y C.P. Villurcuni (Y-2). Calificándose como una infestación ligera. Las demás localidades: Japisse (M-46), Tuni Requena (H-38), Jasana Capallino (H-37), Huancollusco (H-36), Capano Selacachi (P-33), Cercado (P-26), Corpa Maquera-Challamullo (Ch-19), Jachapamap (Ch-11), Isani (Ch-10) y Calacala (Y-9), no

presentaron quistes de *Globodera* spp, calificándose como una infestación nula.

3. Efecto de los factores edafológicos y climáticos en la infestación.

- a. Los grados de infestación para *Nacobbus* spp. en un 16.8% depende de la variación de las variables independientes como son: Materia orgánica, pH y temperatura máxima, y en un 83.2% obedece a otras variables. Mientras que los grados de infestación para *Globodera* spp. en un 11.4% depende de la variación de la variable independiente materia orgánica, y en un 88.6% a otras variables ajenas al presente estudio.
- b. De las 50 localidades en estudio, 18 mostraron una textura "Franca = F", 11 localidades textura "Franco limoso=FL", 19 localidades textura "Franco arenoso", 2 localidades textura "Limoso=L" y "Franco arcilloso=Far".
- c. De las 50 localidades en estudio 15 de ellas mostraron estructura "Esferoidal-granular", 22 localidades "Esferoidal-migajosa", 12 localidades "En bloques –bloques sub angulares" y 1 localidad con textura "En bloques – bloques angulares".

RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones citadas, se recomienda:

1. Continuar con estudios en torno a la Zona Circunlacustre del lago Titicaca lado peruano, con énfasis en la determinación de especies y razas de *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp., así mismo realizar trabajos para determinar las pérdidas en el cultivo de papa por la incidencia de estos fitoparásitos y por la interacción nematodo-nematodo.
2. En las localidades con grado 3 de infestación para *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp. implementar el manejo integrado de nematodos (MINE) para ambos fitoparásitos, considerando la evaluación de componentes y desarrollo MINE, asimismo la capacitación y su correspondiente difusión. La utilización de los excelentes resultados de trabajos de investigación realizados con este propósito como la utilización de cereales y el cultivo de quinua en la rotación de cultivos, el empleo del cultivo del tarwi en la biofumigación de los campos de cultivo de papa.

3. Proseguir con la evaluación de las variables edafoclimáticas y contaminantes del suelo no consideradas en el presente trabajo como son: temperatura del suelo, humedad del suelo, especies del cultivo de papa, procedencia de la semilla, rotación del cultivo y contaminación del suelo en especial con relaves mineros que probablemente influyan en los grados de infestación para *Nacobbus* spp. y *Globodera* spp.

BIBLIOGRAFIA

Arcos, J. y Cahuana, R. (2002). Variedades nativas y mejoradas de papa en Puno. EEIP-INIA Puno, Perú. p. 96.

Arcos, J. (1989). *Nacobbus aberrans*, métodos de extracción e inoculación. Interacción con *Globodera pallida*. Tesis Magister Of. Scientiae. Escuela de Post-grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. p. 56.

Balderrama, F y Franco, J. (1994). Evaluación de cultivos andinos al ataque de *Nacobbus aberrans*. VIII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Universidad Austral de Chile, Chile. p. 54.

Brodie, B. (1998). Vertical distribution of three nematode species in relation to certain soil properties. *Journal of Nematology*. 8(3), 243-247.

Cahuana, R y Arcos, J. (1993). Variedades de papas más importantes en Puno. Programa Interinstitucional Waru Waru. Puno, Perú. p. 42.

Canto, M., Evans, F., Franco, J. y Scurrah, M. (1975). Distribution of species of potato cyst nematodes in South America. *Nematologica*, 365-369.

Ccama, F. (1991). La estructura y evolución de la producción agropecuaria en el departamento de Puno. Serie de publicaciones PISA-INIAA-CIID-ACDI. Lima, Perú. p. 245.

Carrasco, D. (2006). Metodología de la Investigación Científica. Primera reimpression. Editorial San Marcos. Lima, Perú. p. 474.

Coyne, D, Nicol, J y Claudius-Cole, B. (2007). Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio. CIMMYT. DF, México, México. p. 90.

Cepeda, M. (1996). Nematología agrícola. Editorial. Trillas. D.F. México. p. 305.

DGPA (Dirección General de Promoción Agraria). (2004). Cadenas productivas: papa. [en línea] < www.minag.gob.pe/dgpa-papa-prodperu.shtml.> [consulta: 06 de agosto 2010]

Doucet, M. Ponce de León, E. y Franco, J. (1994). *Spergula arvensis* y su asociación con *Nacobbus aberrans* en el cultivo de papa en Bolivia. *Nematropica* 24, 69-72.

Duddington. C. (1989). *The Friendly Fungi*. Faber and Faber. London: MacMillan, New York. p. 188.

Fenwick, D. (1940). Methods for the recovery and counting of cyst of *Heterodera shachtii* from soil. *J. Helminth.* 18, 155-172.

Franco, J., Montecinos, R. y Ortuño, N. 2000. *Nacobbus aberrans*, nematodo fitoparásito del cultivo de papa en Bolivia: Desarrollo de una estrategia para su manejo integrado. Nematología. PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. 22.

Franco, J. (1994). Problemas de nematodos en la producción de papa en climas templados en la Región Andina. *Nematrónica* N° 24, 179-195

Franco, J.; Gonzáles, A. y Matos, A. (1993). Manejo Integrado del Nematodo Quiste de la Papa. CIP. Lima, Perú. p. 172.

Franco, J. (1981). Nematodos del quiste de la papa. Boletín de Información Técnica Nro. 08. CIP. Lima, Perú. p. 16.

Garmendia, A. (1994). Fitopatología general. Ed. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Perú. p. 556.

Gandarillas, A. y Revollo, G. (1989). Tecnología para la producción y certificación de semilla de papa en Bolivia CNS. Cochabamba, Bolivia. p. 16.

Gonzáles, A. y Franco, J. (1997). Manual de Técnicas y Métodos para el estudio del Nematodo quiste de la papa *Globodera* spp. CIP – PROIMPA, Lima, Perú. p. 87.

Gonzales, A. y Franco J. (1993). Manual de técnicas y métodos para estudios del nematodo quiste de la papa, *Globodera* spp. Centro Internacional de la Papa (CIP). Programa de investigación en Papa (PROINPA). La Paz, Bolivia. p. 99.

Gonzales, A. y Franco J. (1993). Técnicas y Métodos para el Nematodo Quiste de la papa *Globodera* spp. Centro Internacional de la Papa (CIP). Programa de investigación de la Papa (PROINPA). Cochabamba, Bolivia. p. 100.

Guiñez, A. y Gonzáles, H. (1993). Curso de Nematología Básica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Serie La Platina Nº 47. Santiago, Chile. p. 101.

Hooker, J. (1980). Compendio de enfermedades de la papa. CIP. Lima, Perú. p. 165.

Inserra, R. Vovlas N., Griffin, G. and Anderson, J. (1983). Development of the root-knot nematode *Nacobbus aberrans*, on sugarbeet. *J. Nematology*. 02, 53.

Junta de Andalucía. (1994). "El nematodo dorado de la patata". Colección Comunicación I+D Agroalimentaria 9/94. Consejería de Agricultura y Pesca. p. 23.

Lázaro, M. (1990). Los Nematodos y su Incidencia en la producción del Cultivo de Papa. INIA – SEINPA. Cajamarca, Huanuco. p. 34.

Magunacelaya, J. y Dagnino E. (1999). Nematología agrícola en Chile. Serie Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas N° 2. Santiago, Chile. p. 282.

Mohammad, R. (2000). Tylenchida parasites of plants and insects 2nd edition. CAB International. p. 550.

Mesa, C. (1999). Control de nematodos parásitos de plantas. Editorial. Limusa, S.A. D.F. México, México. p. 220.

Nas, J. (1989). Control de nematodos parásitos de plantas. Nacional Academy of Sciencies. Vol 4. Editorial Limusa. México. p. 219.

Ortuño, N; Franco, J; Oros, R y Main, G. (2004). Producción de tubérculos para semilla de papa libre de nematodos. Manejo Integrado de Plagas. Cochabamba, Bolivia. p. 54.

Ortuño, N., Franco, J., Ramos, J., Oros, R., Main, G., Montecinos, R. (2005). Desarrollo del Manejo Integrado del Nematodo Rosario de la Papa *Nacobbus aberrans* en Bolivia. Documento de trabajo No. 26. Fundación PROIMPA-Proyecto PAPA ANDINA, Cochabamba, Bolivia p. 124.

Oostenbrink, M. (1950). Het aardappelaaltje (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber) een gevaarlijke parasict voor de eenzijdige aardappelcultuur. Versl. Meded. Plziektenk. Dienst Wageningen. pp. 155 – 230.

Quispe, V. (2005). La problemática de los nematodos en el Perú. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Lima, Perú. p. 34.

Ramos, J., Franco, J., Ortuño, N., Oros, R., Main, G. (1998). Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* Globodera spp., en el cultivo de la papa en Bolivia: pérdidas en el valor bruto de su producción. PROINPA-IBTA, Convenio IBTA-CIP-COSUDE. Cochabamba, Bolivia. pp. 200.

Rojas, F., Franco, J. y Ortuño, N. Oros, R. and Main G. (1998). Las ferias agrícolas: fuente de diseminación e *Nacobbus aberrans*. *Revista Latinoamericana de la papa*. 9-10, 35-48.

