

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Distribución y nivel de infestación de *globodera spp.*
(nematodo quiste de la papa) en campos de cultivo de la
provincia de Sucre – Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Victor Pocco Espinoza

Ayacucho – Perú

2019

*A la memoria de mi madre
Roberta Espinoza Mauricio.*

*A mi Padre Manuel por su apoyo incondicional
y a mis Hermanos Máximo, Rosa y Wilfredo.*

*A mi cuñada Remigia y mis sobrinos
Joyce, Edher y Abdel.*

AGRADECIMIENTO

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

Al Ing. M.Sc. Fernando Barrantes Del Aguila, por su tiempo y paciencia como asesor en la planificación, ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

Al Blgo. César Justo Rodolfo Vargas, por su asesoramiento, por sus valiosos consejos y por su apoyo constante en la planificación, ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Agrónomo M.Sc. Alberto Rolando Gonzáles Verástegui, por su asesoramiento externo durante el desarrollo de la presente tesis.

Al Ing. Raymundo Gutiérrez Rosales por su respaldo y apoyo constante durante el desarrollo de la presente tesis.

A mis Familiares, amigos e Instituciones que de manera directa e indirecta han colaborado en la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPITULO I.....	4
MARCO TEORICO.....	4
1.1. NEMATODO QUISTE DE LA PAPA.....	4
1.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.....	4
1.3. UBICACIÓN TAXONÓMICA.....	8
1.4. IDENTIFICACIÓN.....	8
1.5. BIOLOGÍA.....	9
1.6. PATOGENICIDAD Y MAGNITUD DEL DAÑO.....	15
1.7. DINÁMICA POBLACIONAL Y DIFUSIÓN DE LOS NEMATODOS.....	17
1.8. SÍNTOMAS Y DAÑOS.....	18
1.9. PREVENCIÓN Y CONTROL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA.....	19
CAPITULO II.....	21
METODOLOGÍA.....	21
2.1. UBICACIÓN.....	21
2.2. MATERIALES Y HERRAMIENTAS.....	25
2.2.1. Materiales de campo.....	25
2.2.2. Equipos y aparatos de laboratorio.....	25
2.2.3. Materiales de vidrio.....	25
2.2.4. Material biológico.....	26
2.2.5. Materiales de escritorio.....	26
2.2.6. Reactivos.....	26
2.2.7. Otros materiales.....	26
2.3. PROCEDIMIENTO.....	26
2.3.1. Obtención de quistes.....	26

2.3.2. Extracción de quistes.....	27
2.3.3. Separación de quistes.....	28
2.3.4. Determinación de la viabilidad de los quistes.....	28
2.3.5. Incidencia.....	29
2.3.6. Severidad.....	29
2.3.7. Determinación de especies de <i>Globodera spp.</i>	30
2.3.8. Diseño estadístico.....	31
CAPITULO III.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
3.1. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA POR DISTRITO EN LA PROVINCIA DE SUCRE.....	32
3.2. INCIDENCIA Y SEVERIDAD GLOBAL DEL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA EN LA PROVINCIA DE SUCRE.....	64
3.3. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DEL NIVEL DE INFESTACIÓN DEL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA EN LA PROVINCIA DE SUCRE.....	68
3.4. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE <i>Globodera spp.</i>	70
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	73
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Distribución de especies del nematodo quiste de la papa en el Perú.....	6
Tabla 1.2. Principales diferencias entre <i>G. rostochiensis</i> y <i>G. pallida</i>	10
Tabla 2.1. Niveles de infestación por <i>Globodera spp.</i> y pérdidas de rendimiento en base al número de huevos y J2 por gramo de suelo.....	30
Tabla 3.1. Incidencia de <i>Globodera spp.</i> “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Querobamba.....	33
Tabla 3.2. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en tres localidades del distrito de Querobamba.....	34
Tabla 3.3. Incidencia de <i>Globodera spp.</i> “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Chalcos.....	37
Tabla 3.4. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en dos localidades del distrito de Chalcos.....	38
Tabla 3.5. Incidencia de <i>Globodera spp.</i> “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Morcolla.....	41
Tabla 3.6. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en tres localidades del distrito de Morcolla.....	42
Tabla 3.7. Incidencia de <i>Globodera spp.</i> “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Paico.....	45
Tabla 3.8. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en cuatro localidades del distrito de Paico.....	46
Tabla 3.9. Incidencia de <i>Globodera spp.</i> “nematodo quiste de la papa” en el distrito de San Pedro de Larcay.....	49
Tabla 3.10. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en una localidad del distrito de San Pedro de Larcay.....	50
Tabla 3.11. Incidencia de <i>Globodera spp.</i> “nematodo quiste de la papa” en el distrito de San Salvador de Quije.....	53
Tabla 3.12. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en dos localidades del distrito de San Salvador de Quije.....	54
Tabla 3.13. Incidencia de <i>Globodera spp.</i> “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Santiago de Paucaray.....	57

Tabla 3.14. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en dos localidades del distrito de Santiago de Paucaray.....	58
Tabla 3.15. Incidencia de <i>Globodera spp.</i> “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Soras.....	61
Tabla 3.16. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en una localidad del distrito de Soras.....	62
Tabla 3.17. Incidencia global del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en 8 distritos de la Provincia de Sucre.....	65
Tabla 3.18. Severidad global del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en 8 distritos de la Provincia de Sucre.....	66
Tabla 3.19. Determinación de especies de <i>Globodera spp.</i>	71
Tabla 3.20. Análisis de Variancia para el nivel de Infestación (Nº de huevos/cc.suelo) por distrito de <i>Globodera spp.</i> en la Provincia de Sucre.....	73
Tabla 3.21. Análisis de Variancia para el nivel de Infestación (Nº de huevos/cc.suelo) por altitud de <i>Globodera spp.</i> en la Provincia de Sucre.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Distribución de especies del nematodo quiste de la papa en el Perú.....	7
Figura 1.2. Cortes perineales de quistes de <i>Globodera rostochiensis</i> y <i>Globodera pallida</i>	9
Figura 1.3. Ciclo de vida del nematodo quiste de la papa.....	11
Figura 1.4. Morfología, características de juveniles de nematodos.....	13
Figura 1.5. Raíces de papa infectadas con <i>G. rostochiensis</i>	14
Figura 1.6. Porción de un tubérculo de papa fuertemente afectado por <i>G. pallida</i> ...	15
Figura 1.7. Sección transversal de raíz de papa con hembra de <i>G. rostochiensis</i>	16
Figura 2.1. Mapa de ubicación de la provincia de Sucre.....	23
Figura 2.2. Mapa de Ubicación de zonas de muestreo.....	24
Figura 2.3. Toma de muestras en Zigzag.....	27
Figura 3.1. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en tres localidades del distrito de Querobamba.....	35
Figura 3.2. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con <i>Globodera spp.</i> en el distrito de Querobamba.....	36
Figura 3.3. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en dos localidades del distrito de Chalcos	39
Figura 3.4. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en el distrito de Chalcos.....	40
Figura 3.5. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en tres localidades del distrito de Morcolla.....	43
Figura 3.6. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en el distrito de Morcolla.....	44
Figura 3.7. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en cuatro localidades del distrito de Paico.....	47
Figura 3.8. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en el distrito de Paico.....	48
Figura 3.9. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en una localidad del distrito de San Pedro de Larcay.....	51

Figura 3.10. Distribución Porcentual de Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en el distrito de San Pedro de Larcay.....	52
Figura 3.11. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en dos localidades del distrito de San Salvador de Quije.....	55
Figura 3.12. Distribución Porcentual de Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en el distrito de San Salvador de Quije.....	56
Figura 3.13. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en dos localidades del distrito de Santiago de Paucaray.....	59
Figura 3.14. Distribución Porcentual de Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en el distrito de Santiago de Paucaray.....	60
Figura 3.15. Severidad del nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en una localidad de Soras.....	63
Figura 3.16. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en el distrito de Soras.....	64
Figura 3.17. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, <i>Globodera spp.</i> en la Provincia de Sucre.....	67
Figura 3.18. Mapa de distribución del nivel de infestación del nematodo quiste de la papa en la provincia de Sucre	69
Figura 3.19. Corte perineal de un quiste de <i>Globodera pallida</i>	72
Figura 3.20. Distancia ano – fenestra de <i>Globodera pallida</i>	72
Figura 3.21. Prueba de Duncan (p: 0.05) para el nivel de infestación (Nº de huevos + J2/cc. suelo) por altitud de <i>Globodera spp.</i>	74
Figura 3.22. Análisis de regresión del nivel de infestación en diferentes altitudes....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Panel fotográfico.....	83
Anexo 2. Procedencia de suelos colectados de la Provincia de Sucre.....	89
Anexo 3. Propietarios de los Campos de cultivo muestreados.....	91
Anexo 4. Viabilidad de <i>Globodera spp.</i> Nematodo quiste de la papa por distritos en la provincia de Sucre.....	93
Anexo 5. Severidad de <i>Globodera spp.</i> Nematodo quiste de la papa por distritos en la provincia de Sucre.....	96
Anexo 6. Esquema general del proceso de Investigación de <i>Globodera spp.</i>	99
Anexo 7. Datos transformados para el análisis de varianza del nivel de infestación (huevos+J2/cc. suelo) por distrito.....	100
Anexo 8. Proceso de extracción de Quistes mediante el Método Modificado de Fenwik.....	102

RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en las principales zonas productoras de papa de la provincia de Sucre. La primera fase del trabajo consistió en la toma de muestras de las diferentes localidades comprendidas en los 8 distritos de la provincia de Sucre, durante los meses de agosto y setiembre del 2004. La segunda fase se desarrolló con la extracción, contaje e identificación de quistes en los ambientes del Laboratorio de Microbiología y Patología de la facultad de Ciencia Agrarias y en el Laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, durante los meses de octubre y diciembre del 2004.

Se evaluaron 90 muestras de suelos de 18 localidades, comprendidos en los 8 distritos de la provincia de sucre. El trabajo de investigación fue descriptivo-cuantitativo con la finalidad de determinar la distribución, nivel de infestación e identificación de las especies *Globodera spp.* en esta zona.

Los resultados obtenidos confirman que el nematodo quiste de la papa (*Globodera spp.*) se encuentra distribuido en porcentajes mínimos en las diferentes localidades de los distritos de la provincia de Sucre. El nivel de infestación encontrada en los campos de cultivo de la provincia de Sucre presentan un rango de 0.0 – 32.4 Huevos + J2/cc. suelos. Así mismo se confirma la presencia de la especie *Globodera pallida* en los campos de cultivo de la provincia de Sucre. Se encontraron campos libres de *Globodera pallida*, que representan el 68.9 % del total de las muestras evaluadas. Las localidades que reportan el nivel de infestación incipiente con *Globodera pallida* presentan un rango de 1.0 – 3.4 huevos/cc. suelo, y representan el 20 % de las muestras evaluadas. Las localidades con niveles de infestación media representan el 6.7 % del total de las muestras evaluadas con un rango de 5.4 – 14.0 huevos/cc. suelo. Se encontraron niveles de infestación alta en solo cuatro localidades, que representan el 4.4 % del total de las muestras. En ninguno de los campos evaluados se ha encontrado niveles de infestación muy alta.

INTRODUCCION

El cultivo de la papa representa una de las actividades agrícolas de mayor importancia en el Perú y principalmente en la sierra, es la base de la alimentación rural y urbana, por su contenido de hidratos de carbono, vitaminas y minerales. En nuestro país, de acuerdo a las cifras del Ministerio de Agricultura (Producción agrícola nacional 2002-2003) se siembra alrededor de 263, 597 Has de papa, de los cuales casi el 60 % de la producción es destinado al autoconsumo dentro de un sistema de agricultura de subsistencia. Este grupo de agricultores de subsistencia están localizados mayormente en lugares alejados de la sierra del Perú, en zonas agroclimáticas adversas sujetas a problemas de erosión, riesgos de sequía, heladas, plagas y enfermedades; cuyo resultado final se manifiesta en los bajos rendimientos que obtienen por unidad de superficie; a ello se agrega una serie de problemas referentes a la tenencia de tierras y a la parcelación existente en la mayoría de los lugares donde se cultiva la papa.

Una de las limitaciones del bajo rendimiento en la producción de papa lo constituyen las plagas y enfermedades. Dentro de estas limitaciones el nematodo quiste de la papa *Globodera spp.* (NPQ), es considerado plaga de importancia en la región andina; por su amplia distribución y por los daños directos e indirectos que ocasiona en el cultivo de la papa. Los daños directos están relacionados con la interferencia de la actividad fisiológica de la raíz de la papa, que trae como consecuencia la reducción del rendimiento y la calidad de los tubérculos. Los daños indirectos están referidos a la interacción con otros patógenos del suelo. Las pérdidas que ocasiona el Nematodo Quiste de la Papa son difíciles de estimar y frecuentemente varían con el grado de infestación del terreno y la población del nematodo. Generalmente se considera que los daños en rendimientos del tubérculo de papa pueden ser del 13 al 58 % de la

producción total. Su importancia económica es cada vez mayor debido a la dificultad que ocasiona su control. Además, por su gran capacidad de resistencia a condiciones adversas, los huevos de *Globodera spp.*, pueden permanecer viables por muchos años ya que se encuentran protegidos por una estructura endurecida llamada quiste.

Dentro de este sistema complejo, es importante conocer la distribución geográfica del nematodo quiste de la papa *Globodera spp.* así mismo su severidad dentro de los campos de producción de papa nativa y mejorada.

Por las consideraciones expuestas, se plantean los siguientes objetivos:

1. Determinar la distribución de *Globodera spp.* “Nematodo Quiste de la Papa” en los campos de cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) de la Provincia de Sucre.
2. Determinar el Nivel de Infestación del *Globodera spp.* “Nematodo Quiste de la Papa” en los campos de cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) de la Provincia de Sucre.
3. Identificar las especies de *Globodera spp.* “Nematodo Quiste de la Papa” presentes en los campos de cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) de la Provincia de Sucre.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. NEMATODO QUISTE DE LA PAPA

Jensen (1979) menciona que entre los parásitos que atacan a la papa (*Solanum tuberosum* L.), los nematodos juegan un papel muy importante en muchos países. Setenta especies de nematodos han sido señaladas en el cultivo de la papa. Sin embargo, los formadores de quistes, *Globodera rostochiensis* (Woll.) y *Globodera pallida* (Stone), son considerados los más dañinos y afectan el rendimiento de este cultivo en la mayoría de las zonas paperas del mundo. Debido a la coloración amarilla de las hembras, *Globodera rostochiensis* es conocido también como el nematodo dorado de la papa.

1.2. ORIGEN Y DISTRIBUCION

Gonzales y Franco (1996) mencionan que las dos especies del Nematodo Quiste de la Papa son originarias de los países andinos, especialmente Perú y Bolivia. Es importante señalar, que *Globodera rostochiensis* Woll. fue detectado por primera vez en Alemania en el año 1881 y descrito en 1923 por Wollenweber, a partir de una población colectada en Rostok. En 1973, Stone, observó la existencia de poblaciones del nematodo cuyas hembras no presentaban la coloración amarilla y, basándose en características morfométricas de los estados juveniles y la cromogénesis de las hembras, describió a estas poblaciones como *Globodera pallida*, nueva especie de nematodo quiste de la papa. Posteriormente, los nematodos formadores de quistes fueron agrupados en seis géneros incluyendo en el género *Globodera*, a las especies con quistes esféricos como eran *Heterodera rostochiensis* y *Heterodera pallida*. Desde Alemania el nematodo se dispersó a los otros países europeos y a otros

continentes, incluyendo América Latina, probablemente con el comercio de tubérculos de papa para semilla.

En el Perú se han identificado seis razas de *Globodera pallida* (P₁A a P₆A) y tres razas de *Globodera rostochiensis* (R₁A a R₃A).

Gonzales (1983) manifiesta que en Huasahuasi (Tarma) se halla la más alta infestación del Nematodo Quiste de la Papa en el Perú, con un contenido de 2500 huevos + J2/gr. de suelo.

Quiroz Delgado (1997) reporta un nivel de infestación de 0 – 518 huevos + J2/gr. de suelo en los campos de cultivo de las provincias de Arequipa, Caylloma, Codesuyos y Castilla del departamento de Arequipa., Así mismo confirma la presencia de las especies *Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis* en los campos evaluados.

Palomino (2001) reporta que los campos de cultivo de los distritos: San Jerónimo, Pacucha, Kishuara, Huancahuara, Andahuaylas, Chicmo y Talavera de la provincia de Andahuaylas presentan un nivel de infestación de 0 - 1328 Huevos + J2/gr. de suelo.

Romero Rivera (1988) reporta un nivel de infestación de 0 – 152 huevos/cc. suelo en 5 distritos: Cerro Colorado, Sachaca, Chiguata, Tiabaya y Paucarpata en la provincia de Arequipa, departamento de Arequipa. Reporta así mismo la presencia de ambas especies de *globodera spp.*

Nicolás Ruiz (2005) reporta que los 3 distritos: Tambo, Chungui y Anco de la provincia de La Mar departamento de Ayacucho, presentan un nivel de infestación de 0 – 509 huevos + J2/cc. suelo, así mismo reporta la presencia de la especie *Globodera pallida* en los campos muestreados.

Tabla 1.1. Distribución de especies del nematodo quiste de la papa en el Perú.

Región	Provincia	Localidad	Especies
Arequipa	Arequipa	Piaca ollacoloja 2 (Pocsi)	Ambas
		Piaca ollacoloja 3 (Pocsi)	Ambas
		Copo 1 (Pocsi)	<i>G. rostochiensis</i> (R1A)
		Copo 2 (Pocsi)	Ambas
		Copo 3 (Pocsi)	Ambas
		Tiabaya La Llosa (Tiabaya)	Ambas
		Moro Negro (Cerro Colorado)	<i>G. pallida</i>
Puno	Puno	Ichu	<i>G. pallida</i>
		Capachica - M. Flores	<i>G. pallida</i>
		Ajapata Z.	<i>G. pallida</i>
		Ninacarcapampa	Ambas
Cuzco	Paucartambo Anta	Ccotatoclla	Ambas
		Andenes 1	<i>G. pallida</i> (P5A)
		Andenes 2	Ambas
		Andenes 3	<i>G. pallida</i>
		Andenes 4 Anta	<i>G. pallida</i> Ambas
Junín	Tarma	Huasahuasi	<i>G. pallida</i>
		Cunec	<i>G. pallida</i> (P4A)
	Huancayo	Carita	<i>G. pallida</i>
		Santa Ana	<i>G. pallida</i>
		Jauja	<i>G. pallida</i> (P4A)
Tarma	Gahuincha	<i>G. pallida</i> (P5A)	
Huánuco	Pachitea	Chaglla-Diómedes	<i>G. pallida</i>
		Chaglla-Celso	<i>G. pallida</i>
		Chaglla-Víctor Cruz	<i>G. pallida</i> (P3A)
La Libertad	Huamachuco	Carranmarca	<i>G. pallida</i>
		Encarnación	<i>G. pallida</i> (P5A)
	Otuzco	Agallpampa	<i>G. pallida</i> (P5A)
Cajamarca	Chota	Huambos	<i>G. pallida</i>

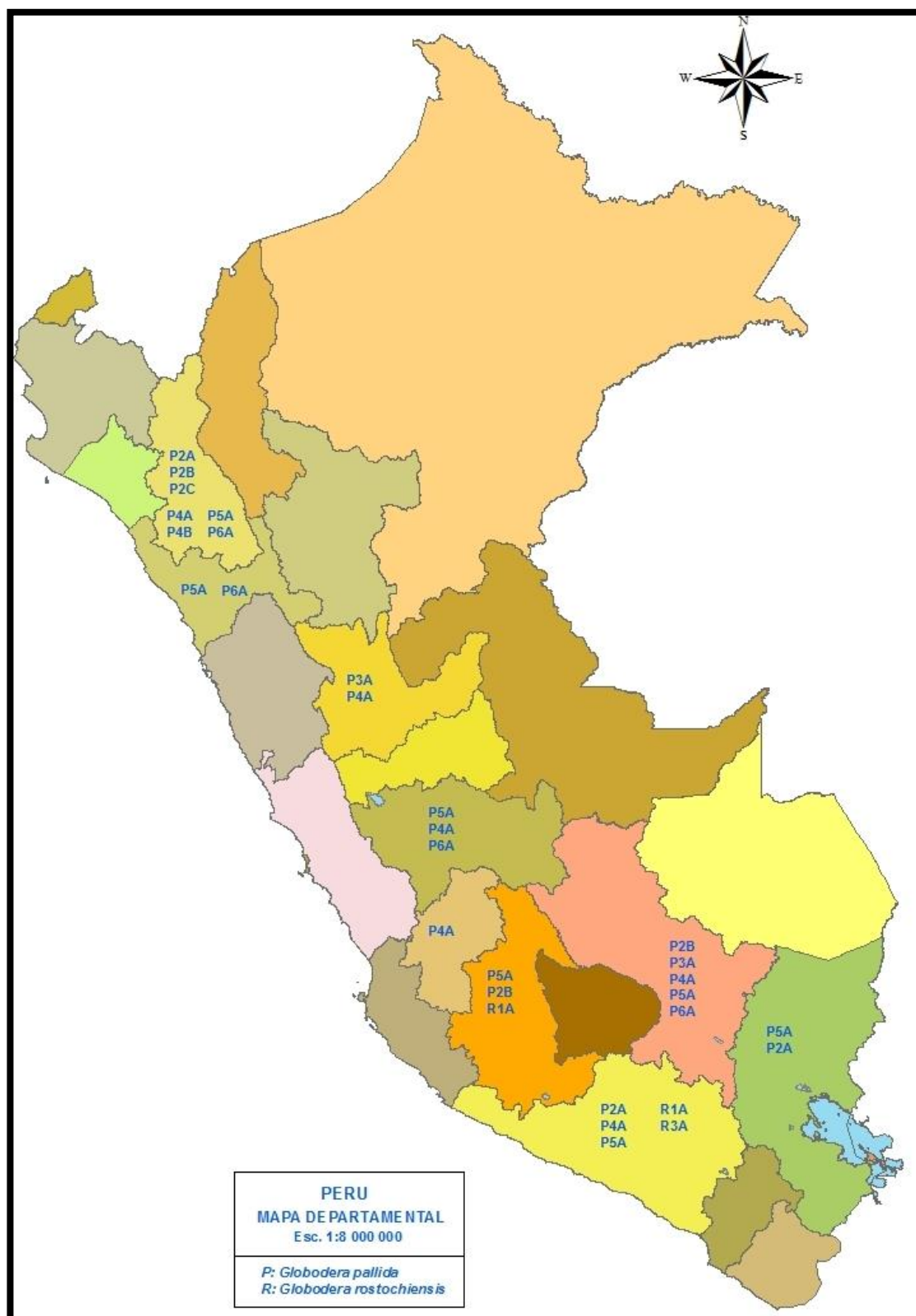


Figura 1.1. Distribución de especies del nematodo quiste de la papa en el Perú.

1.3. UBICACIÓN TAXONÓMICA

El nematodo quiste de la papa, está comprendido dentro de las siguientes categorías taxonómicas:

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

1.4. IDENTIFICACIÓN

Stone (1973) menciona que aun cuando la coloración amarilla de las hembras indica claramente la presencia de *Globodera rostochiensis*, la ausencia de hembras con esta coloración en las raíces no garantiza que se trate de *Globodera pallida*, a menos que se observe el desarrollo del nematodo a lo largo de su ciclo biológico. La preparación de los cortes perineales de los quistes, colectados en las raíces de la planta de papa, y el conteo de las estrias cuticulares presentes entre el ano y la vulva, constituyen una manera simple de diferenciar las dos especies. *Globodera rostochiensis* posee un promedio de 21.6 estrias y *Globodera pallida* 12 estrias (Figura 2.2) A veces, el número promedio puede ser de 15, lo cual causa confusión; en este caso, si es necesario identificar la especie, se deben medir otros parámetros, especialmente de hembras, quistes y segundos estados juveniles y hacer comparaciones con los valores reportados en la literatura (Tabla 1.2) La identificación con técnicas modernas y

sofisticadas como son las basadas en reacciones serológicas, punto isoelectrico, separación de proteínas, enzimas y pruebas de ADN, también es posible.

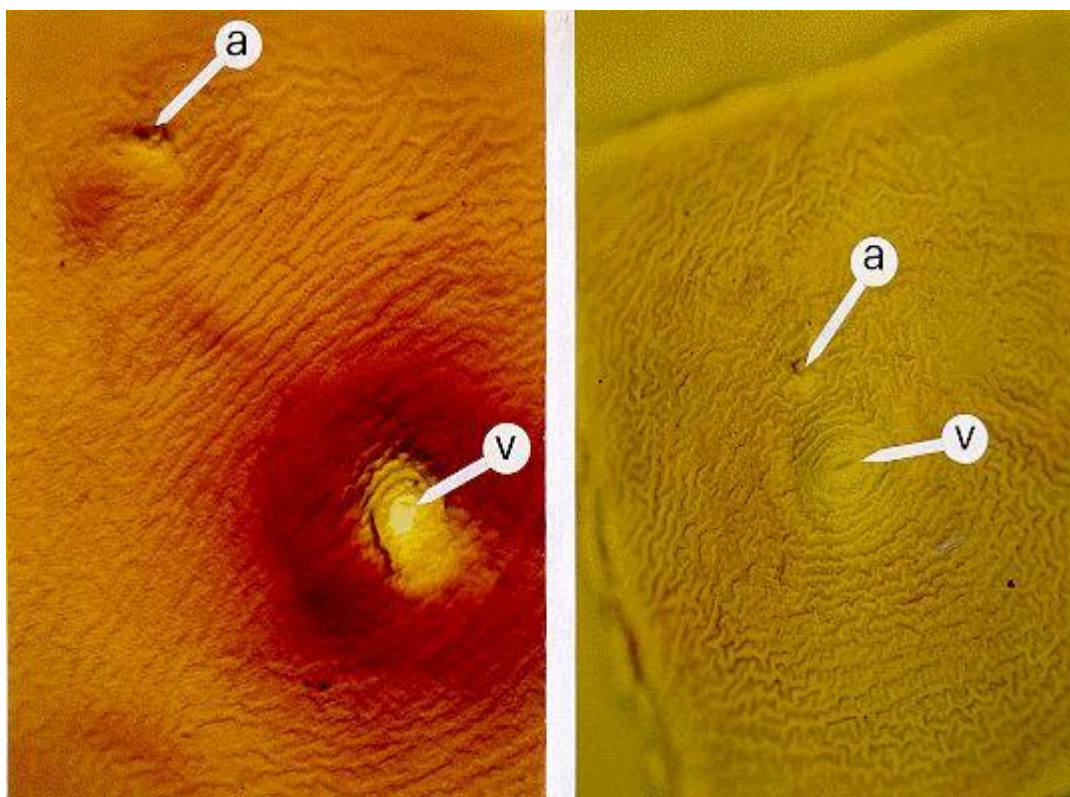


Figura 1.2. Cortes perineales de quistes de *Globodera rostochiensis* (izquierda) y *Globodera pallida* (derecha). Nótese el número de estrías entre la vulva (v) y el ano (a): más de 20 en *G. rostochiensis* y menos de 12 en *G. pallida*.

1.5. BIOLOGÍA

Greco (1992) menciona que *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida* son nematodos endoparasíticos sedentarios, que permanecen normalmente en el suelo por 5-6 años y a veces hasta por 20 años. Cada quiste joven contiene 200-600 huevos.

Tabla 1.2. Principales diferencias entre *G. rostochiensis* y *G. pallida*.

Característica	<i>G. rostochiensis</i>	<i>G. pallida</i>
Hembra		
Largo del estilete (μm)	22.9	27.4
Diámetro zona vulvar (μm)	22.4	24.8
Largo vulva (μm)	9.2	11.5
Número de estrías cuticulares entre el ano y la vulva	21.6	12.5
Coloración	Amarillo	crema
Quiste		
Diámetro fenestra (μm)	18.8	24.5
Distancia ano-fenestra (μm)	66.5	49.9
Relación Granek's(1)	3.6	2.03
Juveniles de segundo estado		
Largo del estilete (μm)	21.8	23.8
Forma de las protuberancias basales del estilete	Redondeadas y apuntando hacia atrás	En forma de ancla apuntando hacia adelante
Distancia entre la valvula del bulbo medio y el poro excretor (μm)	31.3	39.9

(1) Distancia ano-fenestra/diámetro fenestra.

Fuentes: Niño (1994) y Schluter (1976)

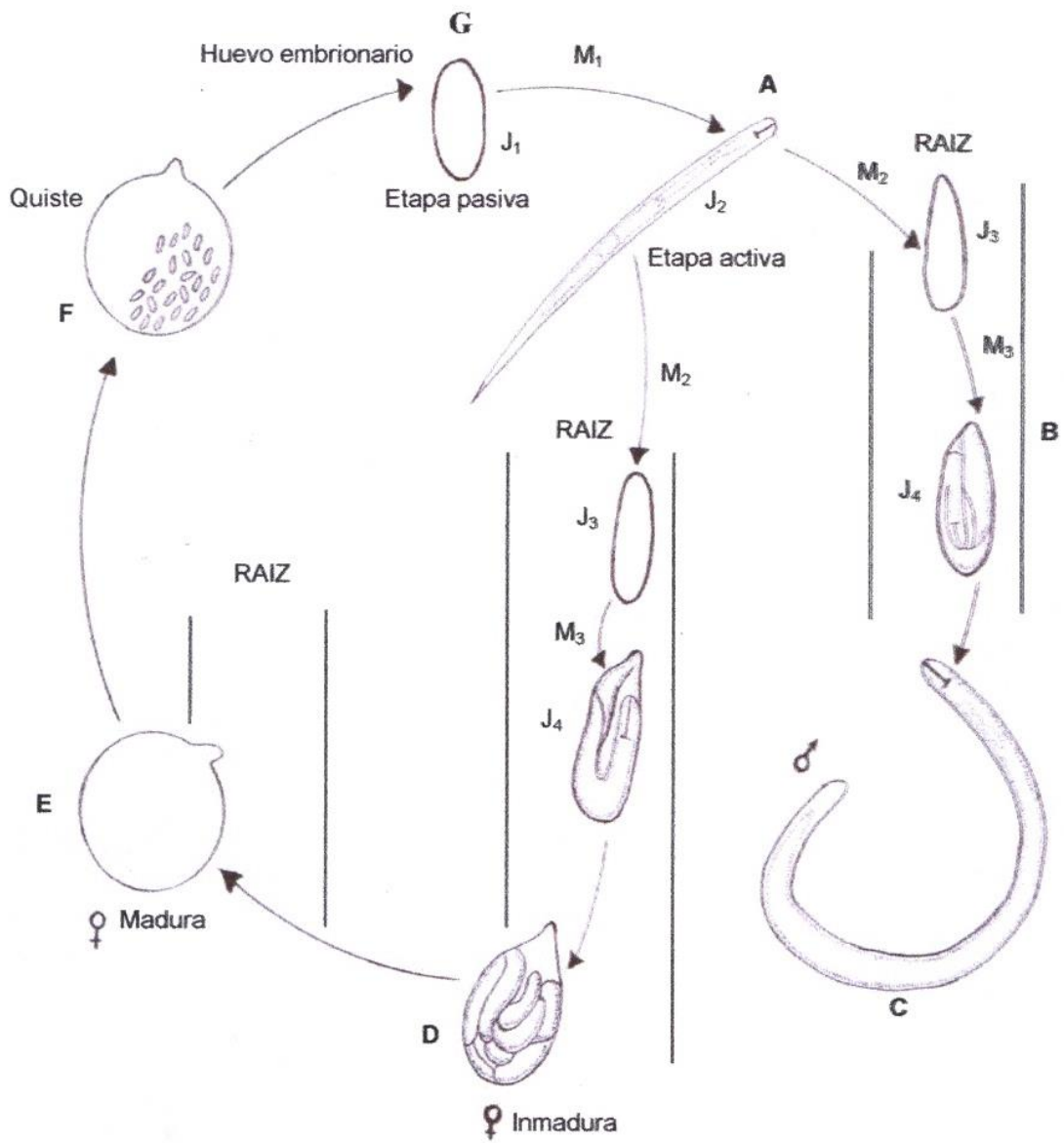


Figura 1.3. Ciclo de vida del nematodo quiste de la papa *Globodera* spp (Evans and Stone, 1977).

Después de la siembra, las raíces de la planta huésped, papa en este caso, producen exudados radicales que estimulan la eclosión de los huevos, de los cuales emergen los juveniles de segundo estado. Estos miden entre 470 y 500 μm de largo y entre 18 y 19 μm de ancho. Al salir del huevo, siendo el único estado infectivo, migra hacia el ápice radical por donde penetra. Después de recorrer algunos milímetros de la raíz, el juvenil se detiene y continúa su desarrollo como sedentario, pasando por tres estados juveniles (segundo, tercero y cuarto) antes de lograr el estado adulto.

En la familia Heteroderidae, a la cual pertenece el género *Globodera*, existe un dimorfismo sexual muy marcado. Mientras el segundo estado juvenil es móvil y vermiforme, el tercero y cuarto estado juvenil, así como las hembras adultas, son inmóviles y abultados. Las hembras son esféricas y miden 500-600 μm diámetro (Figura 1.3 y 1.4). El tamaño es afectado por el huésped y por el nivel poblacional del nematodo, siendo más pequeñas cuando la población es elevada o el huésped se encuentra fuertemente dañado. El macho adulto es móvil y vermiforme y mide aproximadamente 1200 μm de largo y 28 μm de ancho; sin embargo, a veces se encuentran ejemplares que miden un poco más de la mitad del largo normal. Su capacidad patogénica no ha sido demostrada. La hembra posee un aparato reproductivo muy desarrollado y después de ser fecundada produce gran cantidad de huevos (hasta 500) que retiene en el interior del cuerpo. Cada huevo mide aproximadamente 40 x 80 μm . En *Globodera rostochiensis* la hembra adulta adquiere una coloración amarillenta, luego se transforma en quiste.

Christie (1970) señala que el ciclo biológico del nematodo quiste de la papa puede ser influenciado por factores de su hospedante y del medio ambiente, determinando

diferencias entre las dos especies. Los cultivares resistentes pueden alterar el ciclo biológico.

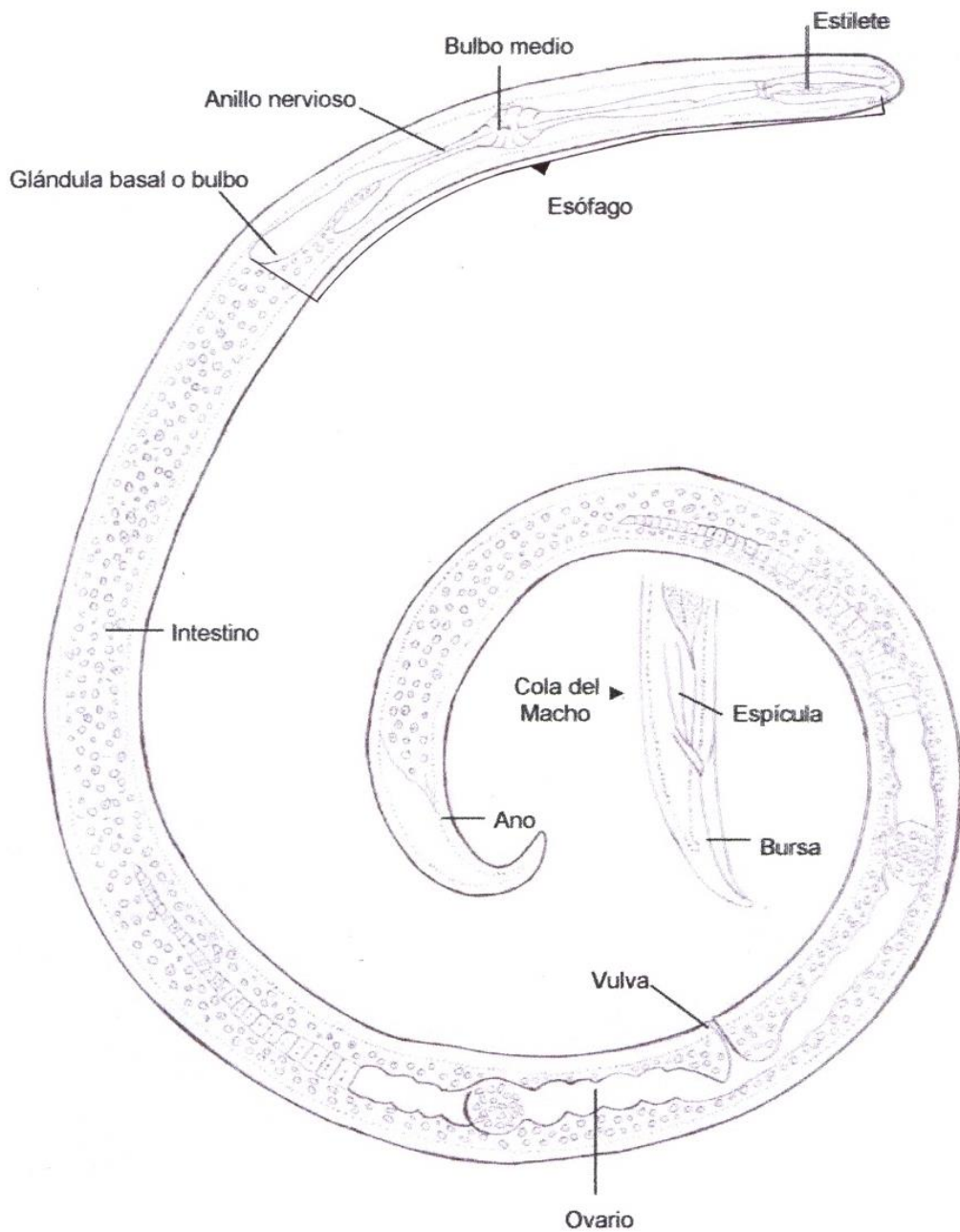


Figura 1.4. Morfología, características de juveniles de nematodos.

En comparación con la hembra madura, el quiste tiene una cutícula más gruesa y de color castaño oscuro (Figura 1.5) para proteger los huevos contenidos. Los quistes no se alimentan y se desprenden fácilmente de las raíces o de los tubérculos. Los huevos, al final del desarrollo embrionario, aproximadamente después de 2-3 semanas, contienen juveniles de segundo estado. En países de clima templado, al final del ciclo de la papa (otoño) la mayoría de los huevos permanecen en estado de latencia y eclosionan en la primavera siguiente.

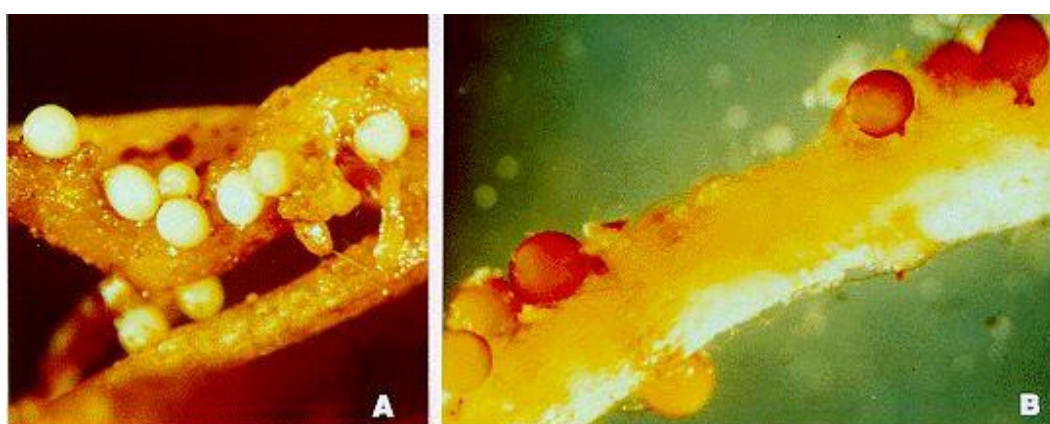


Figura 1.5. Raíces de papa infectadas con *G. rostochiensis*. A) Hembras; B) Quistes.

El periodo de tiempo que el nematodo necesita para cumplir una generación, desde la penetración del juvenil de segundo estado hasta la formación de quistes con huevos, es de 45-60 días, según las condiciones ambientales. Las condiciones más favorables para el desarrollo del nematodo son una temperatura de 20-25 °C. Cuando las condiciones ambientales son desfavorables, como en casos de alta temperatura (28°C) y sequías, cuando la planta se aproxima al final del ciclo o bien las raíces están muy dañadas, las hembras se transforman temprano en quiste y el ciclo se acorta, mientras que, cuando la temperatura del suelo es menor de 20°C, se alarga. Estudios comparativos han demostrado que *Globodera pallida* se desarrolla mejor que *Globodera rostochiensis* a bajas temperaturas. Generalmente ocurre una sola generación por cada ciclo de cultivo de la papa. Una segunda generación puede empezar, pero difícilmente es completada; sin embargo, existen datos de que sí es posible.

Algunas poblaciones de estos nematodos no atacan mucho a los tubérculos, mientras que otras infectan y se desarrollan muy bien sobre ellos (Figura 1.6), convirtiéndose, este medio de propagación, en un vehículo efectivo de diseminación del patógeno.

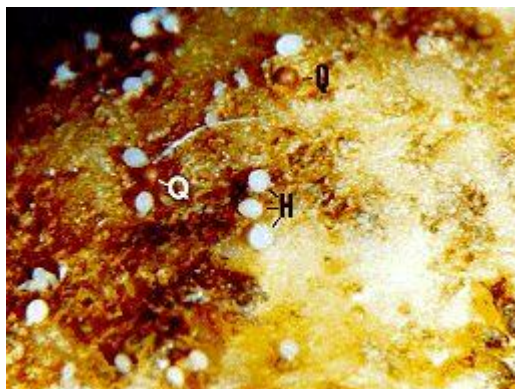


Figura 1.6. Porción de un tubérculo de papa fuertemente afectado por *G. pallida*. Nótese las hembras de color blanco (H) y los quistes de color marrón (Q).

Globodera rostochiensis y *Globodera pallida* tienen un rango de huéspedes muy reducido. Además de la papa, que es el huésped más susceptible, afectan tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), berenjena (*Solanum melongena* L.) y alguna otra solanácea.

1.6. PATOGENICIDAD Y MAGNITUD DEL DAÑO

Greco (1993) señala que a nivel histológico el daño es representado por necrosis de las células de las raíces atravesadas por los juveniles de segundo estado. Cuando éstos se detienen en el lugar definitivo de alimentación, las células alrededor de la cabeza del nematodo sufren una profunda transformación. De 3 a 10 células alrededor de la cabeza de cada nematodo se funden, la pared celular engrosa, el citoplasma se torna denso y se origina el sincitio multinucleado de alta actividad metabólica (Figura 1.7), el cual es indispensable para la alimentación del nematodo. La formación del sincitio ocasiona una interrupción de los vasos cribosos y leñosos limitando notablemente la funcionalidad de las raíces. Debido a esto, las plantas de papa atacadas por el nematodo presentan crecimiento y rendimiento reducidos, la senectud se anticipa y, a veces, en suelos muy infestados, el follaje presenta un ligero

amarillamiento. Las reducciones de rendimiento dependen del nivel poblacional del nematodo al momento de la siembra.

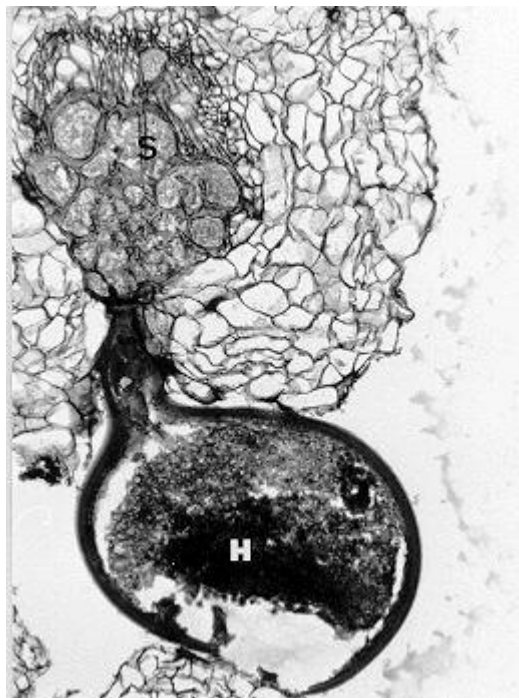


Figura 1.7. Sección transversal de una raíz de papa con hembra de *G. rostochiensis* (H) y sincitio multinucleado (S) alrededor de la cabeza del nematodo.