Rivera, D., Franco, J., Montecinos, R., Equize, H. (1993). Distribución, incidencia y hospedantes de *Nacobbus aberrans*. Informe Anual IBTA-PROINPA 1992-1993. Cochabamba, Bolivia. pp. 233-234.

Salas, B., Otazu, V. y Vilca, A. (1984). Enfermedades de cultivos del departamento de Puno. *Revista del Centro de Desarrollo Rural de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú*, 13.

Sociedad Española de Fitopatología. (2000). *Patología Vegetal*. 2ª Edic. Edit. PHYTOMA. España. pp. 695.

Scurrah, M. (2008). Manual de manejo de nematodos en campos de papa en el Perú. Proyecto INCO DEV. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Escriv Editores. Lima, Perú. p. 73.

Stirling, G. (1991). Biological control of plant parasitic nematodes. CAB internacional. Cap 3. London. pp. 22-45.

Thorne, G. and M. W. Allen. (1944). *Nacobbus dorsalis*. Nov.gen. nov. Spec. (Nematoda: Tylenchidae), alfileria, *Erodium Cicutarium* (L) L' Her. Proc. Helminth. Soc. Wash. p. 43.

Tapia, M. y Fries, A. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima, Perú. p. 209.

Tapia, M. (1997). Ecodesarrollo en los Andes Altos. Fundación Friedrich Ebert. Lima, Perú. p. 253.

Tapia, M. (1995). Ecodesarrollo en los Andes altos. Fundación Friedrich Ebert. Lima, Perú. p. 65.

Talavera, M. (2003). Manual de Nematología Agrícola. Institut de Recerca i Formació agrària i pesquera. Conselleria d'Agricultura i Pesca de les illes Balears. Sau Paulo, Brasil. p. 20.

Union Carbide. (1979). Los nematodos y su control. Unión Carbide Inter-América, INC. Lima, Perú. p. 36.

Untiveros, D.(1986). Principales plagas y enfermedades de la papa en el Perú. Manual técnico. INIPA. Lima, Perú. p. 46.

Valderrama, M. (2007). Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. Primera edición. Editorial San Marcos. Lima, Perú. p. 310.

Van der Wal, A.(1994). Nematology; summary nematology lectures. En: *International course on integrated pest management. Mar. 20, Jul. 2, 25-29.*

Valarezo, J. (2001). Comp. Manual de Fertilidad de Suelos. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica. p. 84.

Wallace, H. (1988). Movement of eelworms. The influence of pore size and moisture content of the soil, *Heterodera glycines*. *Ann, Appl. Biol.* 46, 74-85.

Yépez, G. (1970). "Nematología" Facultad de Agronomía. Caracas, Venezuela. p. 115.

ANEXOS

CUADRO 5

UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LAS 50 LOCALIDADES EN ESTUDIO DE LA
ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO TITICACA-PERU (CAMPAÑA
AGRÍCOLA 2010-2011)

Código	Provincia	Distrito	Localidad	Altitud m.s.n.m	Latitud S	Longitud W	UTM	Variedad de papa	Procedencia de semilla
Y-1	Yunguyo	Ollaraya	Parcialidad Pucara	3853	16°11'57"	068°59'07.2"	8209049	Imilla rosada, Imilla negra	Del lugar, Bolivia
Y-2	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Villurcuni	3863	16°14'43.8"	068°59'21.0"	8203887	Imilla blanca, Imilla negra	Del lugar
Y-3	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	3855	16°14'24.0"	068°59'59.9"	8204494	Imilla negra, Waych'a	Del lugar, Bolivia
Y-4	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	3855	16°14'24.0"	068°59'59.9"	8204494	Sani imilla, Chaska, Waych'a	Del lugar, Bolivia
Y-5	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Pajana San Isidro	3837	16°15'48.8"	069°02'15.2"	8201891	Waych'a, Alq'a imilla, Imilla negra	Desaguadero, Bolivia
Y-6	Yunguyo	Ollaraya	Pajana San Isidro	3845	16°15'14.2"	069°02'00.4"	8202954	Imilla rosada, Sani imilla	Yunguyo, Bolivia

Y-7	Yunguyo	Yunguyo	Parcialidad Chambi Chocaque	3860	16°15'23.2"	069°04'41.9"	8202674	Imilla blanca, Ccompis	Yunguyo
Y-8	Yunguyo	Yunguyo	Cercado (Barrio Miguel Grau)	3840	16°15'05.1"	069°07'34.6"	8203227	Imilla negra, Chaska, Saq'anpaya	Del lugar, Bolivia
Y-9	Yunguyo	Copani	Calacala	3861	16°24'27.6"	069°02'52.7"	8185946	Imilla negra, Ccompis, Qéto Luk'i	Del lugar, Bolivia
Ch-10	Chucuito	Zepita	Isani	3858	16°25'57.6"	069°03'45.3"	8183183	Imilla negra, Waych'a, Peruanita	Del lugar, Bolivia
Ch-11	Chucuito	Zepita	Jachapampa	3848	16°28'30.7"	069°06'01.9"	8178475	Imilla blanca, Peruanita, Sani imilla	Del lugar
Ch-12	Chucuito	Zepita	Huilacaya vertavejo	3853	16°31'11.7"	069°04'32.2"	8173516	Imilla blanca, Peruanita, Ccompis	Yunguyo, Bolivia
Ch-13	Chucuito	Pomata	Lampa Grande	3869	16°18'57"	069°17'19.9"	8196086	Sutamari, Peruanita, Sani imilla, Imilla blanca	Del lugar, Bolivia
Ch-14	Chucuito	Pomata	Cercado	3847	16°16'23.9"	069°17'09.9"	8200788	Imilla negra, Imilla Blanca, Chaska	Del lugar, Yunguyo
Ch-15	Chucuito	Pomata	Lampa Cucho	3846	16°16'21.7"	069°17'38.3"	8202701	Imilla blanca, Imilla negra, Sutamari	Del lugar

Ch-16	Chucuito	Pomata	Huacani Sisicucho	3846	16°15'17.5"	069°18'40.6"	8202823	Imilla blanca, Imilla negra, Peruanita, Chaska, Waych'a	Del lugar, Bolivia
Ch-17	Chucuito	Juli	Molino- Sihuayro	3857	16°13'26.2"	069°23'09.5"	8206235	Imilla blanca, Imilla negra, Chaska	Del lugar, Bolivia
Ch-18	Chucuito	Juli	Caspa- Santiago	3896	16°15'42.0"	069°29'30.3"	8202036	Ccompis, Peruanita	Del lugar
Ch-19	Chucuito	Juli	Corpa Maquera- Challamulla	3840	16°10'44.1"	069°31'47.7"	8211180	Imilla negra, Imilla blanca, Saq'anpaya	Del lugar
El-20	El Collao	Pilcuyo	Cayachoco	3841	16°03'38.8"	069°30'05.8"	8224255	Imilla blanca, Imilla negra, Waych'a, Peruanita	Ilave, Bolivia
P-21	Puno	Acora	Ccopamaya	3841	15°59'37.2"	069°39'34.9"	8231664	Peruanita, Q'eto Luk'i, Chaska	Del lugar, Bolivia
P-22	Puno	Acora	Cocosani	3848	15°58'23.5"	069°39'13.9"	8233919	Imilla negra, Chaska	Del lugar
P-23	Puno	Plateria	Titilaca	3853	15°55'04.5"	069°43'56.8"	8240346	Imilla negra, Andina, Yungay	Acora
P-24	Puno	Plateria	Chicabatija	3860	15°57'23.7"	069°49'53.5"	8235689	Sani imilla, Imilla negra	Del lugar
P-25	Puno	Plateria	Pallalla	3842	15°55'16.0"	069°46'48.3"	8237793	Peruanita, Imilla negra	Del lugar
P-26	Puno	Plateria	Cercado	3838	15°56'26.7"	069°50'11.0"	8237417	Imilla negra	Del lugar
P-27	Puno	Plateria	CIP- Camacani	3850	15°56'16.3"	069°51'31.5"	8237728	Andina, Imilla negra	Del lugar

P-28	Puno	Huata	Huata	3820	15°37'26.74"	069°55'53.25"	8272426	Imilla negra, Ccompis, Sani imilla	Del lugar
P-29	Puno	Puno	Chimu	3844	15°52'54.9"	069°55'08.8"	8243910	Peruanita, Yungay, Imilla negra, Milagro	Del lugar
P-30	Puno	Capachica	C.C. Yapura	3830	15°41'30.17"	069°50'07.58"	8264989	Andina, imilla blanca, Imilla negra	Puno
P-31	Puno	Capachica	Capano sector-2- Huertano	3850	15°42'02.88"	069°49'10.19"	8263990	Imilla rosada, Imilla negra	Juliaca
P-32	Puno	Capachica	Capano sector -1- Huertano	3855	15°42'33.48"	069°48'36.52"	8263054	Imilla negra, Chaska	Del lugar, Juliaca
P-33	Puno	Capachica	Capano Selacachi	3828	15°40'04.32"	069°50'58.3"	8267621	Imilla negra, Peruanita	Puno
P-34	Puno	Capachica	Pueblo Tutoro -2-	3824	15°38'49.66"	069°50'44.38"	8269916	Imilla negra, Chaska	Del lugar
P-35	Puno	Capachica	Pueblo Tutoro -1-	3825	15°38'01.62"	069°50'44.75"	8271392	Imilla negra	Del lugar
H-36	Huancané	Taraco	Huancollusco	3832	15°21'02.6"	069°57'15.8"	8302656	Imilla negra, Sani imilla	Del lugar
H-37	Huancané	Taraco	Jasana Capallino	3825	15°19'52.71"	069°57'16.46"	8304418	Imilla negra, Peruanita	Del lugar
H-38	Huancané	Taraco	Tuni Requena	3833	15°20'52.6"	069°53'56.7"	8301989	Ocuco, Imilla blanca	Taraco
H-39	Huancané	Taraco	Ramis Tuni Grande	3845	15°16'37.3"	069°51'10.6"	8310855	Imilla negra, Ccompis	Del lugar