Greco (1982) menciona que ensayos realizados en Europa y Chile han determinado que el límite de tolerancia de la papa a los nematodos formadores de quistes es de aproximadamente 1.9 huevos/g de suelo. El rendimiento de la papa puede ser reducido entre 20 y 50% cuando el nivel poblacional del nematodo en el suelo alcanza 16 y 32 huevos/g de suelo, respectivamente. El cultivo puede ser destruido completamente cuando la población inicial del nematodo es de 64 huevos/g de suelo. Con la excepción de un ensayo realizado en Italia a 650 msnm, estos datos se refieren a ensayos realizados cerca del nivel del mar. En muchos países andinos, incluyendo a Venezuela, la papa se cultiva hasta más de 3000 msnm y en suelos con altos contenidos de materia orgánica, factores que pueden afectar la relación entre el nivel poblacional del nematodo en el suelo y el rendimiento de la papa.

Kort (1977) señala que la magnitud del daño ocasionado por estos patógenos también depende del patotipo. A nivel mundial han sido identificados cinco patotipos de *Globodera rostochiensis* (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5) y seis de *Globodera pallida*: tres en Europa (Pa1, Pa2, Pa3) y tres en la zona andina (P4A, P5A, P6A). La identificación de los patotipos se hace basándose en la tasa de reproducción de las distintas poblaciones en una serie Standard de clones de *Solanum spp.* Métodos basados en separación de proteínas, enzimas y pruebas de ADN, hasta ahora, no han dado resultados satisfactorios. De todas formas, mientras la mayoría de los investigadores coinciden en señalar como patotipos a Ro1 y Pa1, existen fuertes dudas en relación a considerar el resto como tales. Por lo tanto, muchos especialistas prefieren hablar de poblaciones que se reproducen en uno u otro clon de *Solanum* con genes de resistencia a uno de los nematodos, antes que hablar de verdaderos patotipos.

1.7. DINÁMICA POBLACIONAL Y DIFUSIÓN DE LOS NEMATODOS

Schluter (1976) menciona que en ausencia del cultivo de la papa, en zonas de clima templado, el nivel poblacional disminuye en un 50% cada año, mientras que en países con clima cálido, como Marruecos, puede ocurrir una reducción de casi 100%. En países con clima cálido, la superficie del suelo, en el verano, se calienta mucho y los nematodos que se encuentran en los primeros 5-10 cm mueren naturalmente. Por lo tanto, araduras en esta época del año, reducen sensiblemente el nivel poblacional del parásito.

Cuando la cosecha se realiza al final del ciclo biológico de la papa, todos los nematodos que han penetrado en las raíces alcanzan el estado de quiste, logrando un nivel poblacional muy alto. No ocurre así cuando se cosecha temprano la papa, de esta forma muchos nematodos se encuentran todavía en los estados juveniles y el nivel poblacional en el suelo permanece bajo.

El cultivar de papa juega un papel importante sobre la dinámica de *Globodera spp.* Se conocen cultivares susceptibles a ambas especies y cultivares resistentes o parcialmente resistentes a una sola de ellas, que afectan la tasa de reproducción de

los nematodos. En presencia de cultivares resistentes los juveniles de segundo estado salen del quiste, penetran en las raíces, pero no se desarrollan. A veces, la reducción poblacional, utilizando un cultivar resistente, puede ser mayor que utilizando un cultivo no huésped o dejando el suelo en barbecho. El uso de cultivares resistentes ejerce una presión selectiva sobre el nematodo, debido al hecho que no existen cultivares resistentes a ambas especies o a todos los patotipos de la misma especie. Por otro lado, ambas especies o diferentes patotipos de ellas, pueden encontrarse en el mismo campo, de manera que el uso de un cultivar resistente puede reducir la incidencia de una especie o patotipo, pero favorece el desarrollo de la otra especie o de otro patotipo. Se ha determinado que el uso continuo de un mismo cultivar resistente ocasiona la selección de patotipos que antes no eran importantes.

En un campo, el primer foco de infección se manifiesta en una pequeña área circular que luego se agranda hasta afectar toda la superficie. El nematodo, por acción propia, puede moverse 1-2 m/año; sin embargo, el movimiento pasivo es más rápido. El suelo adherido a los implementos agrícolas, zapatos y patas de los animales, puede contener quistes, favoreciendo la diseminación de los nematodos dentro de la misma unidad de producción o a otras unidades. Todo sistema de riego que favorezca la escorrentía del agua, así como las inundaciones pueden ser importantes. Sin embargo, el comercio de la papa, y especialmente los tubérculos utilizados como semilla, son la forma más eficaz de diseminar los quistes entre estados, países y continentes. La limpieza de la maquinaria agrícola, zapatos, uso de tubérculos-semilla sanos y medidas cuarentenarias son muy eficaces para evitar la diseminación de los nematodos.

1.8. SÍNTOMAS Y DAÑOS

La sintomatología se caracteriza por una disminución en el desarrollo de las plantas que se visualiza focalizadamente. Estos focos se agrandan cada vez que se cultiva una variedad susceptible.

En general, las plantas enfermas presentan una disminución del sistema radicular. El nematodo extrae los nutrientes de las raíces y reduce el suministro de nutrientes y

agua a los tallos y hojas de las plantas. Ello se traduce en una disminución en el rendimiento.

En bajas densidades el Nematodo Quiste de la Papa no causa síntomas visibles y pueden permanecer por años en el suelo sin que se detecte su presencia. Si se continúa con el monocultivo, es posible observar un crecimiento retardado en manchas o parches en uno o más puntos en el campo, que se agrandan cada año. Cuando las densidades son altas se observan síntomas parecidos a los que causa la deficiencia de agua o nutrientes, reducción del crecimiento, tendencia al marchitamiento durante las horas más calurosas y secas del día, reducción de la masa radicular y finalmente reducción en el rendimiento del cultivo.

Cuando los campos dedicados a la producción de tubérculos-semillas de papa están infestados, los tubérculos pueden quedar contaminados con los quistes y de esta forma llevada de un lugar a otro. Los quistes no tienen movimiento propio y no están dentro de los tubérculos, pero se trasladan a grandes distancias en la tierra adherida a los tubérculos, maquinaria agrícola, suelo agrícola y en los sacos o envases destinados al transporte y producción de semilla de papa.

1.9. PREVENCIÓN Y CONTROL DEL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA.

Franco (1981) manifiesta que cuando aparecen síntomas visibles, los nematodos están ya presentes en grandes cantidades. Una vez que los nematodos del quiste se ha establecido es muy difícil, si no imposible, erradicarlos. Sin embargo, hay métodos para reducir el daño que causan se requieren combinar la prevención con el control en un programa integrado, el cual incluye además aspectos como irrigación y fertilización adecuada para:

- Prevenir la diseminación de los nematodos del quiste en nuevas áreas.
- Mantener la densidad de población de los nematodos, en áreas ya infestadas a niveles que no afecta los rendimientos.

Franco (1997) manifiesta que la siembra alterna o rotación de cultivos es una de las prácticas agronómicas más conocidas y que mejores resultados ha brindado. El propósito de este medio es reducir la población de nematodos a un nivel que no afecte el rendimiento de este cultivo (20 – 40 huevos/cc. suelo) por la siembra de un cultivo no hospedero (gramíneas, hortalizas, etc).

Canto-Saenz (1996) menciona que una identificación acertada de la especie y raza involucrada, así como de los métodos a emplearse para determinar las densidades poblacionales y las pérdidas que estas ocasionan, nos proporcionan los elementos necesarios para diseñar o aplicar prácticas que, adecuadamente integradas, permitan manejar en forma armónica las poblaciones del Nematodo Quiste de la Papa.

CAPITULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO

Las muestras de suelo provienen de las principales zonas paperas de la Provincia de Sucre, Departamento de Ayacucho. El área en estudio presenta un relieve accidentado, laderas sobre 60 %, propio de valles interandinos. Los suelos en la parte baja son de textura media a pesada con buen drenaje superficial, de reacción neutra a ácida. Mientras los suelos de la parte alta son relativamente profundos, de reacción ácida, con alto contenido de materia orgánica, color rojizo a pardo. Los Distritos de la provincia de Sucre a muestrear se determinaron teniendo en cuenta la superficie sembrada con papa nativa y mejorada, así de los 11 distritos que tiene la Provincia de Sucre se determinó realizar el muestreo en los siguientes 8 distritos: Querobamba, Morcolla, San Pedro de Larcay, Paico, San Salvador de Quije, Santiago de Paucaray, Chalcos y Soras (Figura 2.2.).

1. Distrito de Querobamba

- Longitud : 73° 51' 15" W Latitud : 14° 00' 30" S
- Altitud : 3502 msnm.

2. Distrito de Chalcos

- Longitud : 73° 45' 08" W Latitud : 13° 50' 39" S
- Altitud : 3645 msnm

3. Distrito de Morcolla

- Longitud : 73° 52' 11" W Latitud : 14° 06' 22" S
- Altitud : 3459 msnm

4. Distrito de Paico

- Longitud : 73° 38' 26" W Latitud : 14° 02' 04" S

- Altitud : 3073 msnm
5. Distrito de San Pedro de Larcay
- Longitud : 73° 34' 15'' W Latitud : 14° 09' 57'' S
 - Altitud : 3376 msnm
6. Distrito de San Salvador de Quije
- Longitud : 73° 44' 08'' W Latitud : 13° 57' 51'' S
 - Altitud : 3210 msnm
7. Distrito de Santiago de Paucaray
- Longitud : 73° 38' 11'' W Latitud : 14° 02' 28'' S
 - Altitud : 3229 msnm
8. Distrito de Soras
- Longitud : 73° 36' 07'' W Latitud : 14° 06' 42'' S
 - Altitud : 3462 msnm

El análisis nematológico se realizó en el laboratorio de Microbiología y Patología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias y en el Laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

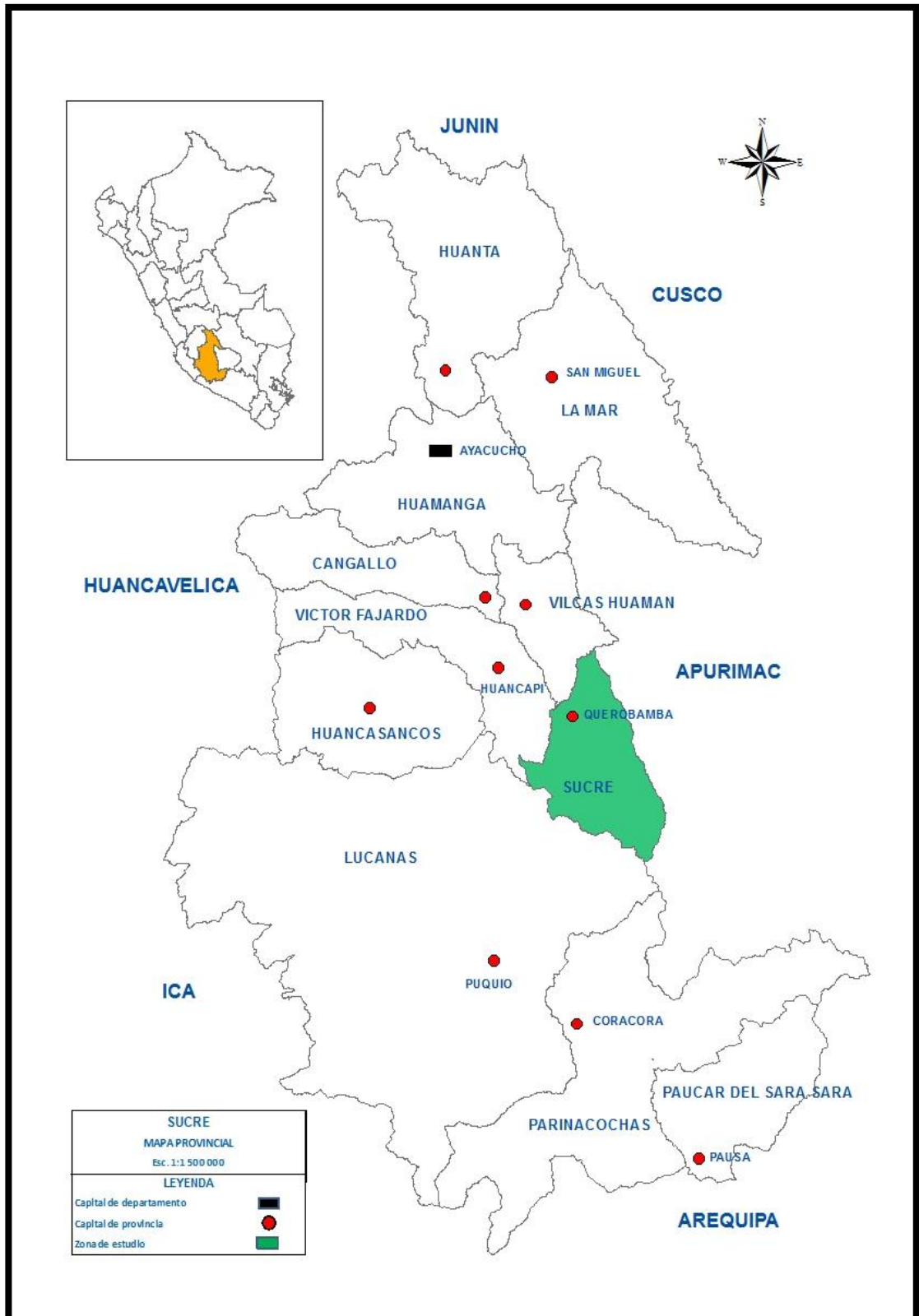


Figura 2.1. Mapa de ubicación de la provincia de Sucre.

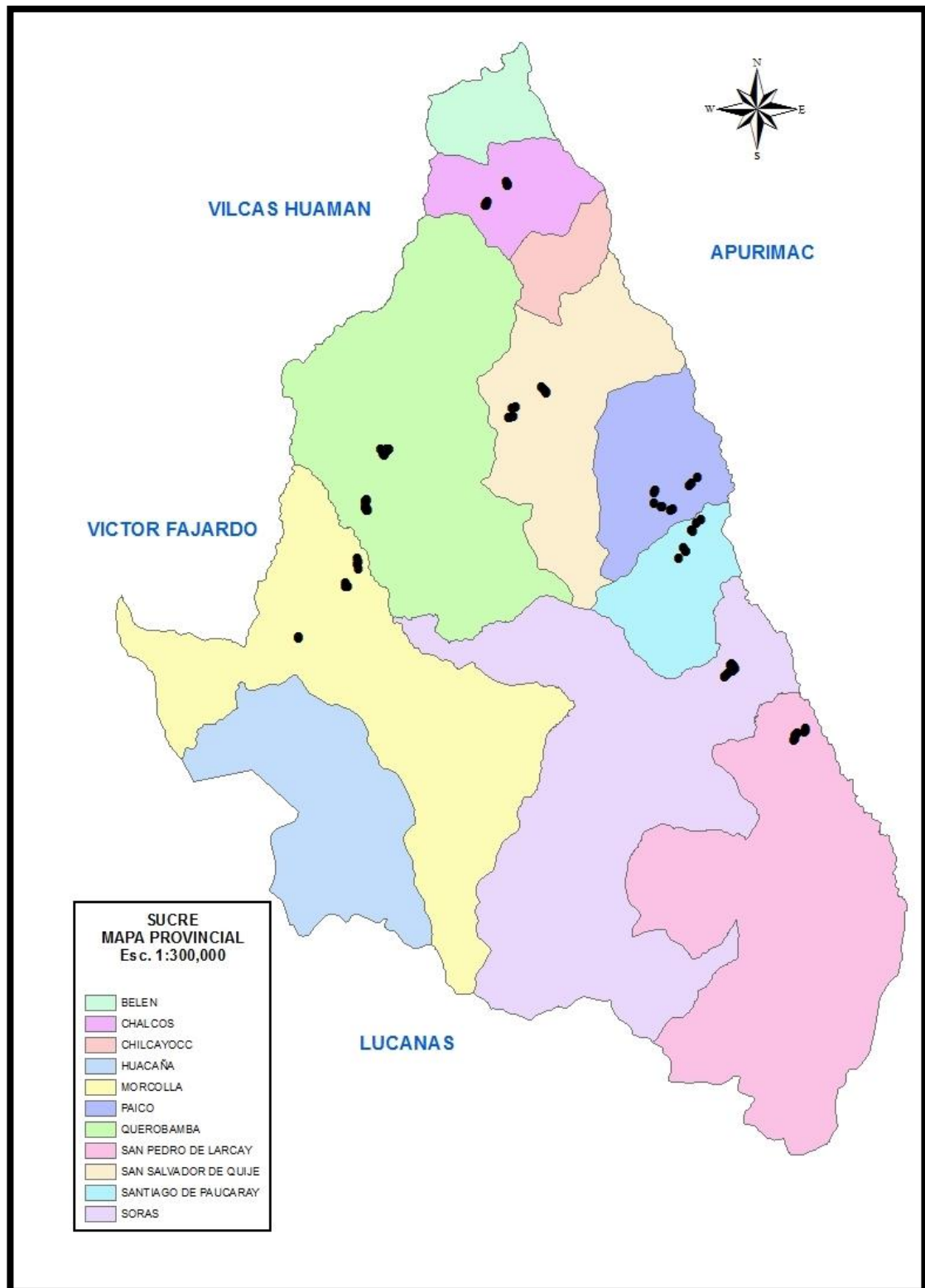


Figura 2.2. Mapa de Ubicación de zonas de muestreo.

2.2. MATERIALES

2.2.1. Materiales de Campo

- GPS
- Pala
- Pico
- Bolsas Plásticas
- Etiquetas
- Costales
- Libreta de campo
- Plumón indeleble
- Lapicero

2.2.2. EQUIPOS Y APARATOS DE LABORATORIO

- Esteroscopio
- Microscopio
- Equipo de Fenwick
- Balanza analítica
- Cámara de contaje de quistes
- Tamizador de quistes
- Cámara de contaje de Huevos + Juveniles
- Agitador magnético

2.2.3. MATERIALES DE VIDRIO

- Fiola de 250 y 100 ml
- Embudos
- Placas petri
- Matraces
- Pipeta de 1 ml
- Lámina portaobjetos
- Lámina cubreobjetos
- Vaso precipitado

2.2.4. MATERIAL BIOLÓGICO

- Quistes de *Globodera spp.*

2.2.5. MATERIALES DE ESCRITORIO

- Papel Bond
- Clips
- Papel filtro

2.2.6. REACTIVOS

- Acetona
- Glicerina

2.2.7. OTROS MATERIALES

- Cámara fotográfica digital
- Bisturí
- Pinzas

2.3. PROCEDIMIENTO

2.3.1. OBTENCIÓN DE QUISTES

Se tomaron 90 muestras de suelos (aproximadamente 1 Kg. por muestra) de campos de cultivo de papa nativa y mejorada de cada Distrito. Las muestras fueron tomadas después de la cosecha de la campaña agrícola 2003-2004 entre los meses de agosto-septiembre. Lo primero que se hizo fue recabar información de las principales localidades productoras de papa, esta información fue proporcionada por la Agencia Agraria de Sucre, de acuerdo a ello se empezó el muestreo por los distritos más alejados tomando en cuenta la accesibilidad, el recurso económico y humano. Se eligieron campos representativos en cada uno de las localidades de cada distrito. Antes de recorrer el campo de cultivo se tomó la altitud, la latitud, la longitud, con GPS; así mismo los datos del agricultor; luego del cual el campo de cultivo elegido se recorrió en zig zag (Figura 2.3), a cada cierta distancia, dependiendo del área muestreado, se tomaron 20 submuestras aproximadamente de suelo con una pequeña lampa, haciendo hoyos de un diámetro aproximado de 30 cm y una profundidad de

20 – 25 cm, al final del recorrido se homogeneizó el contenido y se tomó una muestra final, depositando en una bolsa de plástico de 1 Kg. Estas muestras fueron etiquetados debidamente con un plumón indeleble indicando el código correspondiente. El secado de la muestra se realizó bajo sombra en bandejas debidamente etiquetadas.

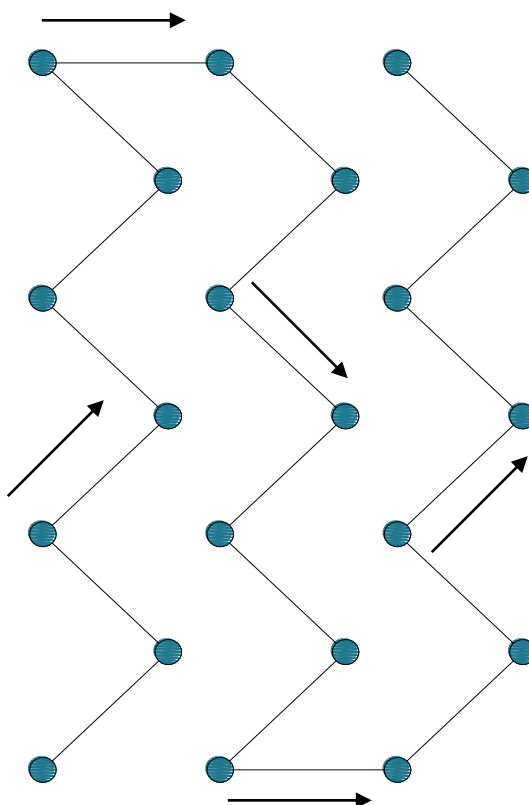


Fig. 2.3. Toma de muestras en Zig Zag.

2.3.2. EXTRACCIÓN DE QUISTES.

Para la extracción de quistes, de las muestras del suelo, se utilizó el Método modificado de Fenwick. El suelo muestreado se pasó por un tamiz de 2 mm para eliminar partículas grandes, después del cual se extrajo muestras de 100 gr. de cada uno de las unidades de investigación. Dicha muestra se colocó en primer lugar en un tamiz de 1 mm para agregar agua y lavar hasta que todo el suelo pase a través del embudo. Los quistes y los restos orgánicos que flotaban fueron llevados con el agua hacia el collar del aparato de Fenwick y finalmente colectados en un tamiz de 0.1 mm.

Los quistes y el material orgánico retenidos en el tamiz de 0.1 mm se mezcló en un lado del tamiz y con la ayuda de una piceta se transfirió a un erlenmeyer de 500 ml y se dejó reposar. Paralelamente se instaló un soporte de metal que contiene un aro de 10 cm. de diámetro con una malla de metal, sobre esta malla de metal se colocó el papel filtro; luego se transfirió los quistes y el material orgánico del erlenmeyer al papel filtro, quedando retenida el material orgánico y los quistes. Las muestras debidamente etiquetadas fueron puestas a secar bajo sombra.

2.3.3. SEPARACIÓN DE QUISTES

Cuando los quistes y restos orgánicos se secaron, se procedió a separar los quistes, utilizando el principio de flotación con acetona. Los quistes y restos orgánicos se depositaron en una fiola de 100 ml a la cual se llenó con acetona, dejando un espacio en la parte superior de la fiola, para que floten los quistes mientras que el resto del material orgánico sedimente, se dejó reposar por unos 20 segundos, luego del cual se decantó los quistes junto con algunos restos de materia orgánica sobre un papel filtro debidamente etiquetado. Debido a que existía mucha materia orgánica después de este proceso los quistes se separaron mediante el método del rodamiento, que consistió en hacerlos rodar en un papel blanco.

El número de quistes por muestra se determinó colocando los quistes en una placa de contaje bajo el esteroscopio.

2.3.4. DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD DE LOS QUISTES.

La viabilidad total (VT) se expresa como el contenido de huevos y juveniles, que se hallan presentes en los quistes. Debido a que las muestras contenían pocos quistes, en algunos casos se tomaron la suma total de las repeticiones, en otros casos se tomaron 10 y 20 quistes al azar, los cuales se colocaron sobre un recipiente de vidrio y se agregó una gota de agua para después triturarlos, teniendo cuidado de no dañar los huevos y juveniles. Lo obtenido en la trituration se transfirió con una piseta a un vaso de precipitado con 30 ml de agua, mientras esta suspensión era homogeneizada en un agitador magnético, se tomaron tres alícuotas de 1 cc. cada una. Cada alícuota

se colocó en un cuadrante de una placa de conteo y bajo el esteroscopio se procedió a contar el número de huevos y juveniles en cada cc. de agua.

La viabilidad total de huevos por quiste se determinó con la siguiente fórmula:

$$VT = \frac{X3ccVol \text{ de agua}}{N^{\circ} Q}$$

Donde:

X3cc = Promedio de huevos y larvas en las tres alícuotas

Vol. de agua = Volumen total de agua utilizada

N° Q = Número de quistes triturados

2.3.5. INCIDENCIA

Para la determinación de la incidencia de *Globodera spp.* en los campos evaluados, se utilizó la escala de evaluación de los niveles de infestación empleados en Bolivia, Franco et al (1998).

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

2.3.6. SEVERIDAD.

Se determinó a través el nivel de infestación del suelo que a su vez corresponde a la densidad de población de nematodos, esto se logra a través del número de huevos y estadios juveniles/gr. de suelo, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$NI = \frac{Q \times H}{100}$$

100

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

Q = N° de quistes/100 cc. de suelo

H = N° de huevos/quiste

Tabla 2.1. Niveles de infestación por *Globodera spp.* y pérdidas de rendimiento en base al número de huevos y J2 por gramo de suelo (RAMOS, et al 1998).

Grado de infestación	Huevos + J2/cc de suelo	Pérdidas de rendimiento (%)
Limpio	0	0
Incipiente	1 - 5	5
Media	5.1 – 15	13
Población alta	15.1 – 35	45
Población muy alta	> 35	58

2.3.7. DETERMINACIÓN DE ESPECIES DE *Globodera spp.*

La identificación de especies de *globodera spp.* se realizó mediante la morfometría del patrón perineal de quistes, para ello se tomaron 10 quistes al azar de toda la muestra recolectada, los cuales se remojaron en una placa petril con glicerina, con la finalidad de ablandarlos durante dos días. Posteriormente se colocó los quistes remojados sobre un porta objetos y con la ayuda de un bisturí y bajo un esteroscopio se cortó a la mitad el quiste, se eliminó la parte anterior y se trabajó con la parte posterior del quiste que contiene el ano, pliegues y fenestras. Posteriormente se realizó varios cortes hasta obtener un cuadrado conteniendo el diseño perineal. Los diseños perineales se colocaron en una porta objetos, se añadió unas gotas de agua y finalmente se llevó al microscopio.

Para determinar la especie se tomaron parámetros como: La distancia del ano a la vulva y el número de pliegues.

2.3.7. DISEÑO ESTADÍSTICO.

Por ser un experimento no balanceado se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) bajo GLM, para el nivel de infestación por distrito y del nivel de infestación por altitud.

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta del i-ésimo tratamiento en la j-ésimo repetición

u : Media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} : Error Experimental

Previo a las pruebas del ANVA se hizo una transformación de los datos, con la fórmula propuesta por Bartlett.

$$\sqrt{X + 1}$$

Donde:

X : Nivel de infestación (Huevos+J2/cc de suelo)

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA EN LA PROVINCIA DE SUCRE.

Los resultados del trabajo de investigación, señalan que de 90 muestras evaluadas, el 28 % de los suelos reporta la presencia del nematodo quiste de la papa y las muestras presentan diferentes niveles de infestación entre las localidades estudiadas.

3.1.1. Incidencia de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Querobamba.

En la tabla 3.1 se muestran los resultados de la incidencia del nematodo quiste de la papa en 20 campos de tres localidades del distrito de Querobamba. El resultado obtenido nos indica que la incidencia del nematodo quiste de la papa varía entre 20 % y 66.7 %.

Tabla 3.1. Incidencia del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en tres localidades del distrito de Querobamba. Sucre 2003–2004.

N°	Localidad	Altitud (msnm)	Numero de Muestras	Campos		% de Incidencia
				No infestados	Infestados	
1	Ccolccabamba	3595 - 3650	10	8	2	20
2	Trancapampa	3603 – 3636	7	6	1	14.3
3	Cabracancha	3606 – 3610	3	1	2	66.7
TOTAL			20	15	5	25

La localidad de Trancapampa es la que muestra un porcentaje menor de incidencia con un 14.3 %. La localidad de Ccolccabamba muestra una incidencia del 20 % en sus campos de cultivo, mientras que la localidad de Cabracancha muestra un porcentaje de incidencia en un 66.7 %. Los campos de cultivo que reportan altos porcentajes de incidencia son aquellas en las que se realiza el monocultivo, a diferencia de los demás campos de cultivo en donde se práctica la rotación de cultivos, corroborado con los resultados de Romero (1998) realizado en cinco zonas paperas de la región Arequipa, que reporta mayores porcentajes de incidencia en aquellos campos donde se práctica el monocultivo.

3.1.2. Severidad de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Querobamba.

En la tabla 3.2 y figura 3.1 se muestra los resultados de la severidad del nematodo quiste de la papa en el distrito de Querobamba.

En la localidad de Ccolccabamba el 20 % de los suelos se encuentran infestados con el nematodo quiste de la papa en rangos que van de 1.0 – 2.0 huevos + J2/cc. suelo. De diez campos evaluados en dos (20 %) muestras se encontraron niveles incipientes de infestación.

Tabla 3.2. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en tres localidades del distrito de Querobamba. Sucre. 2003 - 2004

N°	Localidad	Total de Muestras	Grado de infestación (N° de huevos/cc. Suelo)					Rangos de Infestación
			Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy Alta	
			0	(1.0 - 5.0)	(5.1 - 15.0)	(15.1 - 35.0)	(>35.1)	
1	Ccolccabamba	10	8	2	0	0	0	1.0 - 2.0
2	Trancapampa	7	6	0	1	0	0	0.0 - 6.8
3	Cabracancha	3	1	1	1	0	0	1.9 - 5.4
TOTAL		20	15	3	2	0	0	1.0 - 6.8
Porcentaje (%)		100	75	15	10	0	0	

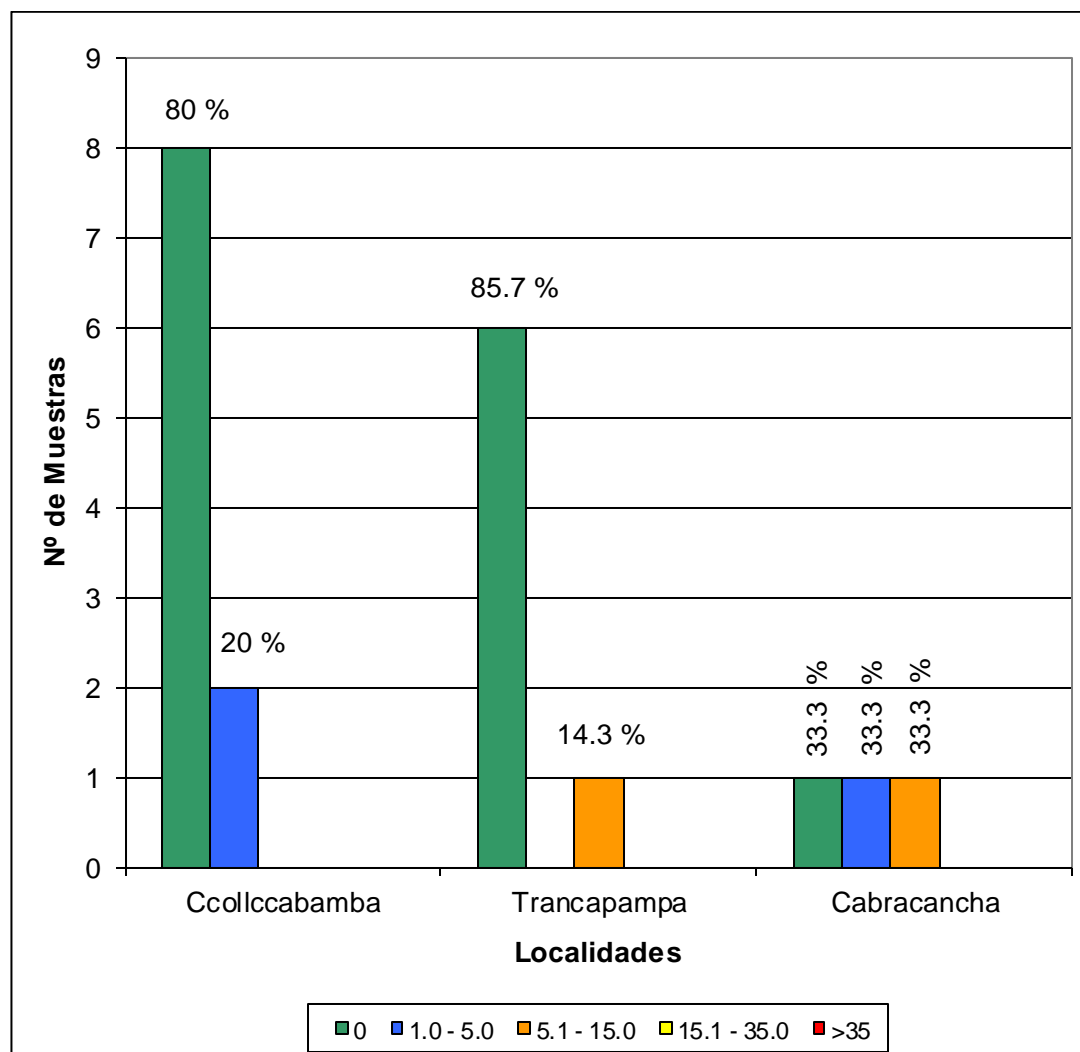


Figura 3.1. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en tres localidades del distrito de Querobamba. Sucre. 2003 – 2004.

En la localidad de Trancapampa solo se ha encontrado un campo de cultivo infestado de los seis campos evaluados (14.3 %) con un contenido de 6.8 huevos + J2/cc. suelo, que representa un nivel medio de infestación.

En la localidad de Cabracancha se ha encontrado dos campos infestados de los tres campos que fueron muestreados. Los niveles de infestación van de incipiente a media, con un contenido de 1.9 – 5.4 huevos + J2/cc. suelo.

Los campos de cultivo que reportan niveles de infestación incipiente y media, son aquellas donde se realiza el monocultivo, así mismo se utiliza variedades

comerciales, introducidas principalmente de Andahuaylas; mientras que los campos de cultivo que se encuentran libres, se práctica la rotación de cultivos, con los cultivos de cebada y quinua, corroborado con los resultados de Palomino (2001) realizado en la provincia de Andahuaylas, que reporta niveles altos de infestación en campos de cultivo en donde se práctica el monocultivo.

La figura 3.2 muestra la distribución porcentual del nivel de infestación con el nematodo quiste de la papa, en el distrito de Querobamba, el 75 % de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo, el 15 % de muestras se encuentran con un nivel incipiente, el 10 % en un nivel medio.

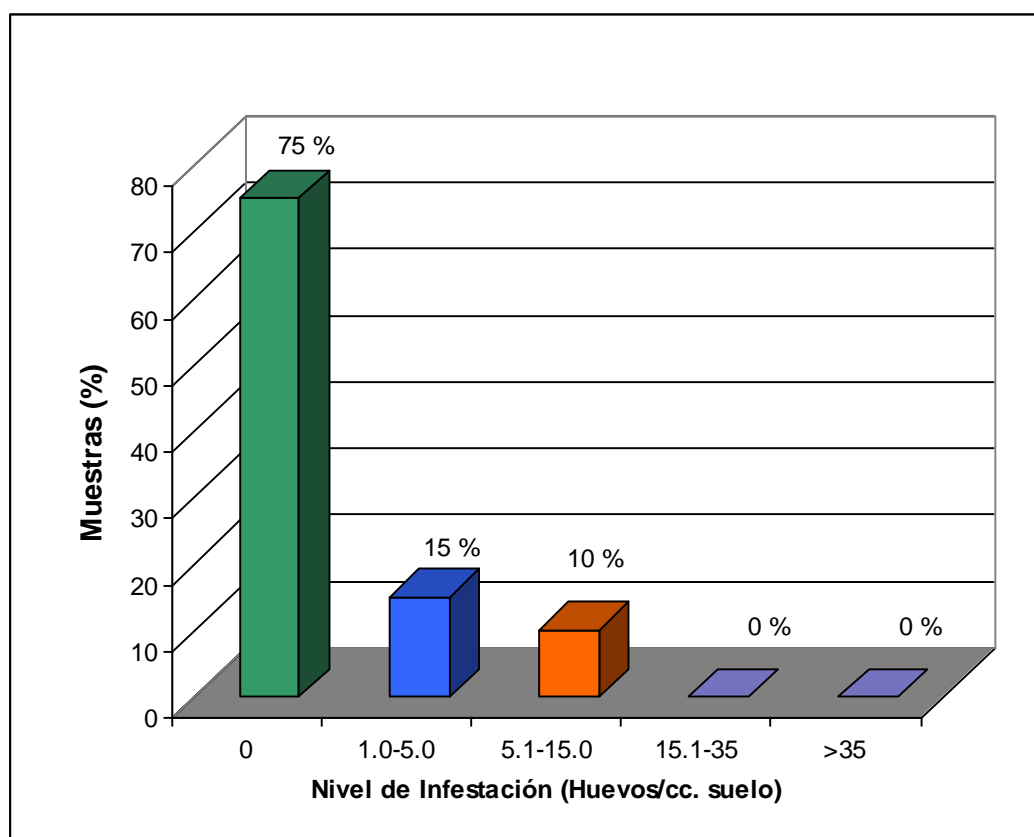


Figura 3.2. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con *Globodera spp.* en el distrito de Querobamba. Sucre. 2003 - 2004

3.1.3. Incidencia de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Chalcos.

En la tabla 3.3 se muestran los resultados de la incidencia del nematodo quiste de la papa en el distrito de Chalcos. Se evaluaron 10 muestras provenientes de dos localidades (Corralpata y Chalcos). La incidencia del nematodo quiste de la papa en la localidad de Corralpata es en un 80 %, mientras que en la localidad de Chalcos no hay incidencia del nematodo quiste de la papa. La ausencia de *Globodera spp.* en la localidad de Chalcos se debe principalmente a la siembra de variedades nativas, descanso prolongado de los campos de cultivo, así mismo cuenta con pocas áreas de cultivo, mayormente emplea su producción para el autoconsumo, y se autoabastece de semilla, corroborado por Quiroz (1997) realizado en zonas paperas de la región Arequipa, que reporta campos libres en donde se practica la rotación de cultivos.

Tabla 3.3. Incidencia del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en dos localidades del distrito de Chalcos. Sucre 2003–2004.

N°	Localidad	Altitud (msnm)	Numero de Muestras	Campos		% de Incidencia
				No infestados	Infestados	
1	Corralpata	3740 - 3746	5	1	4	80
2	Chalcos	3650 - 3658	5	5	0	0
TOTAL			10	6	4	40

3.1.4. Severidad de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Chalcos.

En la tabla 3.4 y figura 3.3 se muestra los resultados de la severidad del nematodo quiste de la papa en el distrito de Chalcos.

Tabla 3.4. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en dos localidades del distrito de Chalcos. Sucre. 2003 – 2044.

N°	Localidad	Total de Muestras	Grado de infestación (N° de huevos/cc. Suelo)					Rangos de Infestación
			Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy Alta	
			0	(1.0 - 5.0)	(5.1 - 15.0)	(15.1 - 35.0)	(>35.1)	
1	Corralpata	5	1	2	1	1	0	2.2 - 25.1
2	Chalcos	5	5	0	0	0	0	0
TOTAL		10	6	2	1	1	0	2.2 - 25.1
Porcentaje (%)		100	60	20	10	10	0	

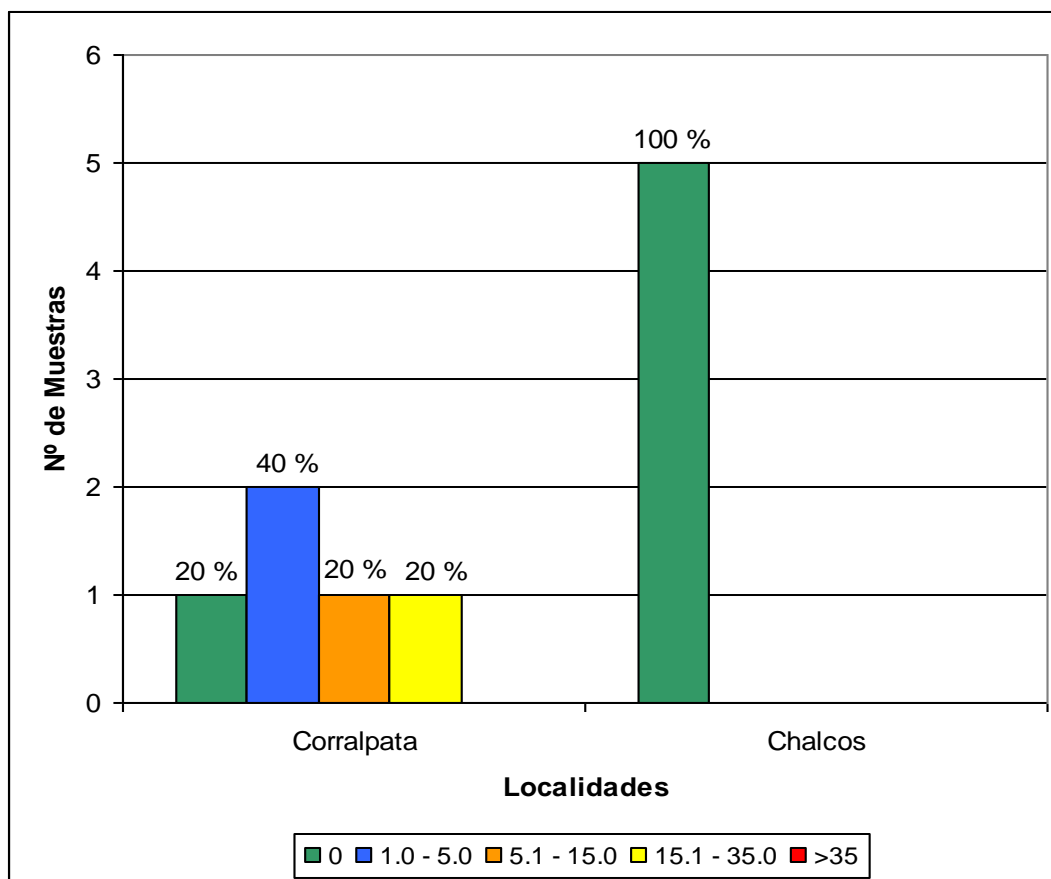


Figura 3.3. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en dos localidades del distrito de Chalcos. Sucre. 2003 – 2004

En la localidad de Corralpata el 80 % de los campos de cultivo se encuentran infestados. De los 5 campos muestreados, dos campo de cultivo presenta un nivel incipiente con un contenido de 2.2 – 2.5 huevos + J2/cc. suelo, una muestra presenta un nivel medio de infestación 14 huevos + J2/cc. suelo un campo de cultivo presenta un nivel alto de infestación con 25.1 huevos + J2/cc. suelo y un campo de cultivo se encuentra libre. A pesar que se ha encontrado cuatro campos infestados, el nivel de infestación sigue siendo incipiente.

En la localidad de Chalcos el 100 % de los campos muestreados se encuentran libres del nematodo quiste de la papa.

Los diferentes niveles de infestación encontradas en la localidad de Corralpata evidencian que la falta de prácticas agronómicas, utilización de semillas introducidas, principalmente de aquellas zonas donde los campos de cultivo se encuentran infestados con el nematodo quiste de la papa, son determinantes para su establecimiento y posterior propagación (Franco et al, 1993).

La figura 3.4 muestra la distribución porcentual del nivel de infestación con el nematodo quiste de la papa, en el distrito de Chalcos, el 60 % de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo, el 20 % de muestras se encuentran con un nivel incipiente, el 10 % en un nivel medio, mientras que un 10 % se ha encontrado con un nivel alto, no se ha encontrado muestras con un nivel muy alto.