H-40	Huancané	Huancané	Ninacarca	3847	15°12'02.2"	069°48'45.5"	8317487	Imilla negra, Imilla blanca, Sani imilla, Tuni, Chaska	Del lugar
H-41	Huancané	Conima	Dos de mayo Zona lago	3841	15°14'19.5"	069°47'51.3"	8315117	Ccompis, Sani imilla, Imilla negra, Chaska	Huancané
H-42	Huancané	Huancané	Zona lago	3856	15°14'13.0"	069°45'47.5"	8315324	Sani imilla, Peruanita	Huancané
H-43	Huancané	Huancané	Cotacucho	3854	15°54'29"	069°49'58.8"	8314858	Chaska, Imilla negra	Del lugar
M-44	Moho	Moho	C.C. Umuchi	3832	15°23'24.39"	069°30'37.69"	8298461	Peruanita, Chaska	Conima
M-45	Moho	Moho	C.P. Huaraya	3827	15°23'11.62"	069°29'56.16"	8298856	Imilla Negra Peruanita	Del lugar
M-46	Moho	Moho	Japisse	3856	15°28'17.5"	069°23'31.8"	8289483	Peruanita, Waych'a, Imilla blanca	Del lugar, Bolivia
M-47	Moho	Moho	Chuhuyo	3949	15°28'23.2"	069°23'38.1"	8289306	Imilla negra, Imilla blanca, Peruanita	Del lugar
M-48	Moho	Moho	Conima	3857	15°27'49"	069°23'12.7"	8290347	Cica, Imilla negra	Del lugar
M-49	Moho	Tilali	Patascachi	3838	15°30'40.9"	069°20'56"	8285084	Peruanita, Imilla negra, Chaska	Juliaca, Bolivia
M-50	Moho	Moho	Cucuraya	3844	15°29'59.6"	069°21'61.3"	8386352	Imilla negra, Waych'a	Del lugar, Bolivia

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 6

EVALUACIÓN Y GRADO DE INFESTACION DE *Nacobbus* spp. (NÓDULOS)

DE LAS 50 LOCALIDADES DE LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO

TITICACA-PERÚ

°Código	Variiedad de papa	Especie de papa	Procedencia de semilla	Nº de nódulos /raíz (R1)	Nº de nódulos /raíz (R2)	Nº de nódulos /raíz (R3)	Nº de nódulos /raíz (R4)	Nº de nódulos /raíz (X)	Grado de infestación
Y-1	Imilla rosada, Imilla negra	Dulce	Del lugar, Bolivia	9	18	10	15	13	2
Y-2	Imilla blanca, Imilla negra	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
Y-3	Imilla negra, Waych'a	Dulce	Del lugar, Bolivia	4	10	12	6	8	1
Y-4	Sani imilla, Chaska, Waych'a	Dulce	Del lugar, Bolivia	12	14	20	14	15	2
Y-5	Waych'a, Alq'a imilla, Imilla negra	Dulce	Desaguadero, Bolivia	2	9	6	7	6	2
Y-6	Imilla rosada, Sani imilla	Dulce	Yunguyo, Bolivia	12	17	20	23	18	2
Y-7	Imilla blanca, Ccompis	Dulce	Yunguyo	46	57	50	39	48	3
Y-8	Imilla negra, Chaska, Saq'anpaya	Dulce	Del lugar, Bolivia	11	21	15	21	17	2
Y-9	Imilla negra, Ccompis, Qéto Luk'i	Dulce	Del lugar, Bolivia	5	7	9	7	7	1
Ch-10	Imilla negra, Waych'a, Peruanita	Dulce	Del lugar, Bolivia	2	6	5	7	5	1
Ch-11	Imilla blanca, Peruanita, Sani imilla	Dulce	Del lugar	30	35	28	23	29	2
Ch-12	Imilla blanca, Peruanita, Ccompis	Dulce	Yunguyo, Bolivia	8	12	11	9	10	1

Ch-13	Sutamari, Peruanita, Sani imilla, Imilla blanca	Dulce	Del lugar, Bolivia	10	13	17	12	13	2
Ch-14	Imilla negra, Imilla Blanca, Chaska	Dulce	Del lugar, Yunguyo	0	0	0	0	0	0
Ch-15	Imilla blanca, Imilla negra, Sutamari	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
Ch-16	Imilla blanca, Imilla negra, Peruanita, Chaska, Waych'a	Dulce	Del lugar, Bolivia	12	18	20	18	17	2
Ch-17	Imilla blanca, Imilla negra, Chaska	Dulce	Del lugar, Bolivia	56	66	58	60	60	3
Ch-18	Ccompis, Peruanita	Dulce	Del lugar	21	29	18	28	24	2
Ch-19	Imilla negra, Imilla blanca, Saq'anpaya	Dulce	Del lugar	10	18	16	16	15	2
EI-20	Imilla blanca, Imilla negra, Waych'a, Peruanita	Dulce	Ilave, Bolivia	6	18	14	14	13	2
P-21	Peruanita, Q'eto Luk'i, Chaska	Dulce	Del lugar, Bolivia	60	68	72	60	65	3
P-22	Imilla negra, Chaska	Dulce	Del lugar	12	18	20	14	16	2
P-23	Imilla negra, Andina, Yungay	Dulce	Acora	15	12	16	13	14	2
P-24	Sani imilla, Imilla negra	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
P-25	Peruanita, Imilla negra	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
P-26	Imilla negra	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0

P-27	Andina, Imilla negra	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
P-28	Imilla negra, Ccompis, Sani imilla	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
P-29	Peruanita, Yungay, Imilla negra, Milagro	Dulce	Del lugar	29	35	28	36	32	3
P-30	Andina, Imilla blanca, Imilla negra	Dulce	Puno	14	10	12	16	13	2
P-31	Imilla rosada, Imilla negra	Dulce	Juliaca	0	0	0	0	0	
P-32	Imilla negra, Chaska	Dulce	Del lugar, Juliaca	0	0	0	0	0	0
P-33	Imilla negra, Peruanita	Dulce	Puno	0	0	0	0	0	0
P-34	Imilla negra, Chaska	Dulce	Del lugar	14	20	12	18	16	2
P-35	Imilla negra	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
H-36	Imilla negra, Sani imilla	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
H-37	Imilla negra, Peruanita	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
H-38	Ocuco, Imilla blanca	Dulce	Taraco	0	0	0	0	0	0
H-39	Imilla negra, Ccompis	Dulce	Del lugar	6	7	5	6	6	1
H-40	Imilla negra, Imilla blanca, Sani imilla, Tuni, Chaska	Dulce	Del lugar	16	19	17	12	16	2
H-41	Ccompis, Sani imilla, Imilla negra, Chaska	Dulce	Huancané	0	0	0	0	0	0
H-42	Sani imilla, Peruanita	Dulce	Huancané	25	32	29	30	29	2
H-43	Chaska, Imilla negra	Dulce	Del lugar	23	18	17	22	20	2

M-44	Peruanita, Chaska	Dulce	Conima	0	0	0	0	0	0
M-45	Imilla Negra Peruanita	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
M-46	Peruanita, Waych'a, Imilla blanca	Dulce	Del lugar, Bolivia	14	15	22	17	17	2
M-47	Imilla negra, Imilla blanca, Peruanita	Dulce	Del lugar	26	14	18	22	20	2
M-48	Cica, Imilla negra	Dulce	Del lugar	64	76	71	61	68	3
M-49	Peruanita, Imilla negra, Chaska	Dulce	Juliaca, Bolivia	23	19	18	16	19	2
M-50	Imilla negra, Waych'a	Dulce	Del lugar, Boliva	19	16	28	25	22	2

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 7

EVALUACIÓN Y GRADO DE INFESTACION DE *Globodera* spp. (QUISTES)

DE LAS 50 LOCALIDADES DE LA ZONA CIRCUNLACUSTRE DEL LAGO

TITICACA-PERÚ

Código	Provincia	Distrito	Localidad	m.s.n.m	Varietal	Especie	Procedencia	Nº de quistes/100g de suelo (R1)	Nº de quistes/100g de suelo (R2)	Nº de quistes/100g de suelo (R3)	Nº de quistes/100g de suelo (R4)	Nº de quistes/100g de suelo (X)	Grado de infestación
Y-1	Yunguyo	Ollaraya	Parcialidad Pucara	3853	Imilla rosada, Imilla negra	Dulce	Del lugar, Bolivia	50	35	36	20	35	2
Y-2	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Villurcuni	3863	Imilla blanca, Imilla negra	Dulce	Del lugar	4	6	9	9	7	1
Y-3	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	3855	Imilla negra, Waycha	Dulce	Del lugar, Bolivia	45	62	49	52	52	3
Y-4	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Phamaya	3855	Sanimilla, Chaska, Waycha	Dulce	Del lugar, Bolivia	45	38	32	25	35	2
Y-5	Yunguyo	Ollaraya	C.P. Pajana San Isidro	3837	Waycha, Alq'aimilla, Imilla negra	Dulce	Desaguadero, Bolivia	5	9	12	14	10	1
Y-6	Yunguyo	Ollaraya	Pajana San Isidro	3845	Imilla rosada, Sanimilla	Dulce	Yunguyo, Bolivia	10	7	5	10	8	1
Y-7	Yunguyo	Yunguyo	Parcialidad Chambichocaque	3860	Imilla blanca, Ccompis	Dulce	Yunguyo	10	8	10	12	10	1
Y-8	Yunguyo	Yunguyo	Cercado (Barrio Miguel Grau)	3840	Imilla negra, Chaska, Saq'anpaya	Dulce	Del lugar, Bolivia	7	5	3	5	5	1
Y-9	Yunguyo	Copani	Calacala	3861	Imilla negra, Ccompis, Qéto Luk'io	Dulce	Del lugar, Bolivia	0	0	0	0	0	0
Ch-10	Chucuito	Zepita	Isani	3858	Imilla negra, Waycha, Peruanita	Dulce	Del lugar, Bolivia	0	0	0	0	0	0
Ch-11	Chucuito	Zepita	Jachapampa	3848	Imilla blanca, Peruanita, Sanimilla	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0

Ch-12	Chucuito	Zepita	Huilacaya vertavejo	3853	Imilla blanca, Peruani ta, Ccompis	Dulce	Yunguyo, Bolivia	12	9	10	9	10	1
Ch-13	Chucuito	Pomata	Lampa Grande	3869	Sutamari, Peruani ta, Sani imilla, Imilla blanca	Dulce	Del lugar, Bolivia	4	0	5	3	3	1
Ch-14	Chucuito	Pomata	Cercado	3847	Imilla negra, Imilla Blanca, Chaska	Dulce	Del lugar, Yunguyo	2	4	6	4	4	1
Ch-15	Chucuito	Pomata	Lampa Cucho	3846	Imilla blanca, Imilla negra, Sutamari	Dulce	Del lugar	16	19	14	15	16	2
Ch-16	Chucuito	Pomata	Huacani Sisicuch o	3846	Imilla blanca, Imilla negra, Peruani ta, Chaska, Waycha	Dulce	Del lugar, Bolivia	0	6	4	2	3	1
Ch-17	Chucuito	Juli	Molino-Sihuayro	3857	Imilla blanca, Imilla negra, Chaska	Dulce	Del lugar, Bolivia	40	36	28	48	38	2
Ch-18	Chucuito	Juli	Caspa-Santiago	3896	Ccompis, Peruani ta	Dulce	Del lugar	0	6	2	4	3	1
Ch-19	Chucuito	Juli	Corpa Maquera-Challamulla	3840	Imilla negra, Imilla blanca, Saq'anpaya	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
El-20	El Collao	Pilcuy o	Cayachoco	3841	Imilla blanca, Imilla negra, Waycha, Peruani ta	Dulce	Ilave, Bolivia	7	4	8	5	6	1
P-21	Puno	Acora	Ccopamaya	3841	Peruani ta, Q'eto Luk'i, Chaska	Dulce	Del lugar, Bolivia	15	22	26	13	19	2
P-22	Puno	Acora	Cocosa ni	3848	Imilla negra, Chaska	Dulce	Del lugar	34	44	36	38	38	2
P-23	Puno	Plateri a	Titilaca	3853	Imilla negra, Andina, Yungay	Dulce	Acora	5	11	9	7	8	1

P-24	Puno	Plateri a	Chicaba tija	3860	Sani imilla, Imilla negra	Dulce	Del lugar	28	36	40	36	35	2
P-25	Puno	Plateri a	Pallalla	3842	Peruani ta, Imilla negra	Dulce	Del lugar	3	4	1	0	2	1
P-26	Puno	Plateri a	Cercado	3838	Imilla negra	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
P-27	Puno	Plateri a	CIP- Camaca ni	3850	Andina, Imilla negra	Dulce	Del lugar	4	9	5	10	7	1
P-28	Puno	Huata	Huata	3820	Imilla negra, Ccompi s, Sani imilla	Dulce	Del lugar	2	8	2	4	4	1
P-29	Puno	Puno	Chimu	3844	Peruani ta, Yungay Imilla negra, Milagro	Dulce	Del lugar	31	45	42	38	39	2
P-30	Puno	Capac hica	C.C. Yapura	3830	Andina, Imilla blanca, Imilla negra	Dulce	Puno	0	3	3	2	2	1
P-31	Puno	Capac hica	Capano sector- 2- Huertan o	3850	Imilla rosada, Imilla negra	Dulce	Juliaca	1	2	2	3	2	1
P-32	Puno	Capac hica	Capano sector 1- Huertan o	3855	Imilla negra, Chaska	Dulce	Del lugar, Juliaca	21	26	22	19	22	2
P-33	Puno	Capac hica	Capano Selacac hi	3828	Imilla negra, Peruani ta	Dulce	Puno	0	0	0	0	0	0
P-34	Puno	Capac hica	Pueblo Tutoro 2-	3824	Imilla negra, Chaska	Dulce	Del lugar	2	4	2	4	3	1
P-35	Puno	Capac hica	Pueblo Tutoro 1-	3825	Imilla negra	Dulce	Del lugar	31	38	42	29	35	2
H-36	Huanc ané	Taraco	Huancoll usco	3832	Imilla negra, Sani imilla	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
H-37	Huanc ané	Taraco	Jasana Capallin o	3825	Imilla negra, Peruani ta	Dulce	Del lugar	0	0	0	0	0	0
H-38	Huanc ané	Taraco	Tuni Requen a	3833	Ocuco, Imilla blanca	Dulce	Taraco	0	0	0	0	0	0
H-39	Huanc ané	Taraco	Ramis Tuni Grande	3845	Imilla negra, Ccompi s	Dulce	Del lugar	7	3	6	8	6	1
H-40	Huanc ané	Huanc ané	Ninacar ca	3847	Imilla negra, Imilla blanca, Sani imilla, Tuni, Chaska	Dulce	Del lugar	1	2	3	2	2	1

H-41	Huancané	Conima	Dos de mayo Zona lago	3841	Ccompis, Sani imilla, Imilla negra, Chaska	Dulce	Huancané	2	3	5	2	3	1
H-42	Huancané	Huancané	Zona lago	3856	Sani imilla, Peruani ta	Dulce	Huancané	42	52	58	40	48	2
H-43	Huancané	Huancané	Cotacuc ho	3854	Chaska , Imilla negra	Dulce	Del lugar	32	42	44	38	39	2
M-44	Moho	Moho	C.C. Umuchi	3832	Peruani ta, Chaska	Dulce	Conima	0	0	0	0	0	0
M-45	Moho	Moho	C.P. Huaraya	3827	Imilla Negra Peruani ta	Dulce	Del lugar	4	6	6	4	5	1
M-46	Moho	Moho	Japisse	3856	Peruani ta, Waych' a, Imilla blanca	Dulce	Del lugar, Bolivia	0	0	0	0	0	0
M-47	Moho	Moho	Chuhuyo	3949	Imilla negra, Imilla blanca, Peruani ta	Dulce	Del lugar	4	8	12	8	8	1
M-48	Moho	Moho	Conima	3857	Cica, Imilla negra	Dulce	Del lugar	19	31	27	23	25	2
M-49	Moho	Tílalí	Patasca chi	3838	Peruani ta, Imilla negra, Chaska	Dulce	Juliaca, Bolivia	2	5	3	2	3	1
M-50	Moho	Moho	Cucuraya	3844	Imilla negra, Waych' a	Dulce	Del lugar, Boliva	2	0	3	3	2	1
											SUMA	43	
											PROMEDIO	6.1	

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 8

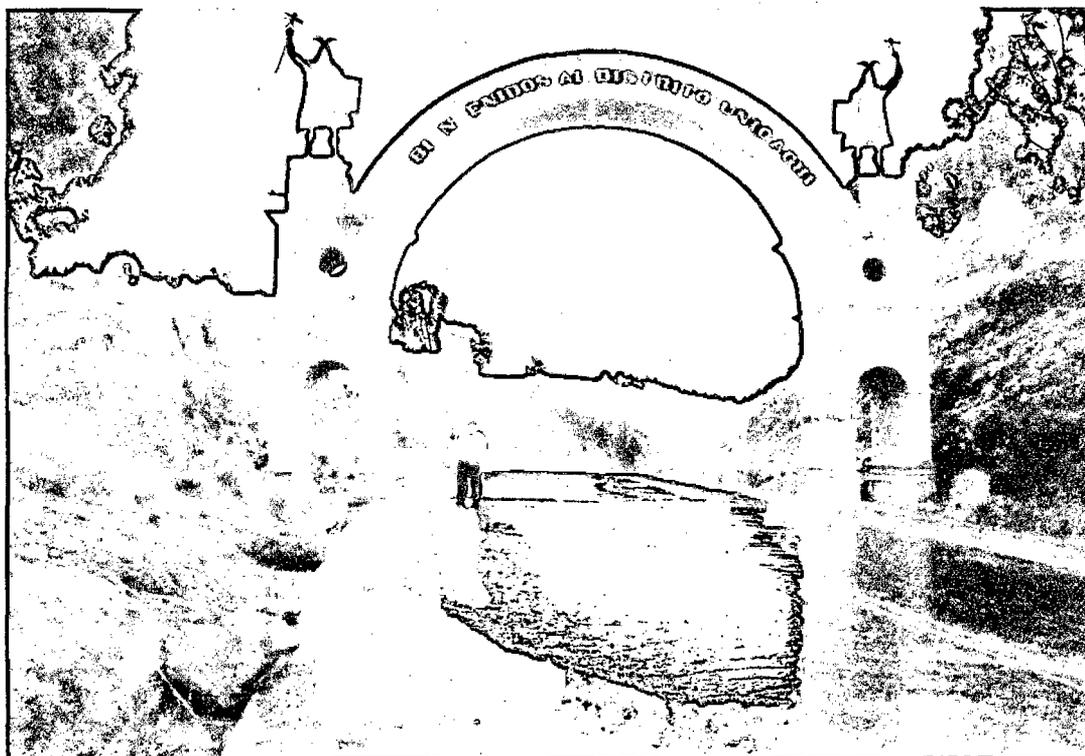
DATOS EDAFOLÓGICOS Y CLIMÁTICOS DE LAS 50 LOCALIDADES EN
ESTUDIO CAMPAÑA AGRÍCOLA (2010-2011)