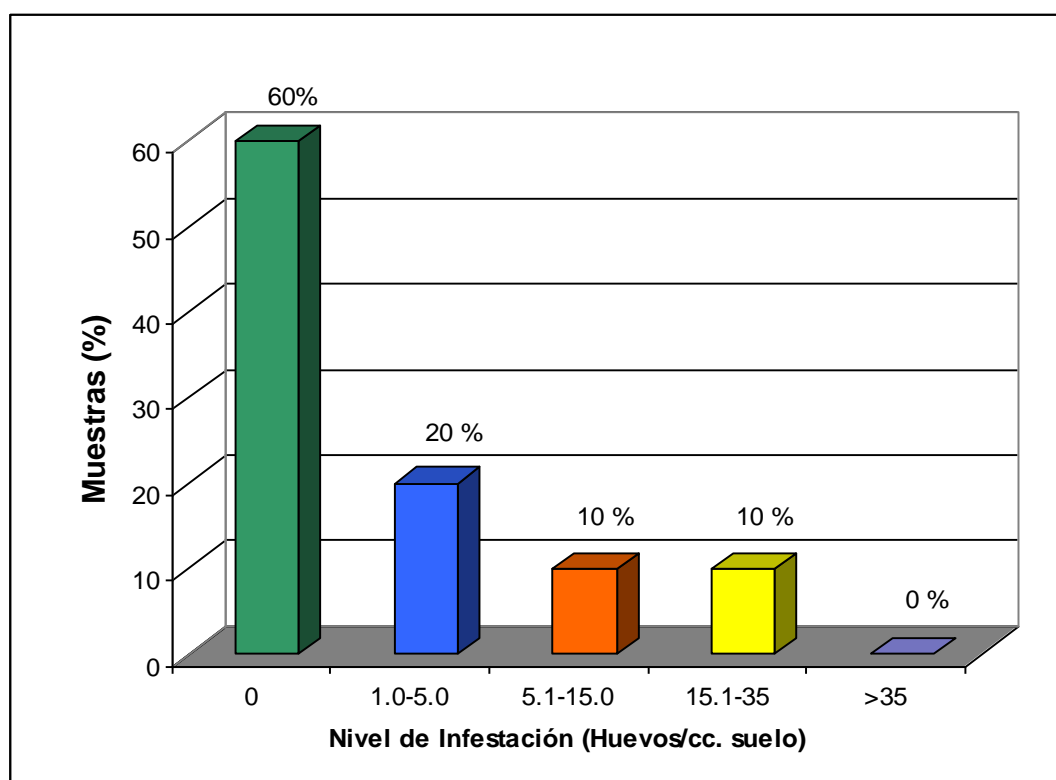


Figura 3.4. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en el distrito de Chalcos. Sucre. 2003 – 2004.

3.1.5. Incidencia de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Morcolla.

En la tabla 3.5 se muestran los resultados de la incidencia del nematodo quiste de la papa en el distrito de Morcolla. Se evaluaron 10 muestras provenientes de tres localidades (Huancane, Tintay y Morcolla). La incidencia del nematodo quiste de la papa en la localidad de Huancane es en un 20 %, mientras que en la localidad de Morcolla es un 100 %. En la localidad de Tintay no hay incidencia del nematodo quiste de la papa. Cabe mencionar que los resultados de la incidencia son relativos y varían generalmente con la cantidad de campos muestreados, González (1993), menciona que es mejor realizar una mayor prospección de los campos de cultivo para tener datos cercanos a la realidad.

Tabla 3.5. Incidencia del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en tres localidades del distrito de Morcolla. Sucre 2003–2004.

N°	Localidad	Altitud (msnm)	Numero de Muestras	Campos		% de Incidencia
				No infestados	Infestados	
1	Huancane	3745 - 3752	5	4	1	20
2	Tintay	3745 – 3747	3	3	0	0
3	Morcolla	3465 - 3468	2	0	2	100
TOTAL			10	7	3	30

3.1.6. Severidad de *Globodera spp.* nematodo quiste de la papa en el distrito de Morcolla.

En la tabla 3.6 y figura 3.5 se muestra los resultados de la severidad del nematodo quiste de la papa en el distrito de Morcolla.

Tabla 3.6. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en tres localidades del distrito de Morcolla. Sucre. 2003 – 2044.

N°	Localidad	Total de Muestras	Grado de infestación (N° de huevos/cc. Suelo)					Rangos de Infestación
			Libre 0	Incipiente (1.0 - 5.0)	Media (5.1 - 15.0)	Alta (15.1 - 35.0)	Muy Alta (>35)	
1	Huancane	5	4	1	0	0	0	0.0 - 1.7
2	Tintay	3	3	0	0	0	0	0
3	Morcolla	2	0	1	0	1	0	1.5 - 32.2
TOTAL		10	7	2	0	1	0	1.5 - 32.2
Porcentaje (%)		100	70	20	0	10	0	

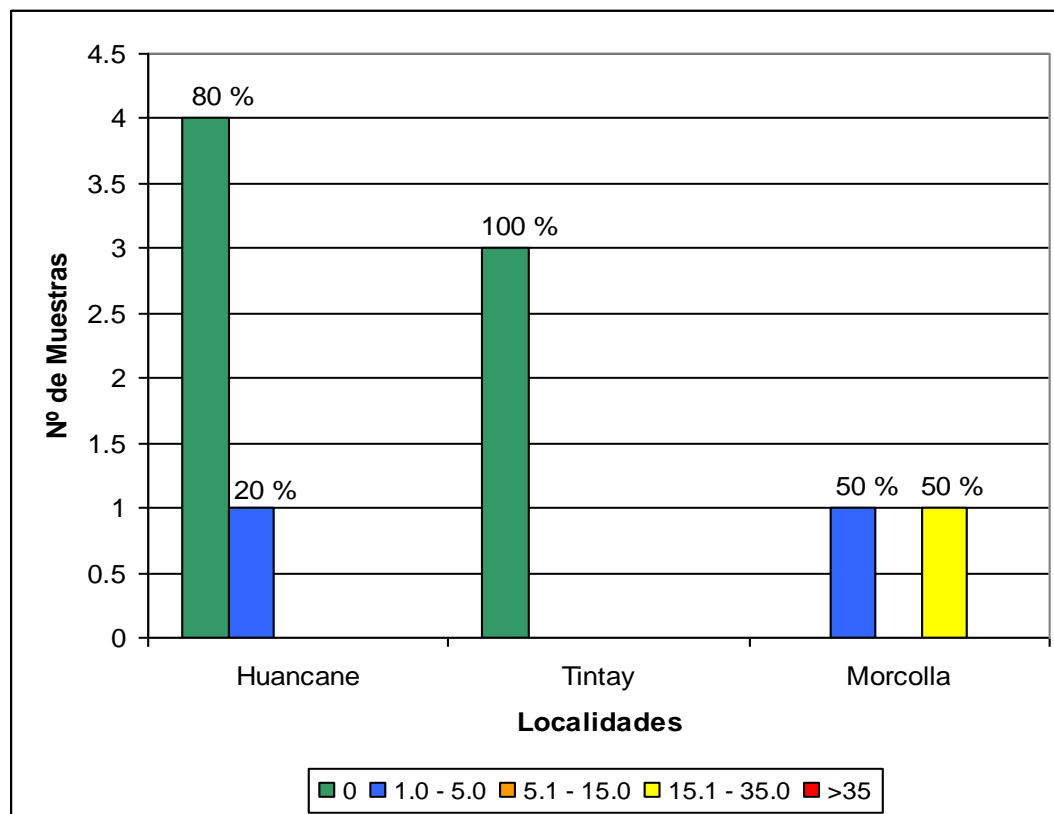


Figura 3.5. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en tres localidades del distrito de Morcolla. Sucre. 2003 – 2004.

En la localidad de Huancane de los cinco campos evaluados solo se ha encontrado un campo de cultivo con un contenido de 1.7 huevos /cc. suelo, siendo un nivel de infestación incipiente. Mientras que en los restantes 4 campos evaluados no se ha encontrado el nematodo.

En la localidad de Tintay el 100 % de los campos evaluados se encuentran libres del nematodo quiste de la papa.

En la localidad de Morcolla el 100 % de los campos evaluados están infestados con el nematodo quiste de la papa, con niveles que van de incipiente a alta, de los dos suelos muestreados, uno tiene un nivel incipiente con un contenido de 1.5 huevos/cc. suelo, mientras que la otra muestra tiene un nivel de infestación alta con un contenido de 32.2 huevos/cc. suelo.

A pesar que se han encontrado campos con niveles altas de infestación, el nivel de infestación incipiente sigue siendo la que predomina en la mayoría de los campos evaluados, la rotación de cultivos, el descanso de los campos de cultivo, son los factores principales que permiten que la población de nematodos permanezca casi constante a lo largo de los años (Franco, 1993).

La figura 3.6 muestra la distribución porcentual del nivel de infestación con el nematodo quiste de la papa, en el distrito de Morcolla, el 70 % de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo, el 20 % de muestras se encuentran con un nivel incipiente, no hay muestras con un nivel medio, mientras que un 10 % se ha encontrado con un nivel alto, no se ha encontrado muestras con un nivel muy alto.

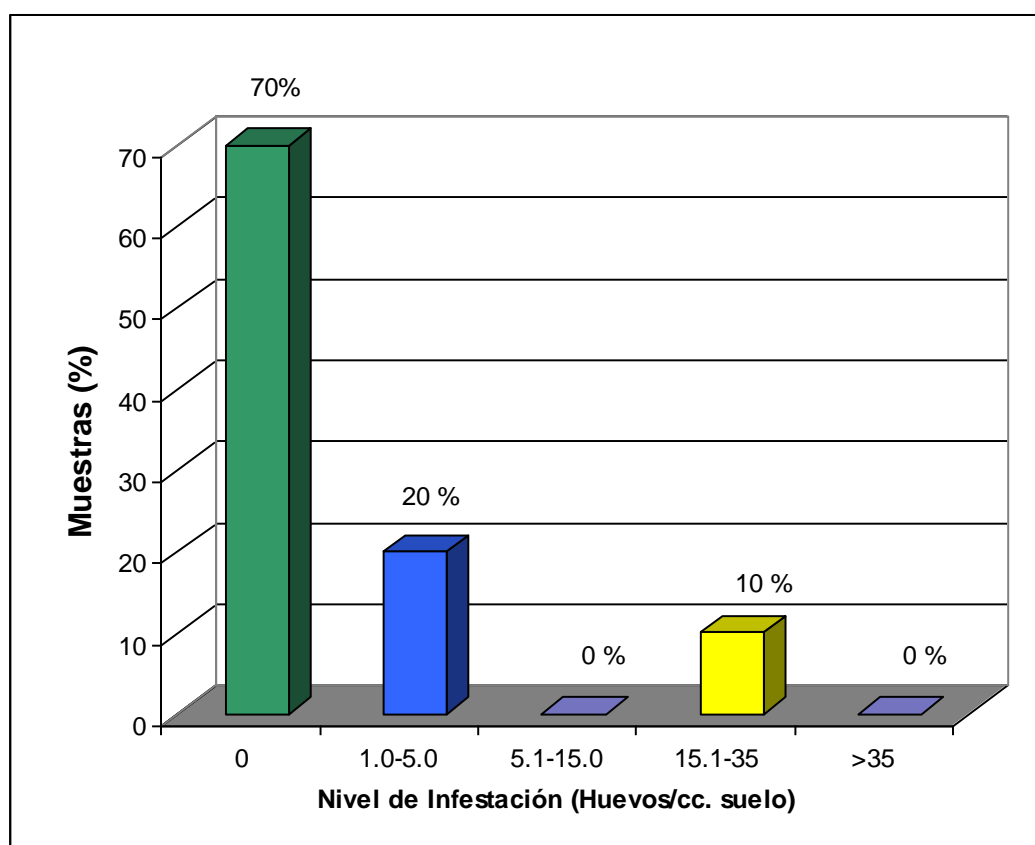


Figura 3.6. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en el distrito de Morcolla. Sucre. 2003 – 2004.

3.1.7. Incidencia de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Paico.

En la tabla 3.7 se muestran los resultados de la incidencia del nematodo quiste de la papa en el distrito Paico. Se evaluaron 10 muestras provenientes de cuatro localidades (Quirquiña, Oncullo, Sillacha y Huashualla). La incidencia del nematodo quiste de la papa en la localidad de Quirquiña y Oncullo es en 33.3 %, es decir, un tercio de los campos de cultivo reporta la presencia del nematodo. Mientras que en la localidad de Sillacha y Huashualla no hay presencia del nematodo, el 100 % de los campos se encuentran libres del nematodo.

Tabla 3.7. Incidencia del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en cuatro localidades del distrito de Paico. Sucre 2003–2004.

N°	Localidad	Altitud (msnm)	Numero de Muestras	Campos		% de Incidencia
				No infestados	Infestados	
1	Quirquiña	3390 – 3392	3	2	1	33.3
2	Oncullo	3600 – 3669	3	2	1	33.3
3	Sillacha	3589 – 3612	2	2	0	0
4	Huashualla	3540 - 3544	2	2	0	0
TOTAL			10	8	2	20

3.1.8. Severidad de *Globodera spp.* nematodo quiste de la papa en el distrito de Paico.

En la tabla 3.8 y figura 3.7 se muestra los resultados de la severidad del nematodo quiste de la papa en el distrito de Paico.

Tabla 3.8. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en cuatro localidades del distrito Paico. Sucre.
2003 – 2004.

N°	Localidad	Total de Muestras	Grado de infestación (N° de huevos/cc. Suelo)					Rangos de Infestación
			Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy Alta	
			0	(1.0 - 5.0)	(5.1 - 15.0)	(15.1 - 35.0)	(>35.1)	
1	Quirquiña	3	2	1	0	0	0	0.0 - 2.9
2	Oncullo	3	2	1	0	0	0	0.0 - 1.7
3	Sillacha	2	2	0	0	0	0	0
4	Huashualla	2	2	0	0	0	0	0
TOTAL		10	8	2	0	0	0	1.7 - 2.9
Porcentaje (%)		100	80	20	0	0	0	

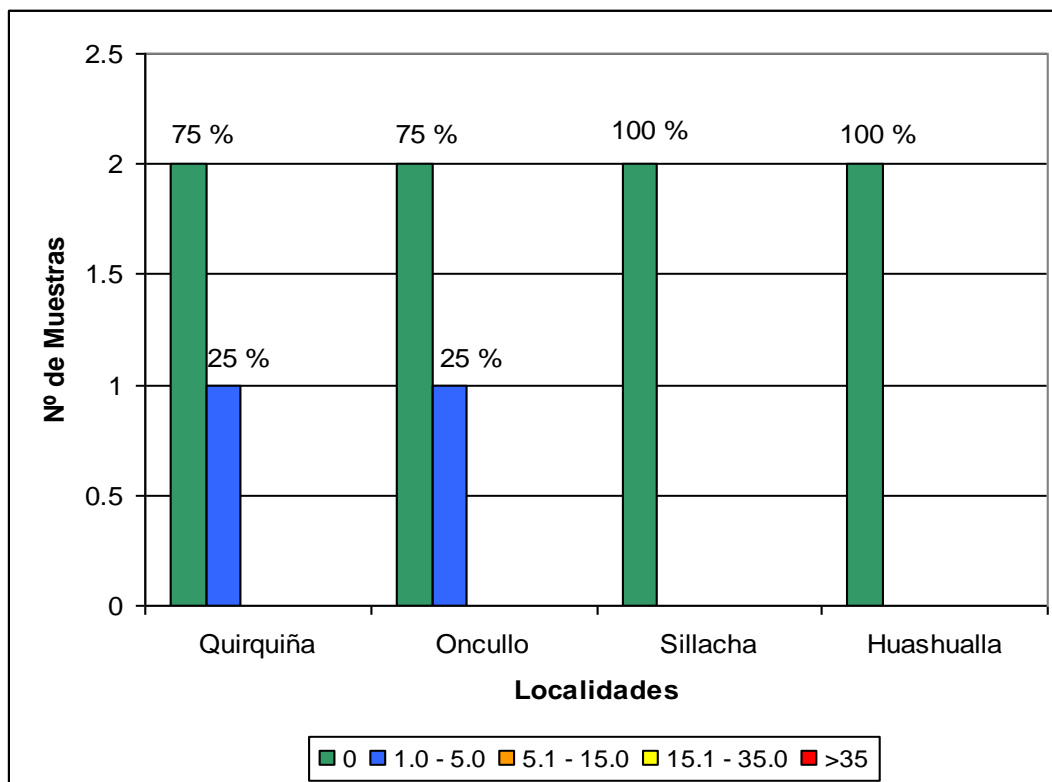


Figura 3.7. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en cuatro localidades del distrito de Paico. Sucre. 2003 – 2004.

En la localidad de Quirquiña de los tres campos evaluados, solo un campo de cultivo (33.3 %) presenta un nivel de infestación incipiente con un contenido de 2.9 huevos/cc. suelo, mientras que las dos restantes muestras no reportan la presencia del nematodo.

En la localidad de Oncullo se ha encontrado un campo de cultivo con un nivel de infestación incipiente, con un contenido de 1.7 huevos/cc. suelo, mientras que las otras dos muestras no presentan niveles de infestación con el nematodo quiste de la papa.

Las localidades de Sillacha y Huashualla no presentan niveles de infestación, sus campos se encuentran libres del nematodo quiste de la papa.

El distrito de Paico cuenta con pocas áreas de cultivo de papa, utilizan sus propias semillas, su producción lo destinan en un 100 % al autoconsumo, utilizan tecnología tradicional en proceso productivo, todos estos factores permiten que exista una baja densidad poblacional del nematodo quiste de la papa (Franco, 1993).

La figura 3.8 muestra la distribución porcentual del nivel de infestación con el nematodo quiste de la papa, en el distrito de Paico, el 80 % de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo, el 20 % de muestras se encuentran con un nivel incipiente, no hay muestras con un nivel medio, alto y muy alto.

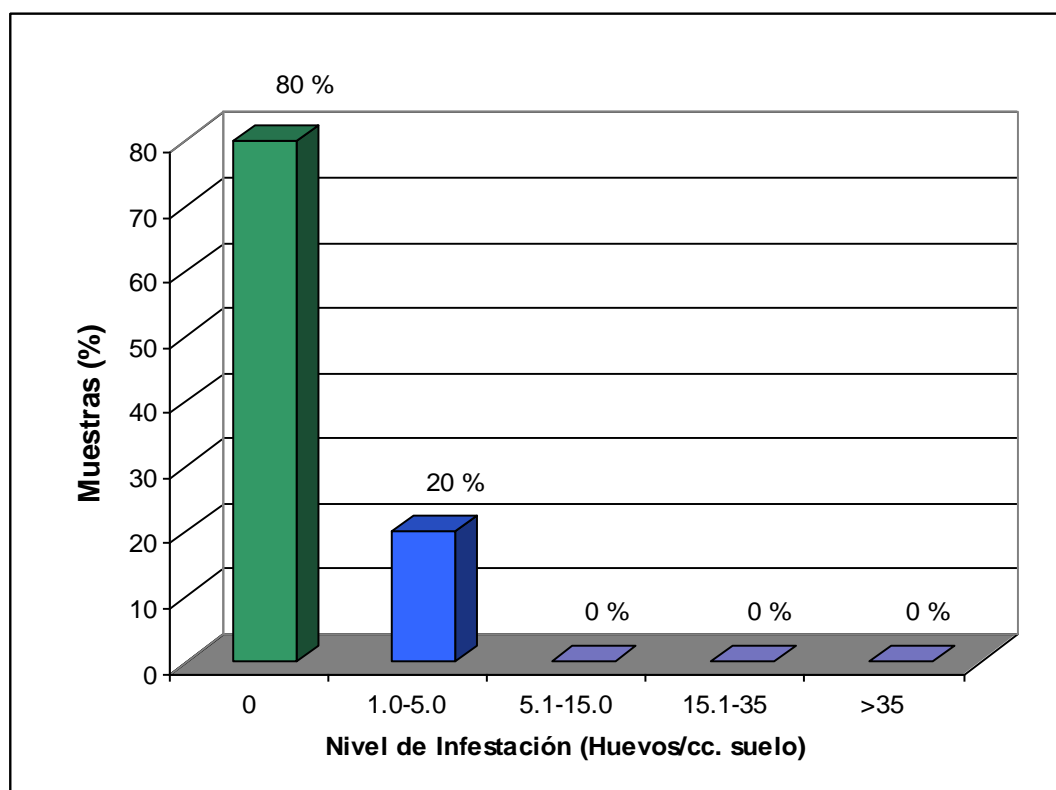


Figura 3.8. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en el distrito de Paico. Sucre. 2003 – 2004.

3.1.9. Incidencia de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de San Pedro de Larcay.

En la tabla 3.9 se muestran los resultados de la incidencia del nematodo quiste de la papa en el distrito de San Pedro de Larcay. Se evaluaron 10 muestras provenientes de una sola localidad (Larcay), por ser el único lugar donde se siembra papa. El 50 % de los campos de cultivo reportan la presencia del nematodo, mientras que el otro 50 % de los campos evaluados no reporta la presencia del nematodo.

Tabla 3.9. Incidencia del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en una localidad del distrito de San Pedro de Larcay. Sucre 2003–2004.

N°	Localidad	Altitud (msnm)	Numero de Muestras	Campos		% de Incidencia
				No infestados	Infestados	
1	Larcay	3450 - 3506	10	5	5	50
TOTAL			10	5	5	50

3.1.10. Severidad de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de San Pedro de Larcay.

En la tabla 3.10 y figura 3.9 se muestra los resultados de la severidad del nematodo quiste de la papa en el distrito de San Pedro de Larcay.

La totalidad de las muestras evaluadas provienen de una sola localidad Larcay. El 50 % de los diez campos evaluados presentan niveles de infestación diversa, tres muestras presentan niveles de infestación incipiente con rangos que van de 1.7 – 3.4 huevos/cc. suelo, mientras que un campo de cultivo reporta un nivel de infestación media con contenido de 9.4 huevos/cc. suelo, hay una muestra que reporta un nivel de infestación alta con un contenido de 30.3 huevos/cc. Suelo.