Código	ph	C.E.	M.O.	T.MAX.	T.MIN.	pp
Y-1	5.85	0.401	1.59	15.7	-2.3	741.80
Y-2	5.81	0.271	1.79	15.7	-2.3	741.80
Y-3	5.71	0.390	2.48	15.7	-2.3	741.80
Y-4	5.70	0.146	1.18	15.7	-2.3	741.80
Y-5	5.61	0.328	2.15	15.7	-2.3	741.80
Y-6	5.80	0.302	2.81	15.7	-2.3	741.80
Y-7	5.92	0.094	0.98	15.7	-2.3	741.80
Y-8	5.79	0.100	1.93	15.7	-2.3	741.80
Y-9	5.74	0.194	1.72	15.7	-2.3	741.80
Ch-10	5.85	0.228	1.37	14.6	4	965.80
Ch-11	5.99	0.155	2.19	14.6	4	965.80
Ch-12	6.15	0.056	1.07	14.6	4	965.80
Ch-13	6.05	0.070	1.96	14.6	4	965.80
Ch-14	6.09	0.137	1.93	14.6	4	965.80
Ch-15	6.81	0.188	1.29	14.6	4	965.80
Ch-16	6.16	0.399	1.62	14.6	4	965.80
Ch-17	6.94	0.197	1.47	14.6	4	965.80
Ch-18	7.44	0.388	3.52	14.6	4	965.80
Ch-19	7.22	0.378	3.66	14.6	4	965.80
EI-20	7.19	0.172	2.59	14.6	4	965.80
P-21	7.39	0.144	1.37	17.4	4.4	645.40
P-22	7.09	0.172	1.09	17.4	4.4	645.40
P-23	7.31	0.269	1.46	17.4	4.4	645.40
P-24	6.21	0.222	1.98	17.4	4.4	645.40
P-25	6.74	0.364	3.56	17.4	4.4	645.40
P-26	6.64	0.274	3.53	17.4	4.4	645.40
P-27	5.94	0.397	1.87	17.4	4.4	645.40

P-28	6.91	0.615	3.62	17.4	4.4	645.40
P-29	6.98	0.171	1.05	17.4	4.4	645.40
P-30	6.65	0.153	1.56	17.4	4.4	645.40
P-31	6.63	0.077	2.21	17.4	4.4	645.40
P-32	6.45	0.134	1.19	17.4	4.4	645.40
P-33	6.41	0.187	1.35	17.4	4.4	645.40
P-34	6.76	0.325	2.3	17.4	4.4	645.40
P-35	6.62	0.216	2.25	17.4	4.4	645.40
H-36	6.90	0.445	2.58	16.4	12.7	497.40
H-37	6.17	0.500	3.5	16.4	12.7	497.40
H-38	6.47	0.431	3.54	16.4	12.7	497.40
H-39	6.89	0.166	0.75	16.4	12.7	497.40
H-40	6.60	0.307	1.44	16.4	12.7	497.40
H-41	6.61	0.325	1.28	16.4	12.7	497.40
H-42	5.66	0.252	1.05	16.4	12.7	497.40
H-43	6.43	0.667	2.08	16.4	12.7	497.40
M-44	6.50	0.078	1.54	16.0	2.8	595.10
M-45	6.20	0.146	1.47	16.0	2.8	595.10
M-46	6.47	0.649	3.57	16.0	2.8	595.10
M-47	6.65	0.315	3.65	16.0	2.8	595.10
M-48	6.49	0.285	1.29	16.0	2.8	595.10
M-49	6.58	0.214	1.92	16.0	2.8	595.10
M-50	6.44	0.550	1.37	16.0	2.8	595.10

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 1. Inicio de la evaluación a los campos de cultivo de papa



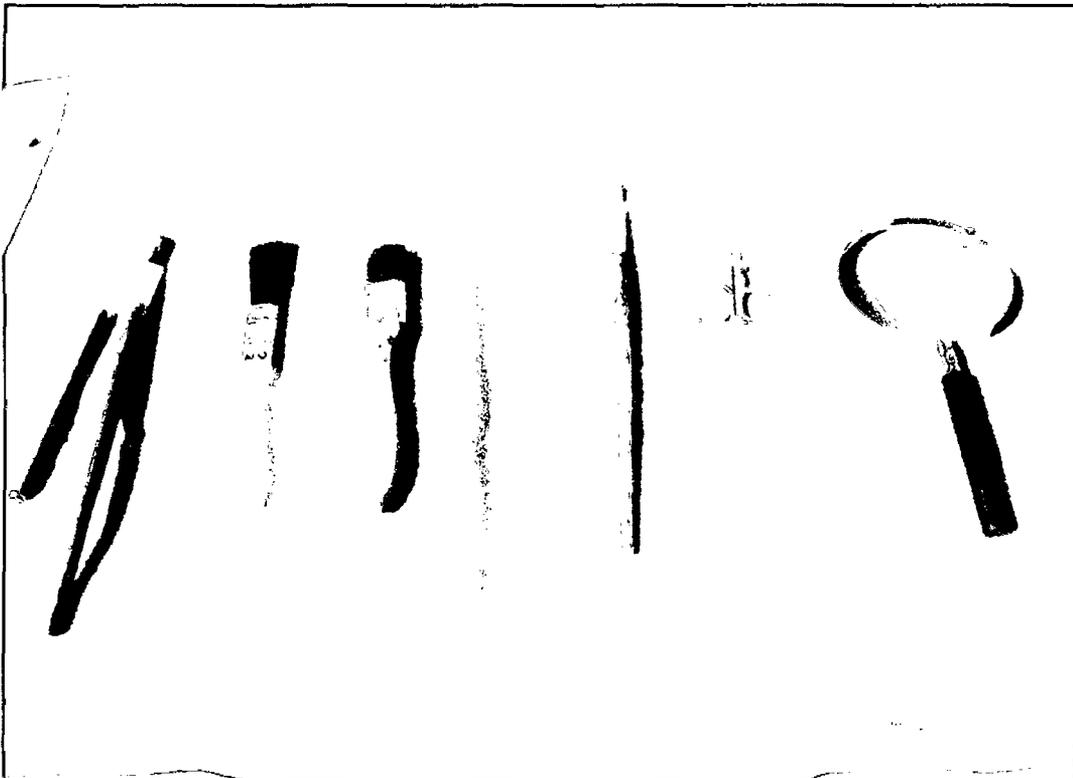
Fotografía 2. Fin de la evaluación de los cultivos de papa



Fotografía 3. Etapa de floración (Momento de evaluar)



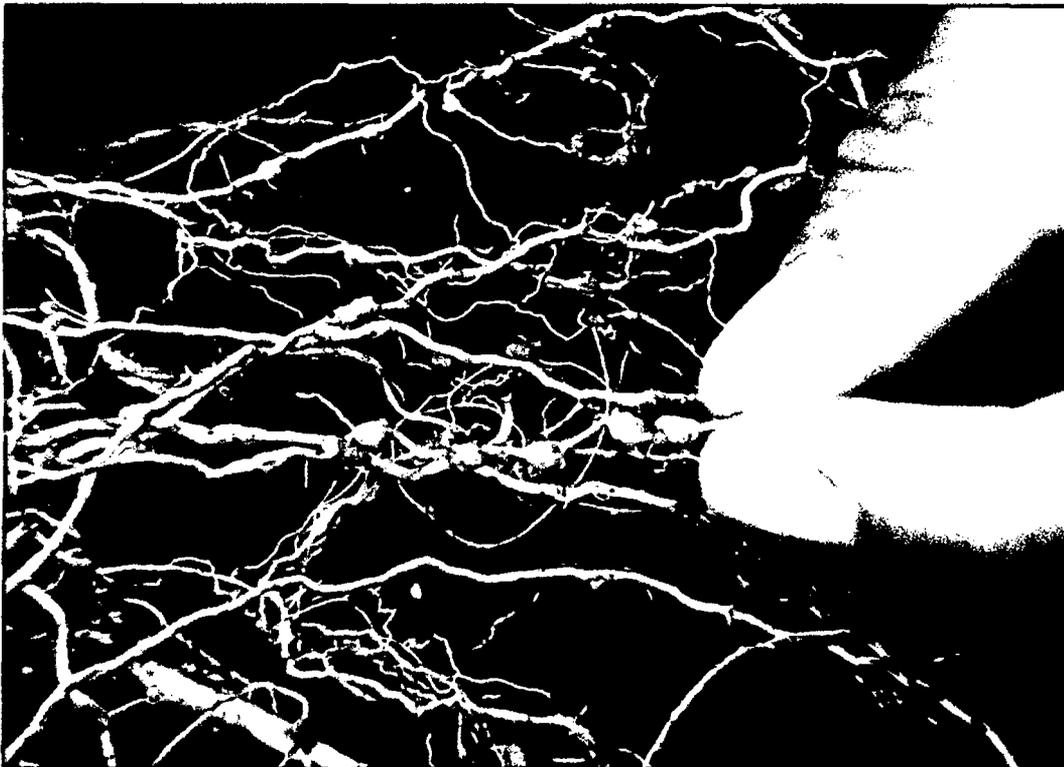
Fotografía 4. Materiales para evaluar



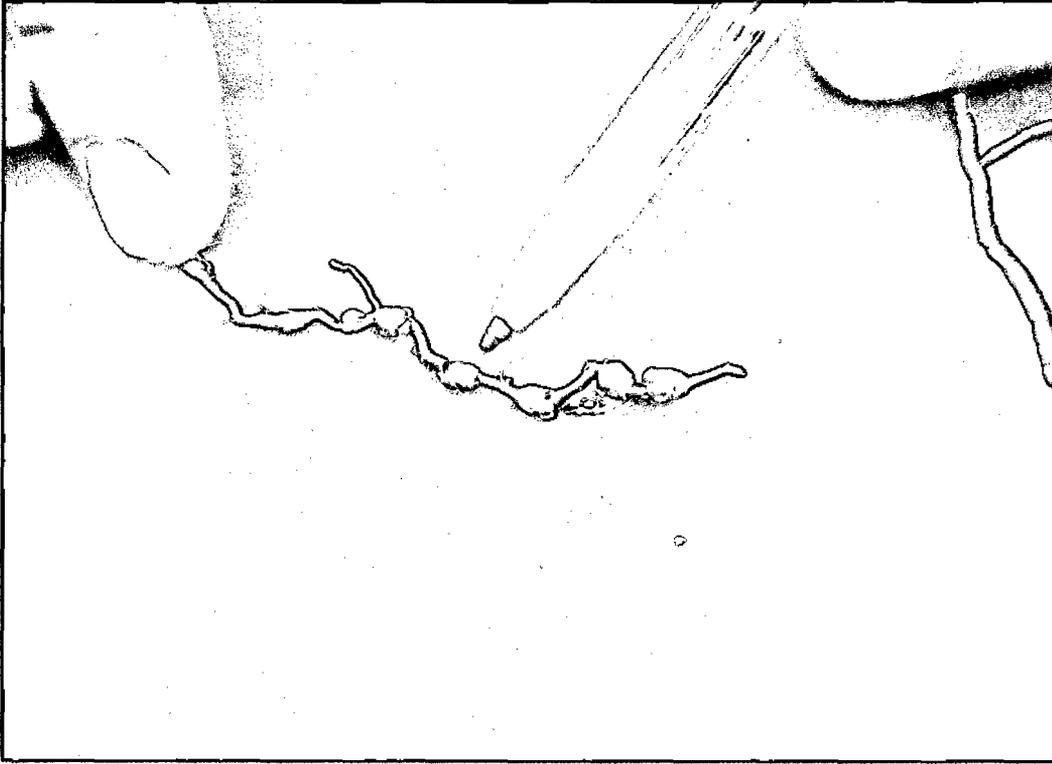
Fotografía 5. Materiales para evaluar



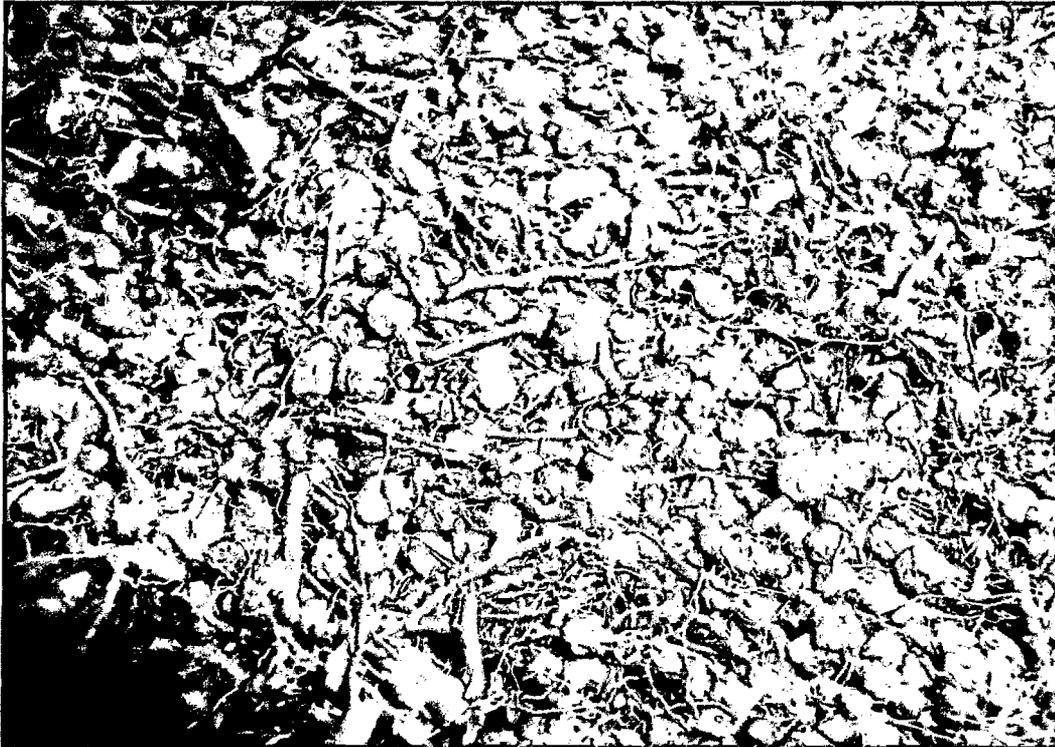
Fotografía 6. Nódulos de *Nacobbus* spp.



Fotografía 7. Nódulos de *Nacobbus* spp.



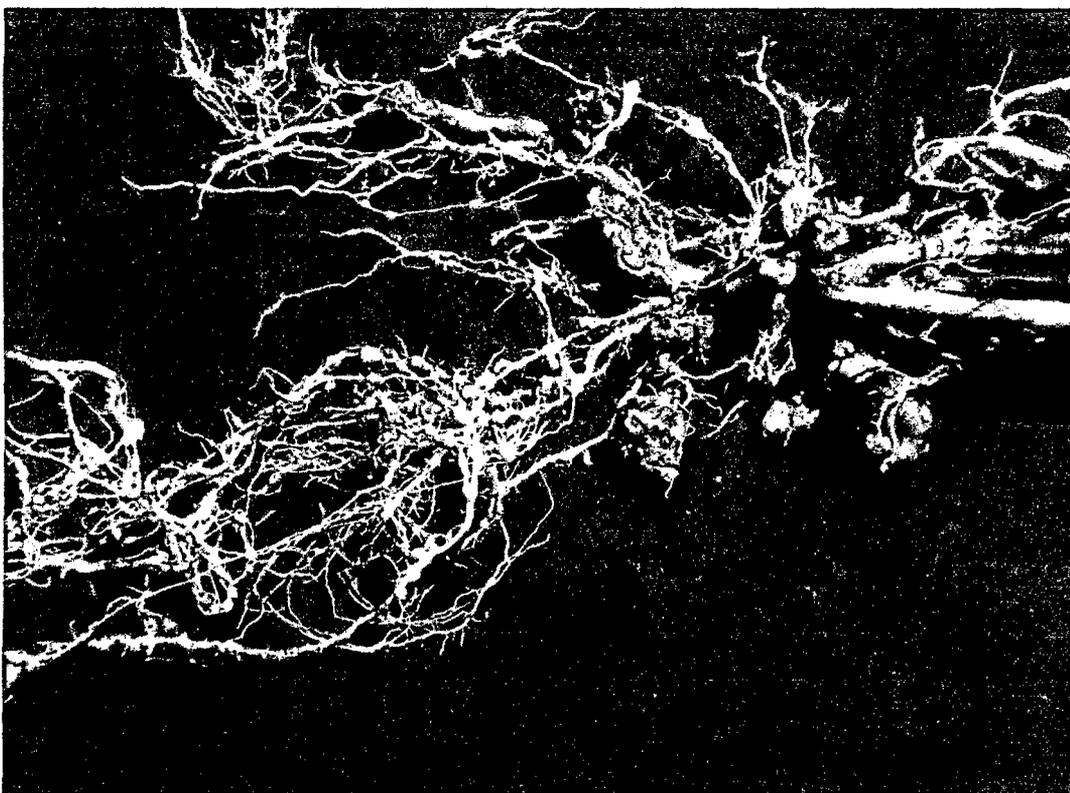
Fotografía 8. Conjunto de nódulos de *Nacobbus* spp.