Tabla 3.10. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en una localidad del distrito de San Pedro de Larcay. Sucre. 2003 – 2004.

N°	Localidad	Total de Muestras	Grado de infestación (N° de huevos/cc. Suelo)					Rangos de Infestación
			Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy Alta	
			0	(1.0 - 5.0)	(5.1 - 15.0)	(15.1 - 35.0)	(>35.1)	
1	Larcay	10	5	3	1	1	0	1.7 - 30.3
TOTAL		10	5	3	1	1	0	1.7 - 30.3
Porcentaje (%)		100	50	30	10	10	0	

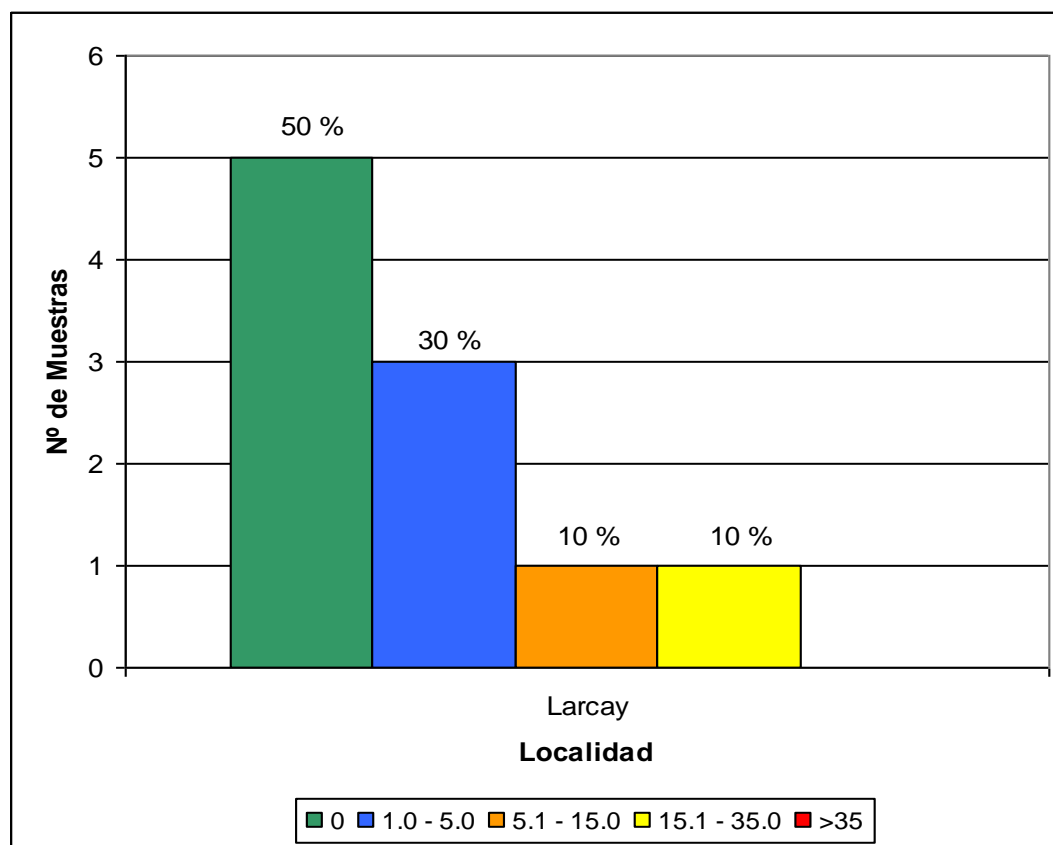


Figura 3.9. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en una localidad del distrito de San Pedro de Larcay. Sucre. 2003 – 2004.

El otro 50 % de los campos evaluados no reporta ningún nivel de infestación, sus campos se encuentran libres del nematodo. En el distrito de San Pedro de Larcay a pesar que se cultivan en pocas extensiones se han encontrado muestras con niveles medias y altas de infestación y ello se debe a que los agricultores están utilizando semillas provenientes de la provincia de Andahuaylas y según los reportes de Palomino (2001) sus campos de cultivo se encuentran altamente infestadas con el nematodo quiste de la papa.

La figura 3.10 muestra la distribución porcentual del nivel de infestación con el nematodo quiste de la papa, en el distrito de San Pedro de Larcay, el 50 % de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo, el 30 % de muestras se encuentran con un nivel incipiente, el 10 % de las muestras presentan un nivel medio y un 10 % un nivel alto.

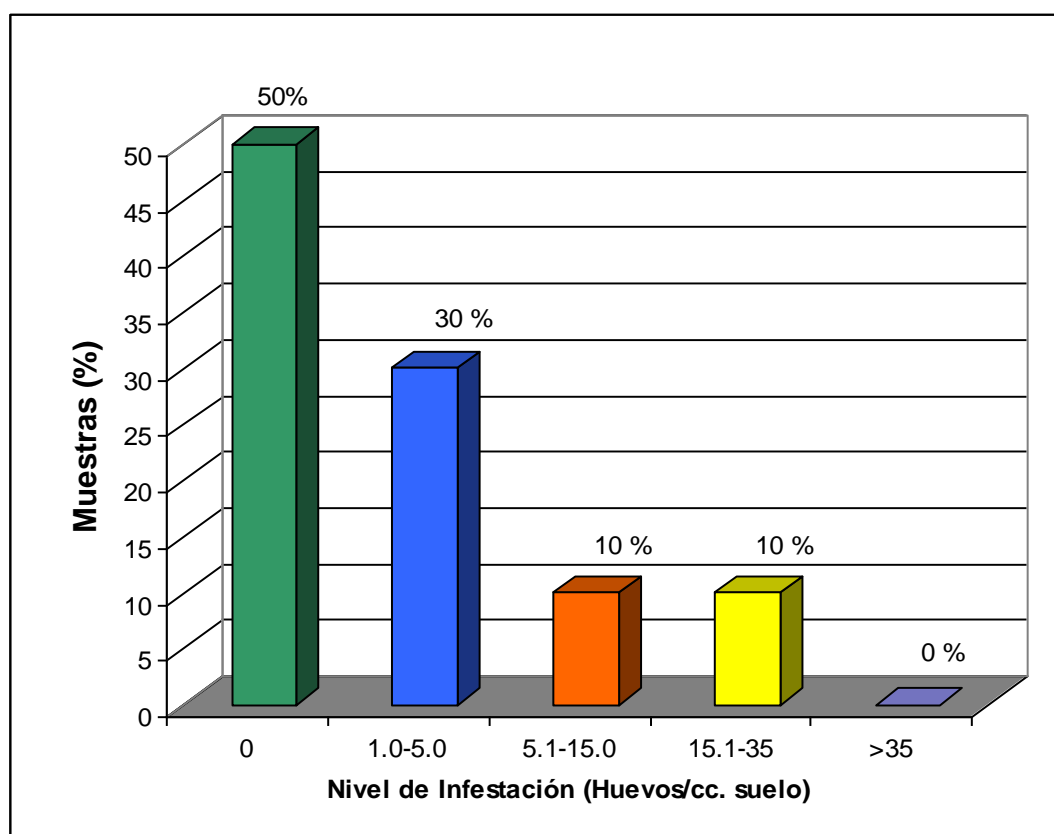


Figura 3.10. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en el distrito de San Pedro de Larcay. Sucre. 2003 – 2004.

3.1.11. Incidencia de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de San Salvador de Quije.

En la tabla 3.11 se muestran los resultados de la incidencia del nematodo quiste de la papa en el distrito de San Salvador de Quije. Se evaluaron 10 muestras provenientes de dos localidades (Huayhuani y Quije). La incidencia en la localidad de Huayhuani es en un 60 %, más de la mitad de los campos de cultivo reporta la presencia del nematodo. En la localidad de Quije no hay presencia del nematodo quiste de la papa, el 100 % de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo quiste de la papa.

Tabla 3.11. Incidencia del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en una localidad del distrito de San Salvador de Quije. Sucre 2003–2004.

N°	Localidad	Altitud (msnm)	Numero de Muestras	Campos		% de Incidencia
				No infestados	Infestados	
1	Huayhuani	3545 – 3568	5	2	3	60
2	Quije	3306 – 3322	5	5	0	0
TOTAL			10	7	3	30

3.1.12. Severidad de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de San Salvador de Quije.

En la tabla 3.12 y figura 3.11 se muestra los resultados de la severidad del nematodo quiste de la papa en el distrito de San Salvador de Quije.

En la localidad de Huayhuani, de los cinco campos evaluados, dos campos de cultivo presentan niveles de infestación media con un rango de 5.4 – 13.5 huevos/cc. suelo, un campo de cultivo con un nivel de infestación alta, y los restantes dos muestras no presentan ningún nivel de infestación.

Tabla 3.12. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en dos localidades del distrito de San Salvador de Quije. Sucre. 2003 – 2004.

N°	Localidad	Total de Muestras	Grado de infestación (N° de huevos/cc. Suelo)					Rangos de Infestación
			Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy Alta	
			0	(1.0 - 5.0)	(5.1 - 15.0)	(15.1 - 35.0)	(>35.1)	
1	Huayhuani	5	2	0	2	1	0	5.4 - 32.4
2	Quije	5	5	0	0	0	0	0
TOTAL		10	7	0	2	1	0	5.4 - 32.4
Porcentaje (%)		100	70	0	20	10	0	

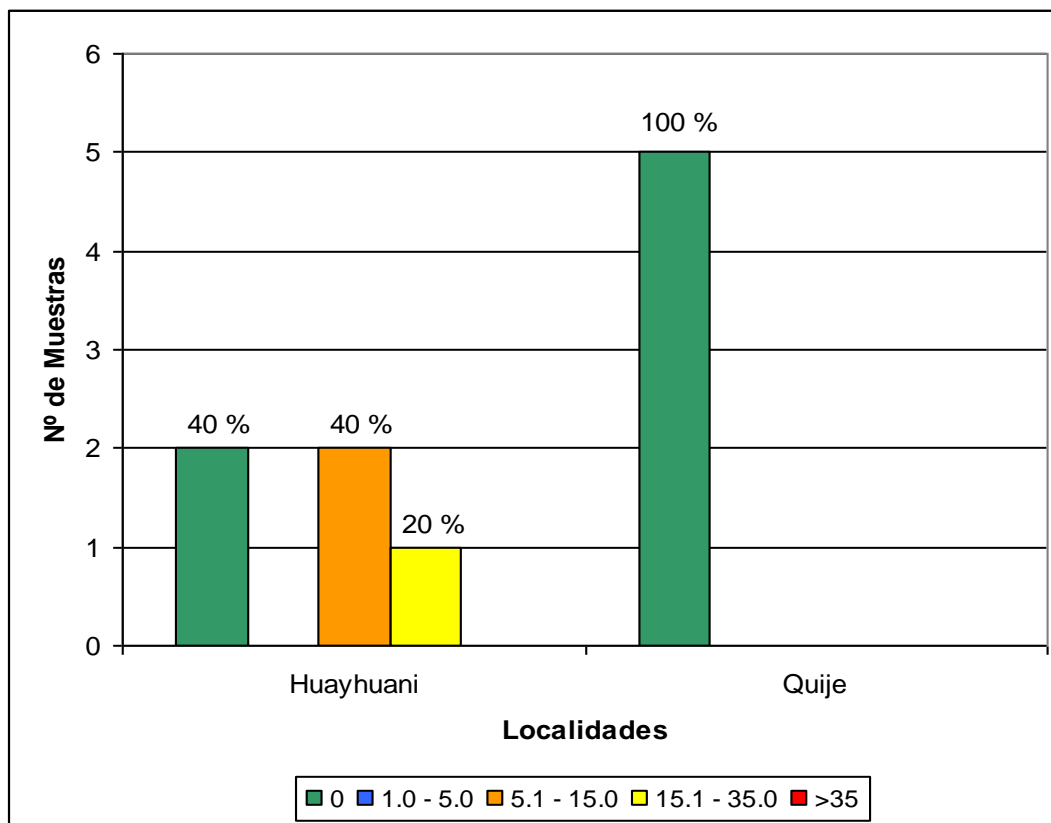


Figura 3.11. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en dos localidades del distrito de San Salvador de Quije. Sucre. 2003 – 2004.

En la localidad de Quije el 100 % de los campos evaluados no presenta ningún nivel de infestación.

Los niveles de infestación media y alta en algunos campos de cultivo de papa en la localidad de Huayhuani se deben principalmente a que no se realiza prácticas agronómicas como la rotación de cultivos, el descanso de los campos de cultivo; así mismo se está utilizando semillas introducidas de zonas contaminadas, tal como manifiesta Canto-Sáenz (1996) que la vía de diseminación del nematodo es por medio de movilización de suelo infestado adherido a la semilla de la papa.

La figura 3.12 muestra la distribución porcentual del nivel de infestación con el nematodo quiste de la papa, en el distrito de San Salvador de Quije, el 70 % de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo, el 20 % de muestras se encuentran con un nivel medio, el 10 % de las muestras presentan un nivel alto, no hay muestras con niveles incipientes y muy altas.

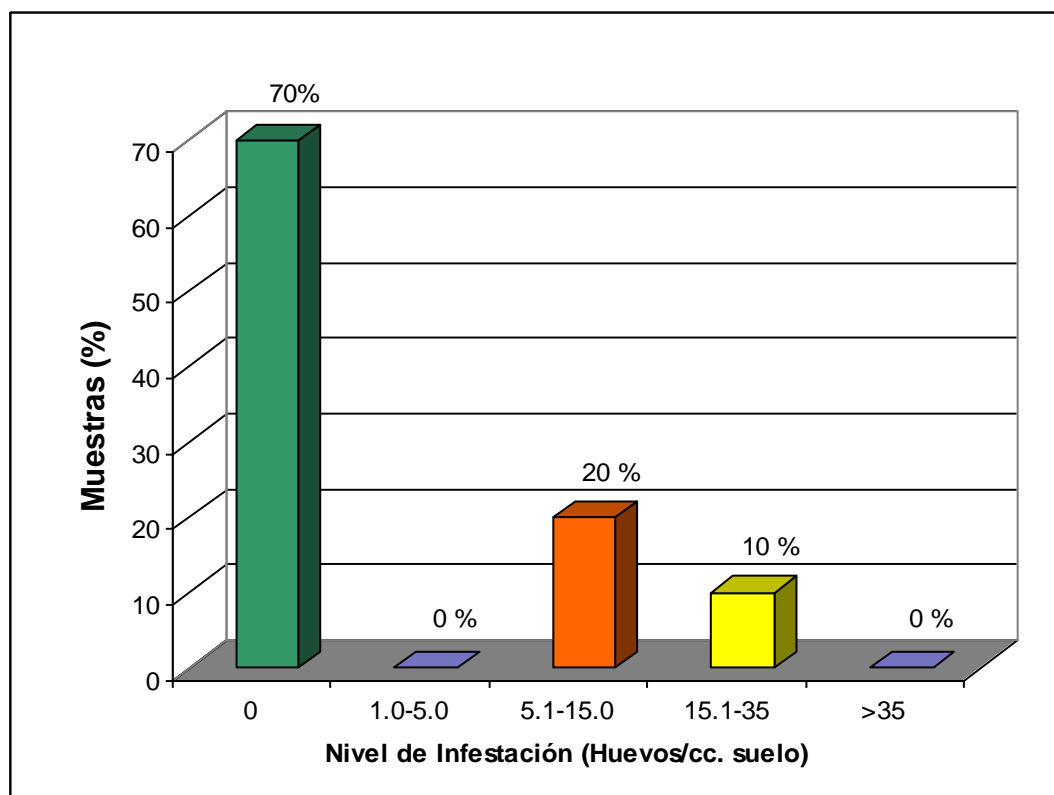


Figura 3.12. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en el distrito de San Salvador de Quije. Sucre. 2003 – 2004.

3.1.13. Incidencia de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Santiago de Paucaray.

En la tabla 3.13 se muestran los resultados de la incidencia del nematodo quiste de la papa en el distrito de Santiago de Paucaray. Se evaluaron 10 muestras provenientes de dos localidades (Paucaray y Allpaurccuna). La incidencia del nematodo quiste de la papa en la localidad de Allpaurccuna es de solo un 14.3 %, la mayoría de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo; mientras que en la localidad de Paucaray no hay presencia del nematodo.

Tabla 3.13. Incidencia del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en dos localidades del distrito de Santiago de Paucaray. Sucre 2003–2004.

N°	Localidad	Altitud (msnm)	Numero de Muestras	Campos		% de Incidencia
				No infestados	Infestados	
1	Paucaray	3335 – 3344	3	3	0	0
2	Allpaurccuna	3560 – 3572	7	6	1	14.3
TOTAL			10	9	1	10

3.1.14. Severidad de *Globodera spp.* “nematodo quiste de la papa” en el distrito de Santiago de Paucaray.

En la tabla 3.14 y figura 3.13 se muestra los resultados de la severidad del nematodo quiste de la papa en el distrito de Santiago de Paucaray.

En la localidad de Paucaray el 100 % de los campos evaluados no presenta ningún nivel de infestación, es decir, los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo quiste de la papa.

Tabla 3.14. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en dos localidades del distrito de Santiago de Paucaray. Sucre. 2003 – 2004.

N°	Localidad	Total de Muestras	Grado de infestación (N° de huevos/cc. Suelo)					Rangos de Infestación
			Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy Alta	
			0	(1.0 - 5.0)	(5.1 - 15.0)	(15.1 - 35.0)	(>35.1)	
1	Paucaray	3	3	0	0	0	0	0
2	Allpaurccuna	7	6	1	0	0	0	0.0 - 1.4
TOTAL		10	9	1	0	0	0	0.0 - 1.4
Porcentaje (%)		100	90	10	0	0	0	

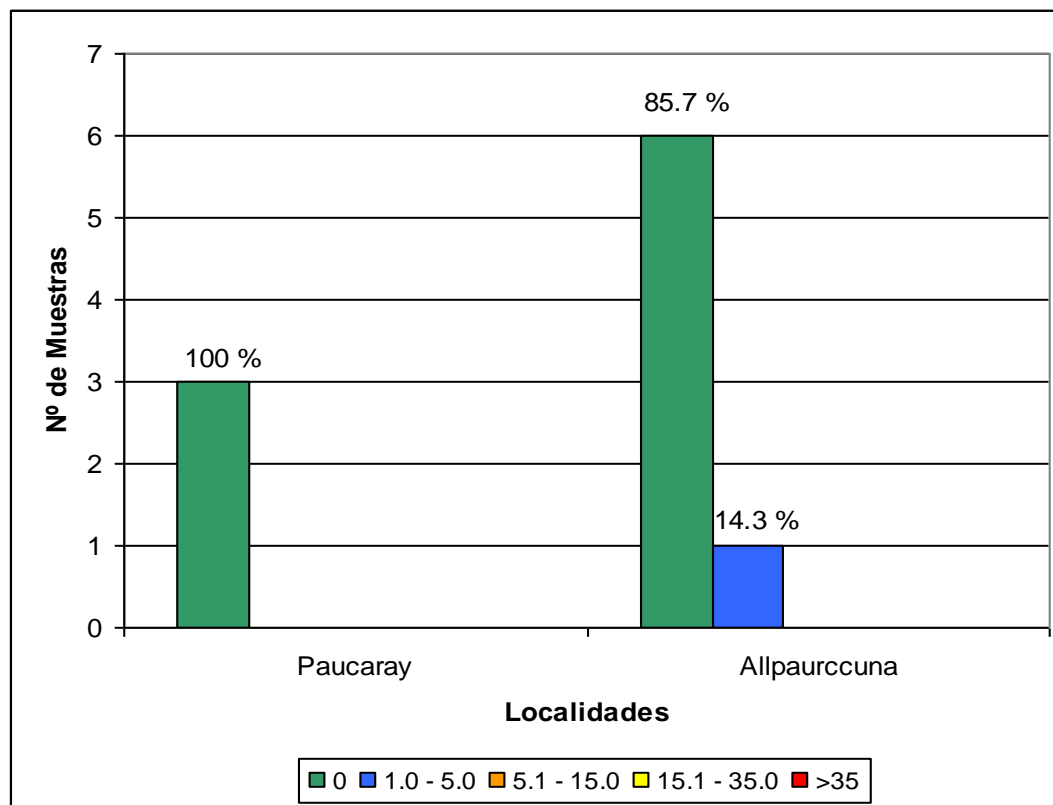


Figura 3.13. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en dos localidades del distrito de Paucaray. Sucre. 2003 – 2004.

En la Localidad de Allpaurccuna, de las siete muestras evaluadas, un solo campo de cultivo (14.3 %) reporta un nivel de infestación incipiente con un contenido de 1.4 huevos/cc. suelo, las otras seis muestras no presentan ningún nivel de infestación. En la mayoría de los campos de cultivo se siembra variedades nativas, a pesar que no se realiza rotación de cultivos, el descanso prolongado de los campos de cultivo permite que la mayor parte de los campos de cultivo estén libres del nematodo quiste de la papa, y que concuerda con Palomino (2001) realizados en Andahuaylas, que reporta campos libres del nematodo quiste de la papa en aquellos suelos donde se practica el descanso de campos de cultivo por varios años.

La figura 3.14 muestra la distribución porcentual del nivel de infestación con el nematodo quiste de la papa, en el distrito de Santiago de Paucaray, el 90 % de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo, el 10 % de muestras se

encuentran con un nivel incipiente, no hay muestras con nivel medio, alto y muy alto.