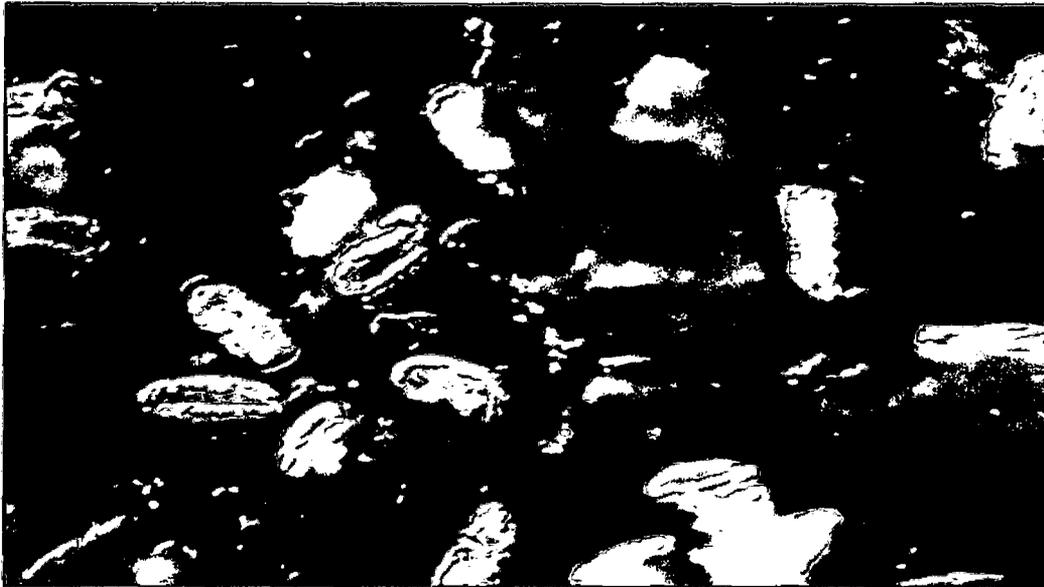
Fotografía 9. Nódulos de *Nacobbus* spp.



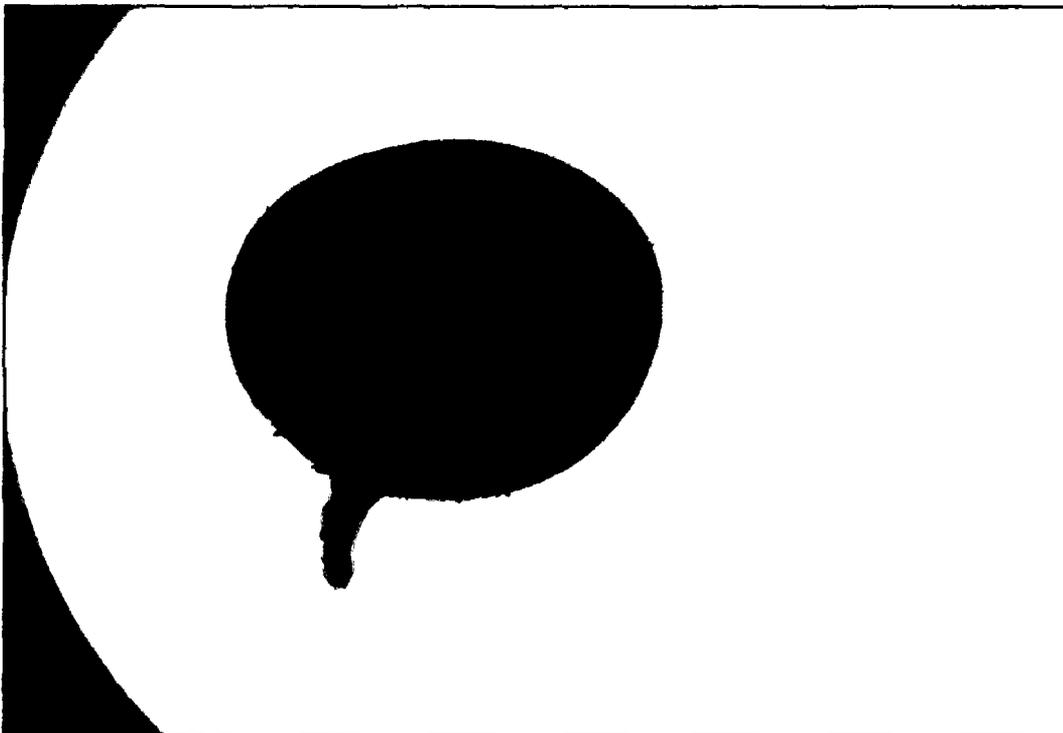
Fotografía 10. Nódulos de *Nacobbus* spp. asociado con verruga



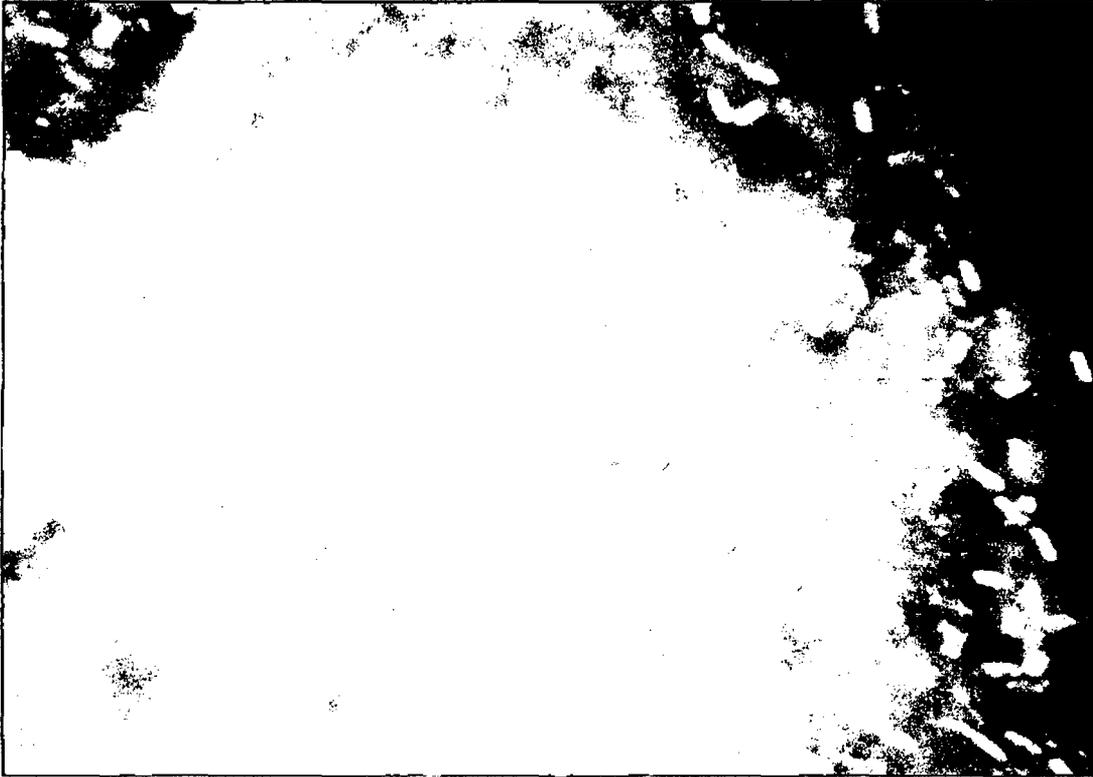
Fotografía 11. Huevos de *Nacobbus* spp.



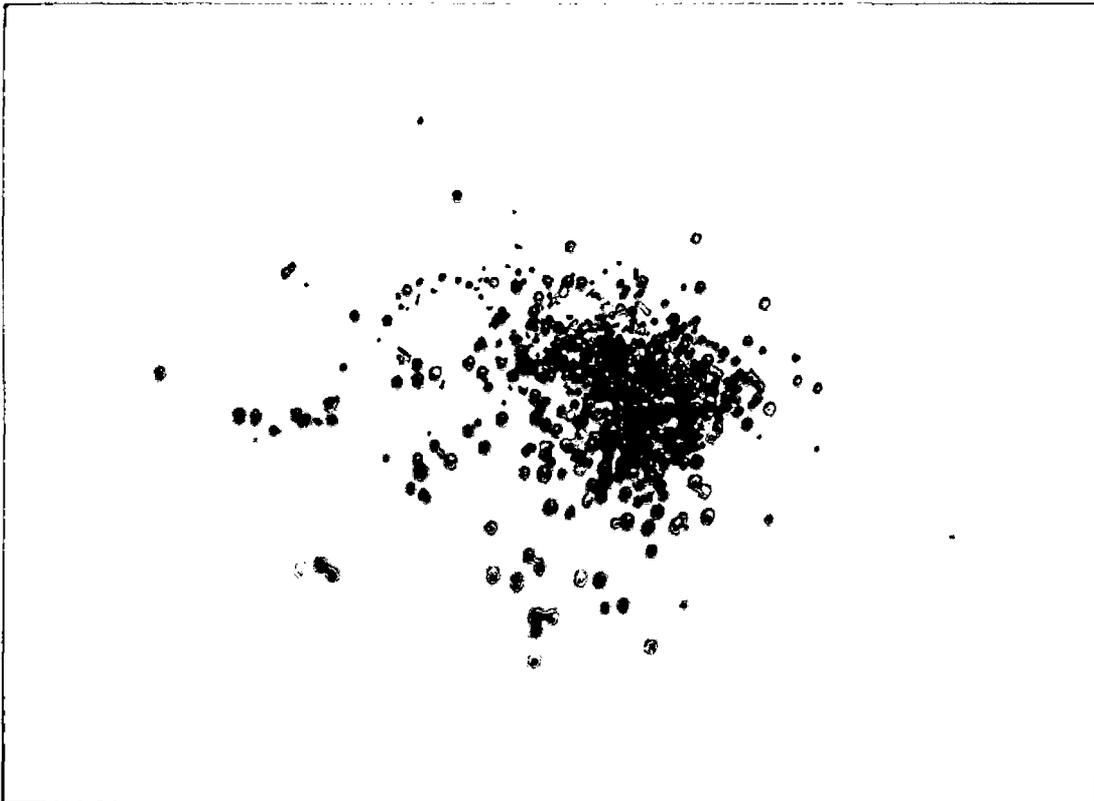
Fotografía 12. Quiste de *Globodera* spp.