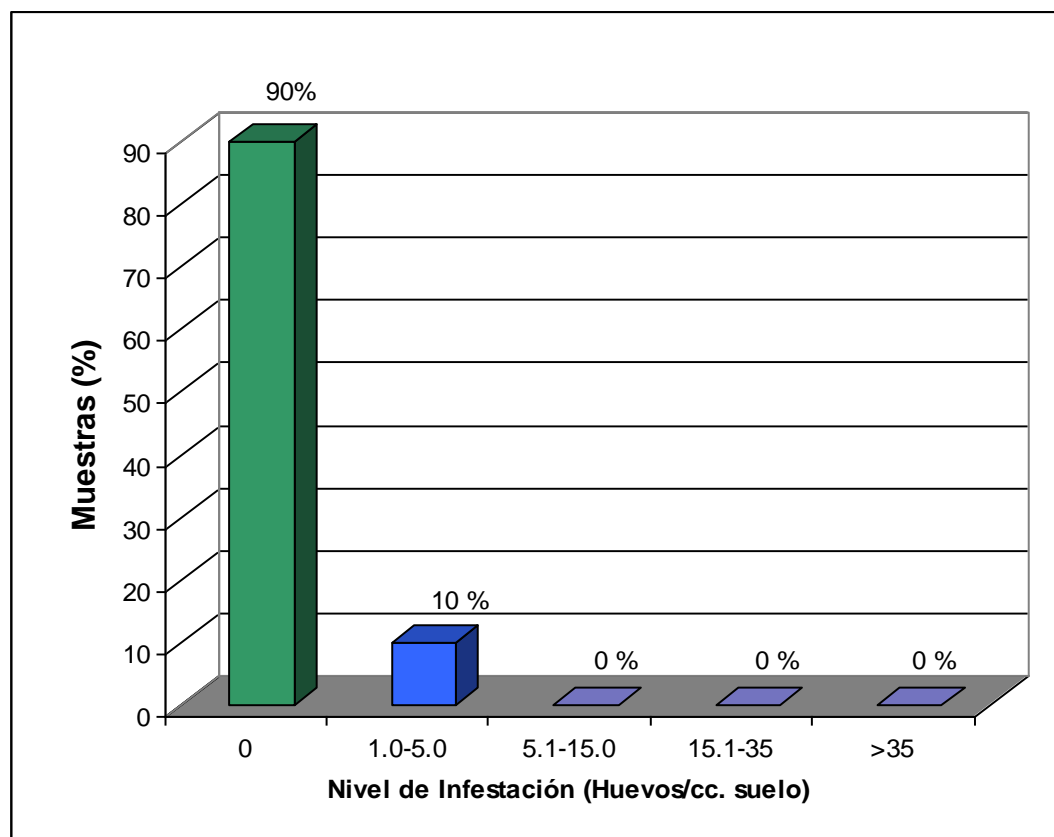


Figura 3.14. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en el distrito de Santiago de Paucaray. Sucre. 2003 – 2004.

3.1.15. Incidencia de *Globodera spp.* nematodo quiste de la papa en el distrito de Soras.

En la tabla 3.15 se muestran los resultados de la incidencia del nematodo quiste de la papa en el distrito de Soras. Se evaluaron 10 muestras provenientes de una sola localidad (Huaraccochayocc). El 50 % de los campos de cultivo reporta la presencia del nematodo, mientras que la otra mitad de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo. Su proximidad a la Provincia de Andahuaylas, probablemente haya influido en la introducción de semillas contaminadas a esta zona, Tal como manifiesta Canto-Saenz (1996), que uno de los factores principales que influyen en la presencia del nematodo quiste de la papa es el lugar de origen de la semilla.

Tabla 3.15. Incidencia del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en una localidad del distrito de Soras. Sucre 2003–2004.

N°	Localidad	Altitud (msnm)	Numero de Muestras	Campos		% de Incidencia
				No infestados	Infestados	
1	Huaraccochayocc	3690 – 3703	10	5	5	50
TOTAL			10	5	5	50

3.1.16. Severidad de *Globodera spp.* nematodo quiste de la papa en el distrito de Soras.

En la tabla 3.16 y figura 3.15 se muestra los resultados de la severidad del nematodo quiste de la papa en el distrito de Soras.

Tabla 3.16. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en una localidad del distrito de Soras. Sucre. 2003 – 2004.

N°	Localidad	Total de Muestras	Grado de infestación (N° de huevos/cc. Suelo)					Rangos de Infestación
			Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy Alta	
			0	(1.0 - 5.0)	(5.1 - 15.0)	(15.1 - 35.0)	(>35.1)	
1	Huaraccochayocc	10	5	5	0	0	0	1.2 - 2.6
TOTAL		10	5	5	0	0	0	1.2 - 2.6
Porcentaje (%)		100	50	50	0	0	0	

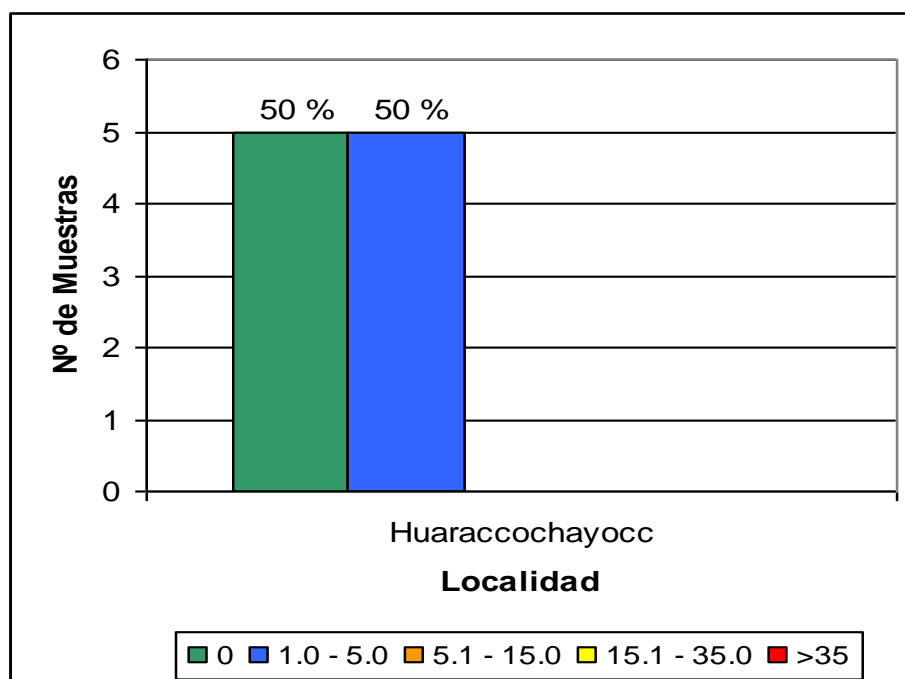


Figura 3.15. Severidad del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en una localidad de Soras. Sucre. 2003 – 2004.

La totalidad de las muestras provienen de una sola localidad Huaraccochayocc. El 50 % de los campos evaluados presenta niveles de infestación incipiente en un rango de 1.2 – 2.6 huevos/cc. suelo. Mientras que la otra mitad de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo quiste de la papa.

Según información proporcionada por los propios agricultores, hace dos años han introducido variedades comerciales y han empezado a producir la papa a escala comercial.; prueba de ello es la conformación de una Cooperativa de productores que están utilizando tecnologías en el proceso productivo, que agrupa a más de 20 agricultores; y es de esperar que los niveles de infestación aumenten con el transcurso de los años, si se realiza el monocultivo. Se concuerda con Franco (1993) cuando menciona que la densidad poblacional del nematodo quiste de la papa es mínima en los primeros años de introducción en un campo de cultivo y que estos aumentan a medida que pasan los años si se sigue realizando el monocultivo.

La figura 3.16 muestra la distribución porcentual del nivel de infestación con el nematodo quiste de la papa, en el distrito de Soras, el 50 % de los campos de cultivo

se encuentran libres del nematodo, el otro 50 % de muestras se encuentran con un nivel incipiente, no hay muestras con nivel medio, alto y muy alto.

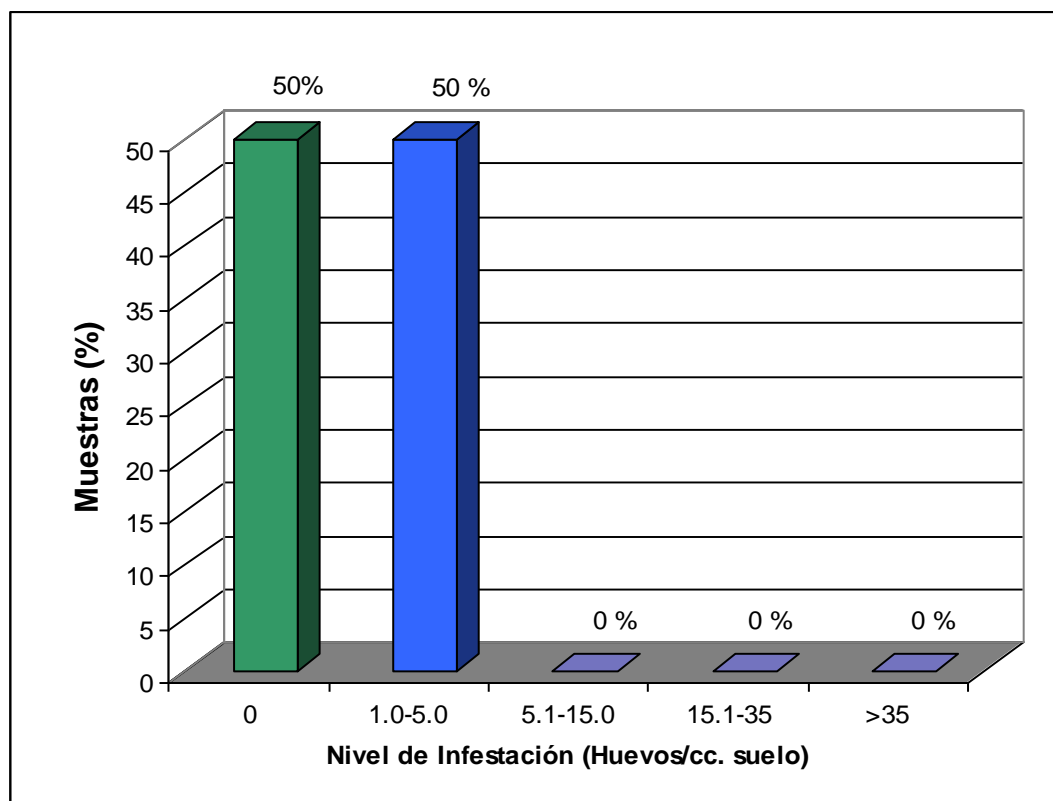


Figura 3.16. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en el distrito de Soras. Sucre. 2003 – 2004.

3.2. INCIDENCIA Y SEVERIDAD GLOBAL DEL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA EN LA PROVINCIA DE SUCRE.

La tabla 3.17 muestra los resultados de la incidencia del nematodo quiste de la papa en la provincia de Sucre. Se muestrearon 90 campos de cultivo, en ocho distritos importantes productoras de papa nativa y mejorada (Querobamba, Chalcos, Morcolla, Paico, San Pedro de Larcay, San Salvador de Quije, Santiago de Paucaray y Soras). El 62 % de los campos evaluados se encuentran libres del nematodo, mientras que un 28 % de los campos de cultivo se encuentran infestados con el nematodo.

Tabla 3.17. Incidencia global del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en 8 distritos de la Provincia de Sucre. 2003–2004.

N°	Distrito	Altitud (msnm)	Numero de Muestras	Campos		% de Incidencia
				No infestados	Infestados	
1	Querobamba	3595 – 3650	20	15	5	25
2	Chalcos	3650 – 3746	10	6	4	40
3	Morcolla	3465 – 3752	10	7	3	30
4	Paico	3390 – 3669	10	8	2	20
5	San Pedro de Larcay	3450 – 3506	10	5	5	50
6	San Salvador de Quije	3306 – 3568	10	7	3	30
7	Santiago de Paucaray	3335 – 3572	10	9	1	10
8	Soras	3690 – 3703	10	5	5	50
TOTAL			90	62	28	10

Tabla 3.18. Severidad global del nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en ocho distritos de la provincia de Sucre. 2003 - 2004.

N°	Distritos	Total de Muestras	Grado de infestación (N° de huevos/cc. Suelo)					Rangos de Infestación
			Libre	Incipiente	Media	Alta	Muy Alta	
			0	(1.0 - 5.0)	(5.1 - 15.0)	(15.1 - 35.0)	(>35.1)	
1	Querobamba	20	15	3	2	0	0	1.0 - 6.8
2	Chalcos	10	6	2	1	1	0	2.2 - 25.1
3	Morcolla	10	7	2	0	1	0	1.5 - 32.2
4	Paico	10	8	2	0	0	0	1.7 - 2.9
5	San Pedro de Larcay	10	5	3	1	1	0	1.7 - 30.3
6	San Salvador de Quije	10	7	0	2	1	0	5.4 - 32.4
7	Santiago de Paucaray	10	9	1	0	0	0	0.0 - 1.4
8	Soras	10	5	5	0	0	0	1.2 - 2.6
TOTAL		90	62	18	6	4	0	0.0 - 32.4
Porcentaje (%)		100	68.9	20	6.7	4.4	0	

La tabla 3.18 muestra los resultados de la severidad del nematodo quiste de la papa en la provincia de sucre. El cuadro indica que en las 90 muestras evaluadas existe una variación en los niveles de infestación, desde campos libres con *Globodera spp.*, hasta campos infestados con niveles incipiente, media y alta. En ninguno de los distritos evaluados se ha encontrado campos con niveles de infestación muy alta. En la mayoría de los distritos el nivel de infestación predominante es la incipiente, existiendo pocas muestras con niveles media y alta.

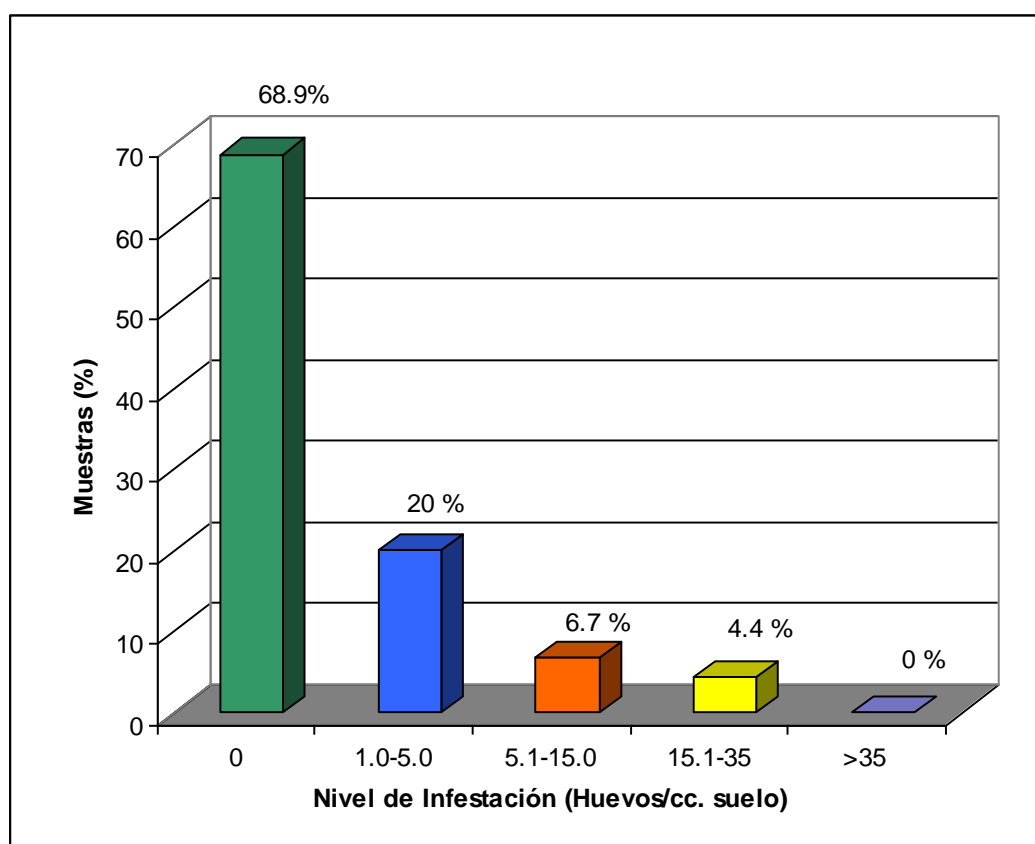


Figura 3.17. Distribución Porcentual de los Rangos de Infestación con nematodo quiste de la papa, *Globodera spp.* en la Provincia de Sucre. 2003 – 2004.

La figura 3.17 muestra la distribución porcentual del nivel de infestación con el nematodo quiste de la papa, en la provincia de Sucre, el 68.9 % de los campos de cultivo se encuentran libres del nematodo, el 20 % de muestras se encuentran con un nivel incipiente, 6.7 % se encuentran con un nivel media y el 4.4 % de las muestras presentan un nivel alto, no hay muestras con niveles muy altos. La rotación de cultivos, la siembra de variedades nativas y el descanso de los campos de cultivo permiten que exista una baja incidencia y nivel de infestación del nematodo quiste de la papa, corroborado con los resultados de Palomino (2001) realizado en las principales zonas paperas de la provincia de Andahuaylas; así mismo por los resultados de Romero (1998) realizado en cinco zonas paperas de la región Arequipa indicando la mayor nivel de infestación en suelos donde se realiza el monocultivo.

3.3. MAPA DE DISTRIBUCION DEL NIVEL DE INFESTACION DEL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA EN LA PROVINCIA DE SUCRE.

En la figura 3.18 se muestra la distribución del nivel de infestación de *Globodera spp.* en la provincia de Sucre. Se muestran dos distritos (Paico y Santiago de Paucaray) libres del nematodo quiste de la papa, cinco distritos (Querobamba, Chalcos, Morcolla, San Pedro de Larcay y Soras) con un nivel de infestación incipiente, un distrito (San Salvador de Quije) con un nivel de infestación media.

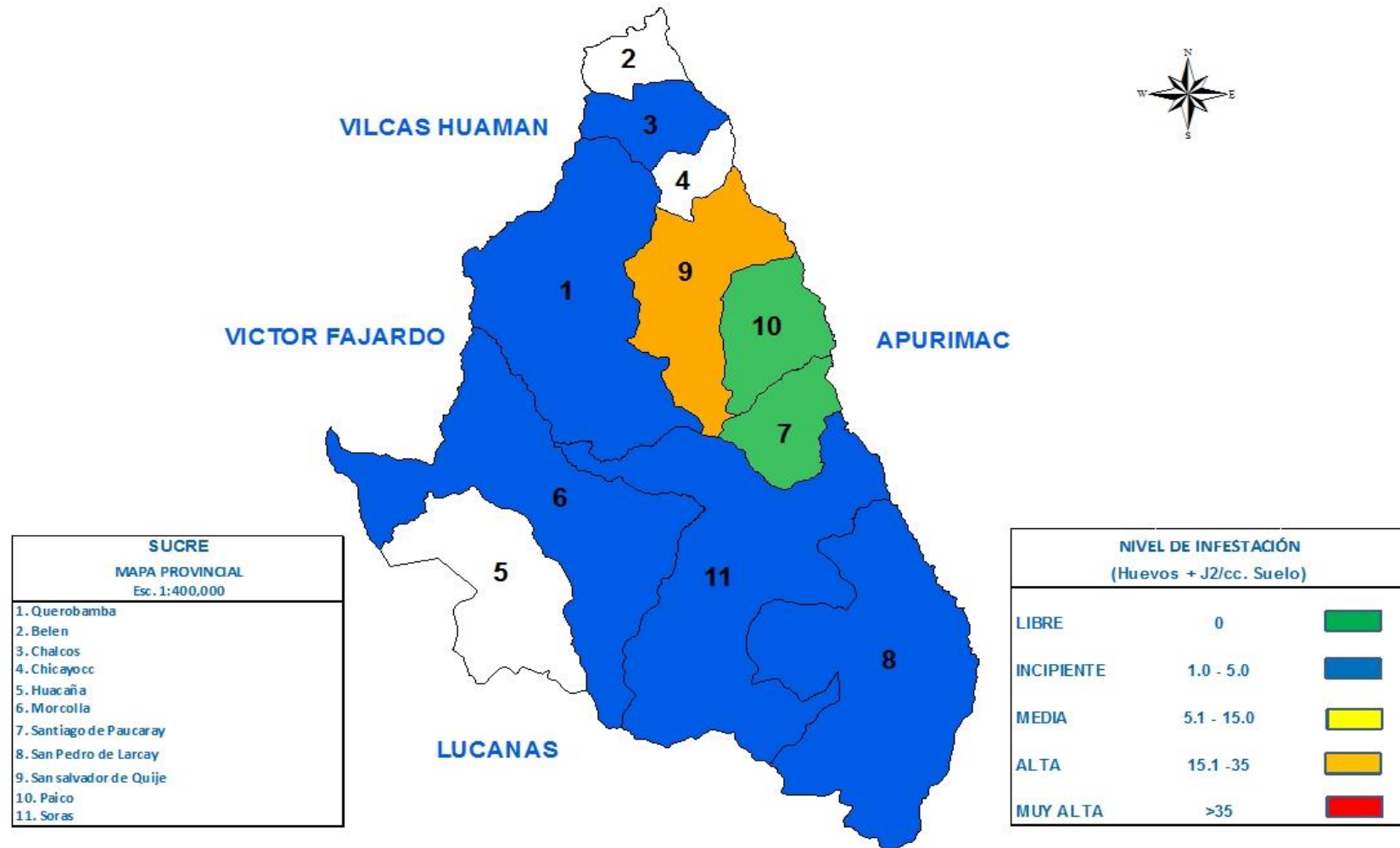


Figura 3.18. Mapa de distribución del nivel de infestación del nematodo quiste de la papa en la provincia de Sucre

3.4. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE *Globodera spp.*

La tabla 3.19 nos muestra los resultados de la determinación de especies de *Globodera spp.* Mediante la morfometría del patrón perineal de quistes (Número de estrías entre el ano y la fenestra; y la distancia entre el ano y la fenestra) se determinó en los ocho distritos evaluados la presencia de una sola especie: *Globodera pallida*.

El número de pliegues entre el ano y la fenestra presenta un rango de 9 – 12 pliegues, el cual nos indica que se encuentra dentro de los parámetros establecidos para esta especie por Niño De G. L. (1994) y Schluter K. (1976).

La distancia entre el ano y la fenestra presenta un rango entre 23 y 44 μm , el cual nos indica también que las muestras evaluadas se encuentran dentro de los parámetros establecidos para esta especie por Niño De G. L. (1994) y Schluter K. (1976).

Así mismo los resultados obtenidos concuerdan con los trabajos realizados por Quiroz (1997) en zonas paperas de la región Arequipa, y por Romero (1998) realizados en cinco zonas paperas de la región Arequipa, quienes reportan la predominancia de *Globodera pallida*. y la presencia de *Globodera Rostochiensis* en porcentajes mínimas.