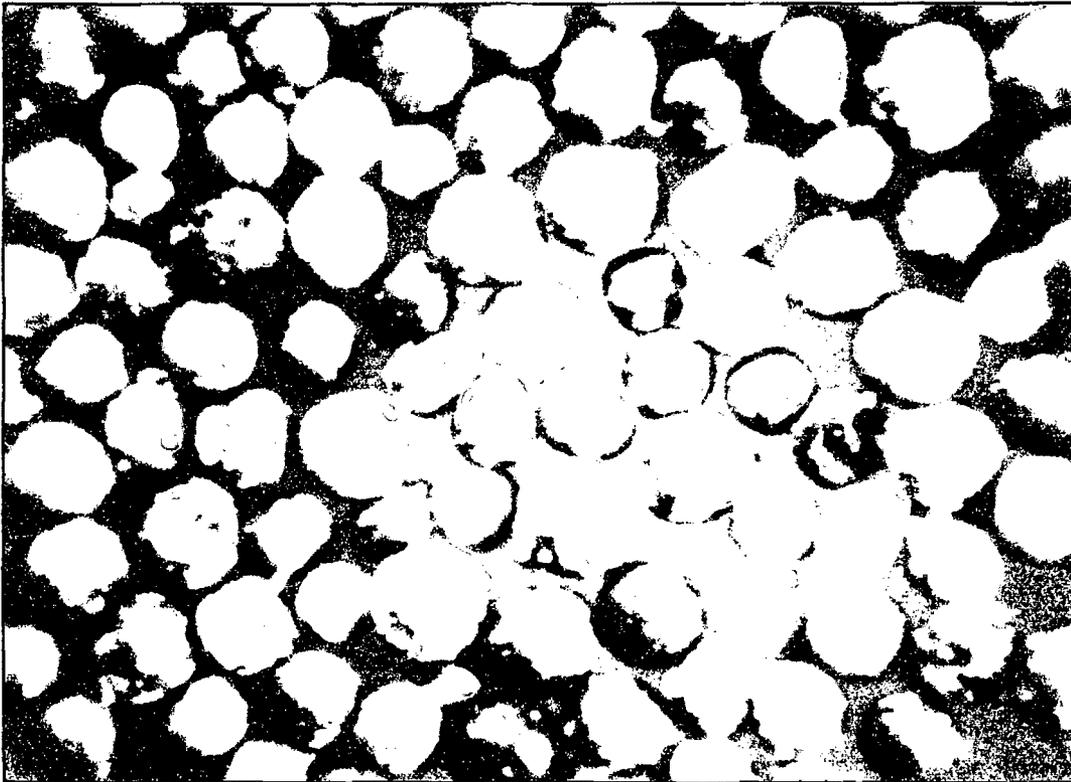
Fotografía 13. Huevos de *Globodera* spp.



Fotografía 14. Conjunto de quistes



Fotografía 15. Conjunto de quistes



Fotografía 16. Evaluación de campos de cultivo de papa



Fotografía 17. Evaluación de campos de cultivo de papa



Fotografía 18. Evaluación de campos de cultivo de papa



Fotografía 19. Evaluación de campos de cultivo de papa



Fotografía 20. Evaluación de campos de cultivo de papa



Fotografía 21. Evaluación de campos de cultivo de papa



Fotografía 22. Evaluación de campos de cultivo de papa



Fotografía 23. Evaluación de campos de cultivo de papa



Fotografía 24. Muestras de suelo



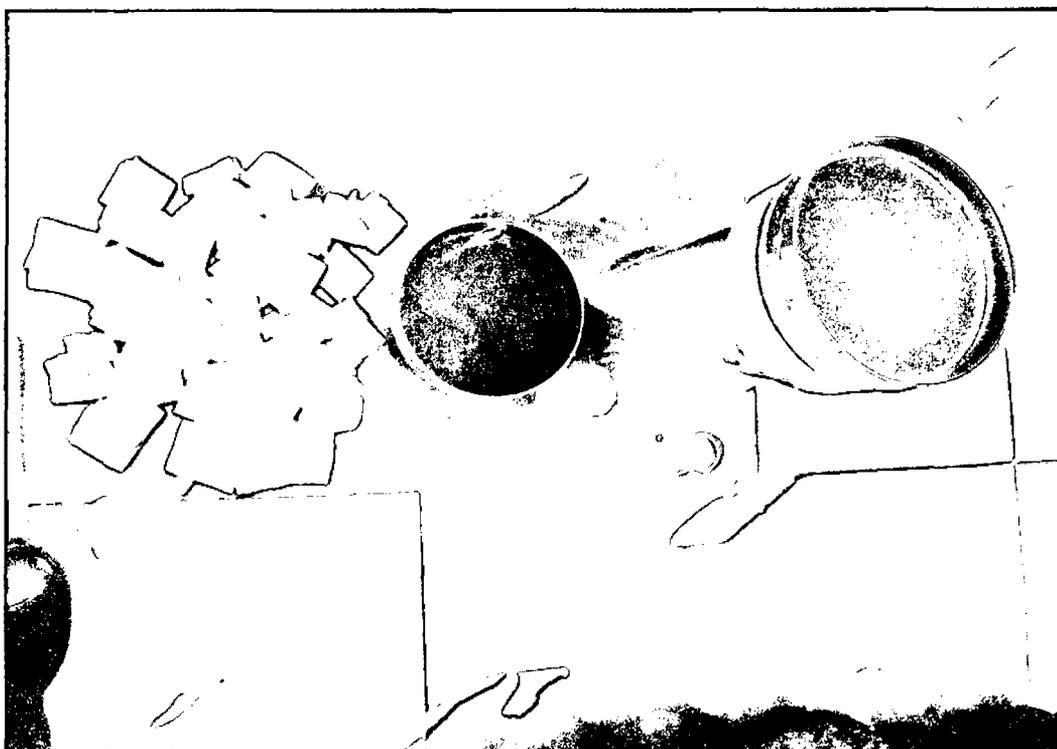
Fotografía 25. Procesamiento muestras de suelo con el equipo de Fenwick



Fotografía 26. Procesamiento muestras de suelo con el equipo de Fenwick



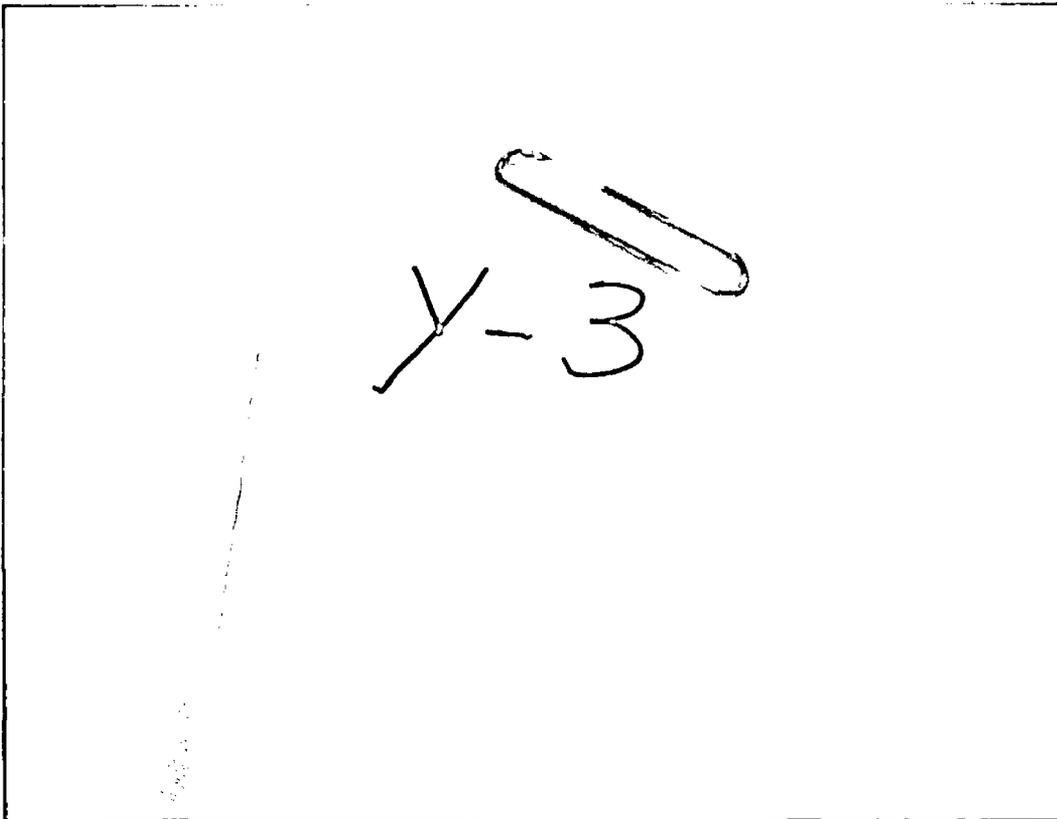
Fotografía 27. Equipo de Fenwick con muestras procesadas



Fotografía 28. Resultados del método de Fenwick



Fotografía 29. Resultado del método de Fenwick



Fotografía 30. Resultado del método de Fenwick para conteo de quistes