La presencia de *Globodera pallida* probablemente se deba a la introducción de semillas de los departamentos de Junín y Apurímac, ya que estudios realizados por Christiansen (1967) reportan en dichas zonas altos niveles de infestación con esta especie, así mismo se deba a una selección natural ya que al realizarse estudios de resistencia al nematodo quiste de la papa, se observó que la resistencia encontrada a partir de *S. andigenum* y especies silvestres de papa, es más efectiva para *Globodera rostochiensis*, y por lo tanto *Globodera pallida* se haya establecido con facilidad. También Lazaro (1990) menciona que *Globodera pallida* se encuentra distribuido ampliamente en las zonas altas. También el ciclo de vida puede ser un factor importante en su predominio, ya que es más largo y produce mayor cantidad de huevos antes de entrar en quiescencia.

Tabla 3.19. Determinación de especies de *Globodera spp.*

N° de muestras	Numero de estrías (ano-fenestra)	Distancia ano-fenestra (μm)
1	9	44
2	10	32
3	11	43
4	10	29
5	9	25
6	11	23
7	10	25
8	10	26
9	12	34
10	9	28

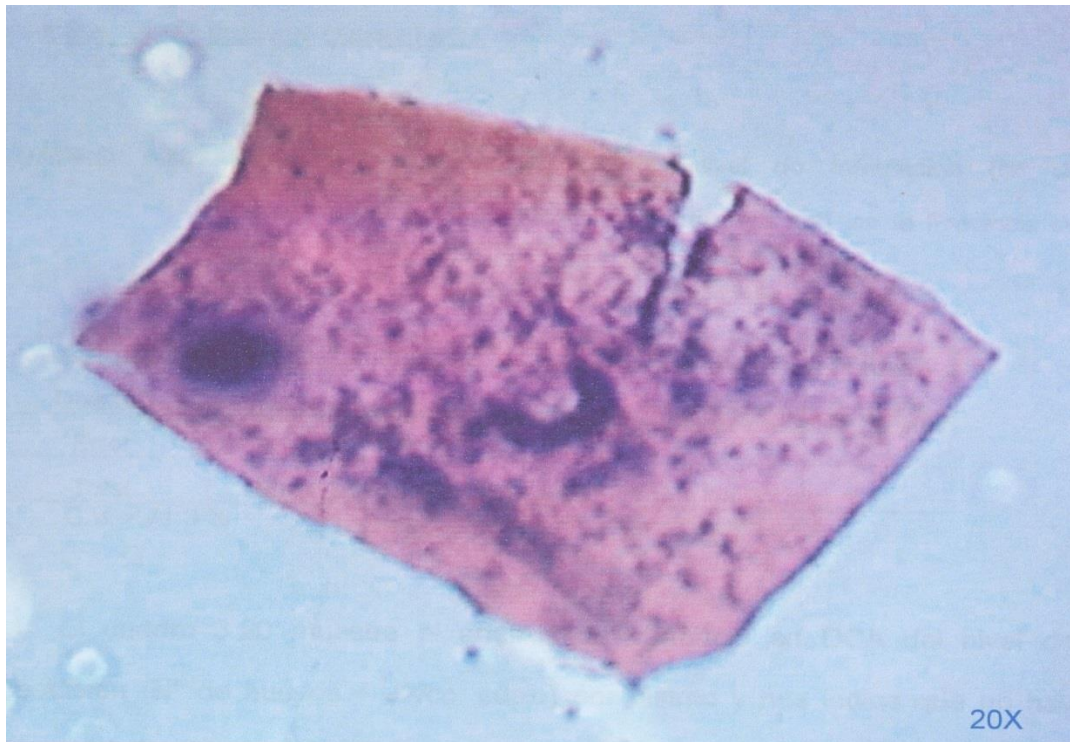


Figura 3.19. Corte perineal de un quiste de *Globodera pallida*

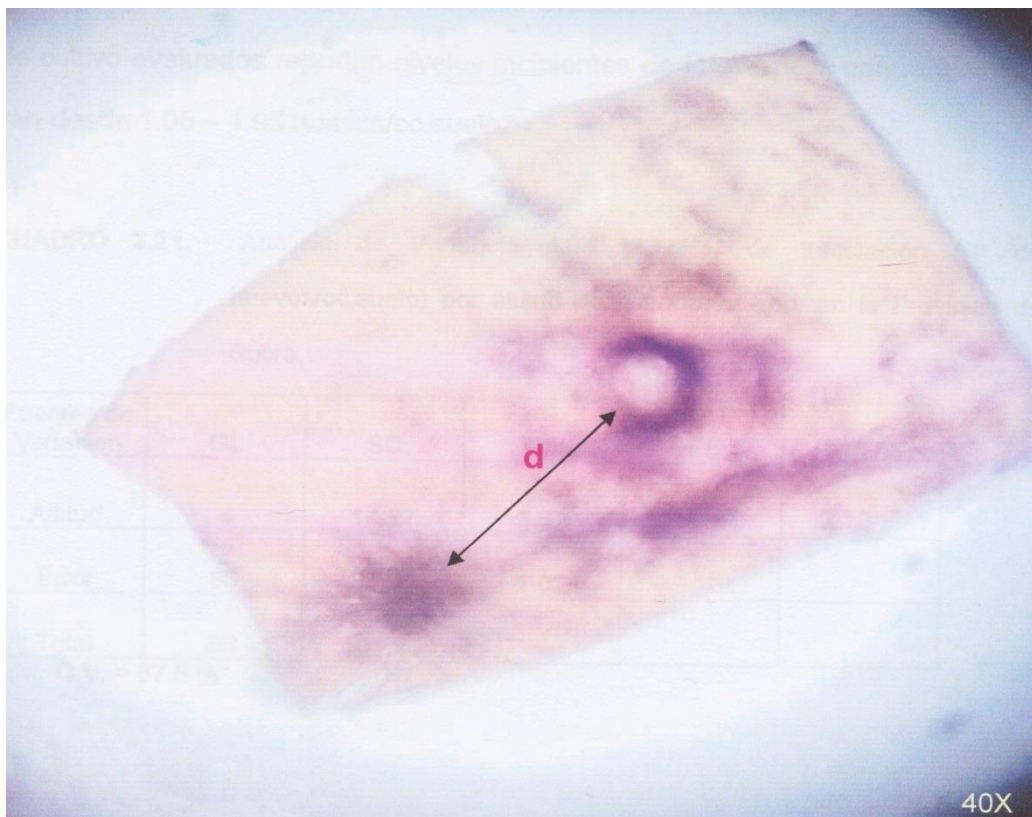


Figura 3.20. Distancia ano – fenestra de *Globodera pallida*

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. ANÁLISIS DE VARIANCIA

Tabla 3.20. Análisis de Variancia para el nivel de Infestación (N° de huevos/cc.suelo) por distrito de *Globodera spp.* en la Provincia de Sucre.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Distritos	7	10.33	1.48	1.33	2.13 NS
Error	82	91.12	1.11		
Total	89	101.45			

C.V. = 71.3 %

La tabla 3.20 muestra el análisis de variancia en DCA del nivel de infestación (N° de huevos + J2/cc. suelo) por distrito y nos indica que no hay diferencia significativa entre los distritos evaluados. La mayoría de los campos de cultivo evaluados reportan niveles incipientes de infestación, con rangos que van desde 1.05 – 1.95 huevos/cc.suelo.

Tabla 3.21. Análisis de Variancia para el nivel de Infestación (N° de huevos/cc.suelo) por altitud de *Globodera spp.* en la Provincia de Sucre.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (0.05)
Altitud	4	14.27	3.57	3.5	2.13 *
Error	85	86.96	1.02		
Total	89	101.23			

C.V. = 67.8 %

La tabla 3.21 muestra el análisis de variancia en DCA del nivel de infestación (N° de huevos + J2/cc. suelo) por altitud y nos indica que hay diferencia significativa entre las altitudes evaluados. Se observó una diferencia significativa del tratamiento T2 (3401 – 3500) frente a los demás tratamientos evaluados. El nivel de infestaciones correspondientes a los tratamientos T5 (3701 – 3800), T3 (3501 – 3600), T4 (3601 – 3700) y T1 (3300 – 3400) no presentó diferencias significativas entre ellas.

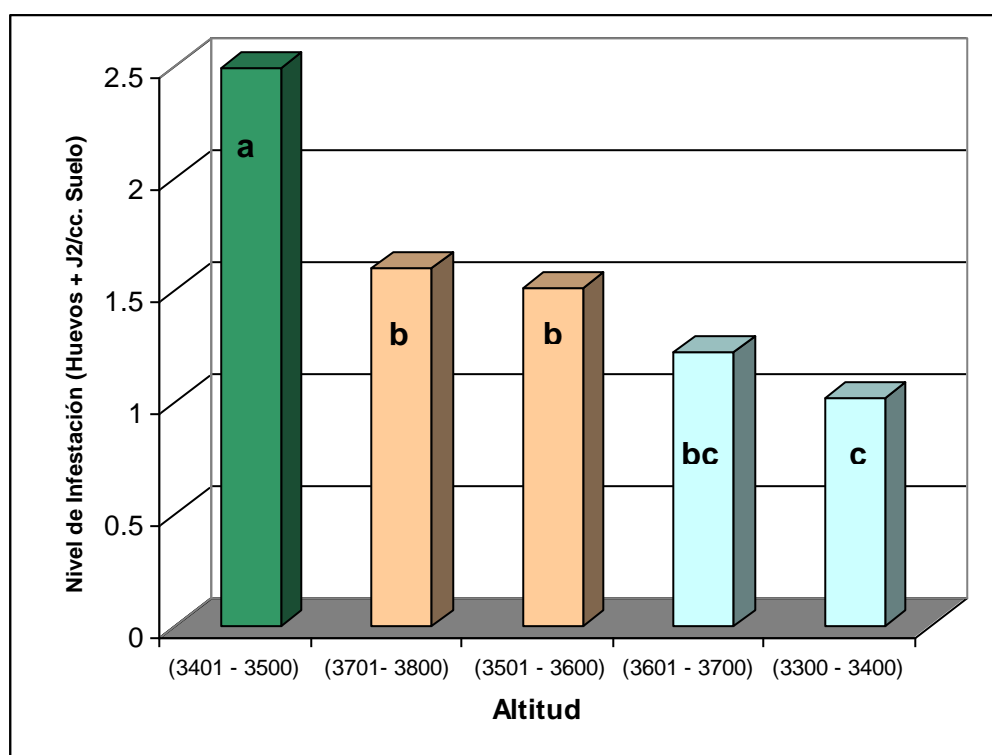


Figura 3.21. Prueba de Duncan ($p: 0.05$) para el nivel de infestación (N° de huevos + J2/cc. suelo) por altitud de *Globodera spp.* Sucre. 2003 – 2004.

Al efectuar la prueba de Duncan (figura 3.21) se observa que hay una significación estadística entre los tratamientos. El tratamiento T₂ (3401 – 3500) tiene un mayor nivel de infestación alcanzando un promedio de 2.49 huevos + J2/cc. suelo, mientras que el resto de los tratamientos presentan un rango de 1.6 – 1.02 huevos + J2/cc. suelo, sin que exista una diferencia estadística entre ellos. Estos resultados coinciden con los reportes de Palomino Rincón (2001) que indica la alta incidencia de *Globodera spp.* entre los 3400 – 3600 m.s.n.m, por el cultivo continuo de la papa. En donde predominan pequeños campos de cultivo (0.5 – 1 Ha), siembra de

variedades susceptibles al nematodo quiste de la papa y con semillas provenientes de zonas contaminadas.

3.5.2. EFECTO DE LA ALTITUD EN LA PRESENCIA DEL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA.

La altitud, es un factor determinante para la presencia del nematodo quiste de la papa. En el Perú se ha encontrado infestaciones con *Globodera spp.* hasta los 4500 m.s.n.m. Estudios realizados por Delgado De La Flor (1988) en el departamento de Cusco y Mendoza (1999) en la región Junín, indican que la mayor población de nematodos se encuentra entre los 3000 – 3800 m.s.n.m.

Los resultados del análisis de regresión, en función a diferentes pisos altitudinales del siguiente trabajo de investigación se muestra en la figura 3.22 en la que se observa que la distribución y el nivel de infestación de *Globodera spp.* disminuye a medida que aumenta la altitud. La mayoría de las muestras que reportan la presencia del nematodo quiste de la papa, se encuentra entre los 3400 – 3600 m.s.n.m. en la que predomina la mayor parte de los campos de cultivo. Sin embargo cabe mencionar que se ha encontrado algunas muestras con *Globodera spp.* por encima de los 3700 m.s.n.m., ello se debe a que se está realizando el monocultivo, utilizando variedades comerciales provenientes de zonas infestadas como Andahuaylas, como es el caso de la localidad de Huaraccochayoc (Sorás) y Corralpata (Chalcos). La baja población y el nivel de infestación incipiente de *Globodera spp.* en la mayoría de los campos de cultivo de la provincia de Sucre se debe principalmente al descanso prolongado de los campos de cultivo (3 – 4 años), la siembra de variedades nativas y la rotación de cultivos.

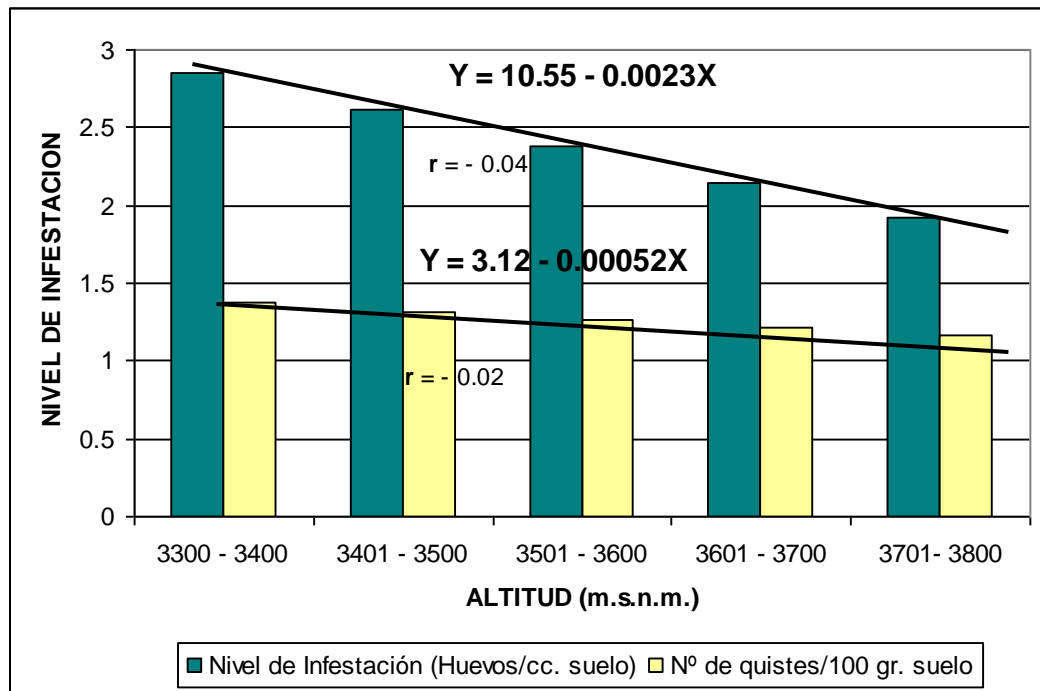


Figura 3.22. Análisis de regresión del nivel de infestación en diferentes altitudes. Sucre. 2003 – 2004.

CONCLUSIONES

1. Los datos obtenidos confirman que el nematodo quiste de la papa (*Globodera spp.*) se encuentra distribuido en porcentajes mínimos en las diferentes localidades de los distritos de la provincia de Sucre.
2. El nivel de infestación encontrada en los campos de cultivo de la provincia de Sucre fluctúan en un rango de 0.0 – 32.4 Huevos + J2/cc. suelo.
3. Se encontraron campos libres de *Globodera spp.* en las localidades de Chalcos, Tintay, Sillacha, Huashualla, Quije y Paucaray, que representan el 68.9 % del total de las muestras evaluadas.
4. Las localidades que reportan el nivel de infestación incipiente con *Globodera spp.* presentan un rango de 1.0 – 3.4 huevos/cc. suelo, y representan el 20 % de las muestras evaluadas.
5. Las localidades con niveles de infestación media representan el 6.7 % del total de las muestras evaluadas con un rango de 5.4 – 14.0 huevos/cc. suelo.
6. Se encontraron niveles de infestación alta en las localidades de Corralpata, Morcolla, Larcay y Huayhuani, que representan el 4.4 % del total de las muestras. En ninguno de los campos evaluados se ha encontrado niveles de infestación muy alta.
7. De acuerdo a los resultados obtenidos se confirma la presencia de la especie *Globodera pallida* en los campos de cultivo de la provincia de Sucre.

RECOMENDACIONES

1. Para investigaciones posteriores realizar una mayor prospección de los campos de cultivo, así mismo tomar en cuenta la localidad de Autama (distrito de Santiago de Paucaray), para que la información obtenida sea completa y así se evite sobre estimaciones del nivel de infestación de los suelos.
2. Realizar investigaciones de distribución y nivel de infestación en las provincias de Lucanas y Parinacochas para completar el mapeo de *Globodera spp.* en el departamento de Ayacucho.
3. Determinar razas de *Globodera pallida* en los campos de cultivo de papa en el departamento de Ayacucho.
4. Se recomienda a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga realizar diversos trabajos de investigación en las provincias del sur del departamento de Ayacucho, puesto que estas provincias presentan grandes posibilidades de desarrollo en cuanto a la ganadería y la agricultura.
5. Que el Centro Internacional de la Papa (CIP) siga apoyando este tipo de trabajos de investigación, proporcionando los materiales y el financiamiento correspondiente para una mejor prospección de los campos de cultivo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. CALZADA BENZA, J. Métodos Estadísticos. Editorial Jurídica S.A. Lima – Perú. 1970.
2. CANTO-SAENZ, M.A., GONZALES, M. y QUEVEDO, M. 1996. Control Integrado del Nematodo Quiste de la Papa. CIP. Lima - Perú
3. CHRISTIANSEN, J. 1967. Cultivo de la Papa. Editorial Jurídica S.A. Lima – Perú.
4. CHRISTIE, J. 1970. Nematodos de los Vegetales, su Ecología y Control. CRAI-AID. México DF. – México.
5. FRANCO, J. 1981. Nematodos del Quiste de la Papa *Globodera spp.* Boletín de Información Técnica 9. Centro Internacional de la Papa. Lima – Perú.
6. FRANCO, J. 1997. Densidad Dañina Mínima de *Globodera spp.* CIP-PROINPA. Lima – Perú.
7. GONZALES, A. y FRANCO, J. 1993. Técnicas y Métodos para el Nematodo Quiste de la Papa *Globodera spp.* Centro Internacional de la Papa - PROINPA. Lima – Perú.
8. GONZALES, A. y FRANCO, J. 1993. Manejo Integrado del Nematodo Quiste de la Papa. CIP- PROINPA. Lima – Perú.
9. GONZALES, A. y FRANCO, J. 1996. Los Nematodos en la Producción de Semilla de Papa. IN: Técnica de Producción de Semilla y Manejo Empresarial, Curso CIP-INIA. Cusco – Perú.
10. GRECO, N., et al. 1993. Damage to Italian crops caused by cyst-forming nematodes. Roma - Italia.
11. GRECO, N., et al. 1982. The effect of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* on potato yield. Roma – Italia.
12. JENSEN, A.J., ARMSTRONG, J. and JATALA, P. 1979. Annotated Bibliography of Nematode pest of Potato. International Potato Center (CIP), Lima, Perú.
13. KORT, J., ROSS, H., RUMPENHORST, H.J. and STONE, A.R. 1977. An international scheme for identifying and classifying pathotypes of potato cyst-nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*.

14. NICOLAS RUIZ, H.C. 2005. Distribución y Niveles de Infestación de *Globodera* spp. “Nematodo Quiste de la Papa” en Campos de Producción de *Solanum tuberosum* “Papa” Nativa y Mejorada en la Provincia de La Mar. Tesis Biólogo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
15. NIÑO DE G., L. y FLORES, M. 1994. Presencia del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) en el cultivo de la papa en el estado Lara. Memorias del VI Congreso Venezolano de Hortalizas, Maracay, Venezuela.
16. PALOMINO RINCON, J. 2001. Distribución y Nivel de Infestación del Nematodo Quiste de la Papa (*Globodera* spp.) en la Provincia de Andahuaylas – Apurímac. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
17. QUIROZ DELGADO, P.E. 1997. Identificación, Distribución Geográfica de Especies del Nematodo Quiste “*Globodera* spp.” en zonas paperas de la región Arequipa, año 1997. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Santa María. Arequipa – Perú.
18. ROMERO RIVERA, D.V. 1998. Grado de Infestación y Viabilidad del Nematodo Quiste *Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis* en cinco zonas paperas de la Región Arequipa. 1998. Tesis Bióloga. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa – Perú.
19. ROUSELLI, P. y ROBERT J.C. CROSNIER. 1999. La Patata. Producción, Manejo, Plagas y Enfermedades, Utilización. Ediciones Mundi Prensa. Primera edición. Madrid – España.
20. SCHLUTER, K. 1976. The potato cyst eelworm *Heterodera rostochiensis* Woll. in Morocco: Its distribution and economic importance. Journal of Plant Disease and Plant Protection.
21. STONE, A. R. 1973. *Heterodera rostochiensis*. C.I.H. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes. London – UK.
22. STONE, A.R. 1973. *Heterodera pallida*. C.I.H. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes. London – UK.

23. www.agrarias.uach.cl/webpapa/
24. www.redpapa.org/aguiar.pdf
25. www.portalagrario.gob.pe/papa.html
26. www.cipotato.org/
27. www.ingoagro.com
28. <http://plpnewweb.ucdavis.edu/>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Fotografía 1. Recolección de datos de campo.



Fotografía 2. Toma de muestras de suelos.



Fotografía 3. Etiquetado de muestras de suelos.



Fotografía 4. Etiquetado de muestras de suelos.



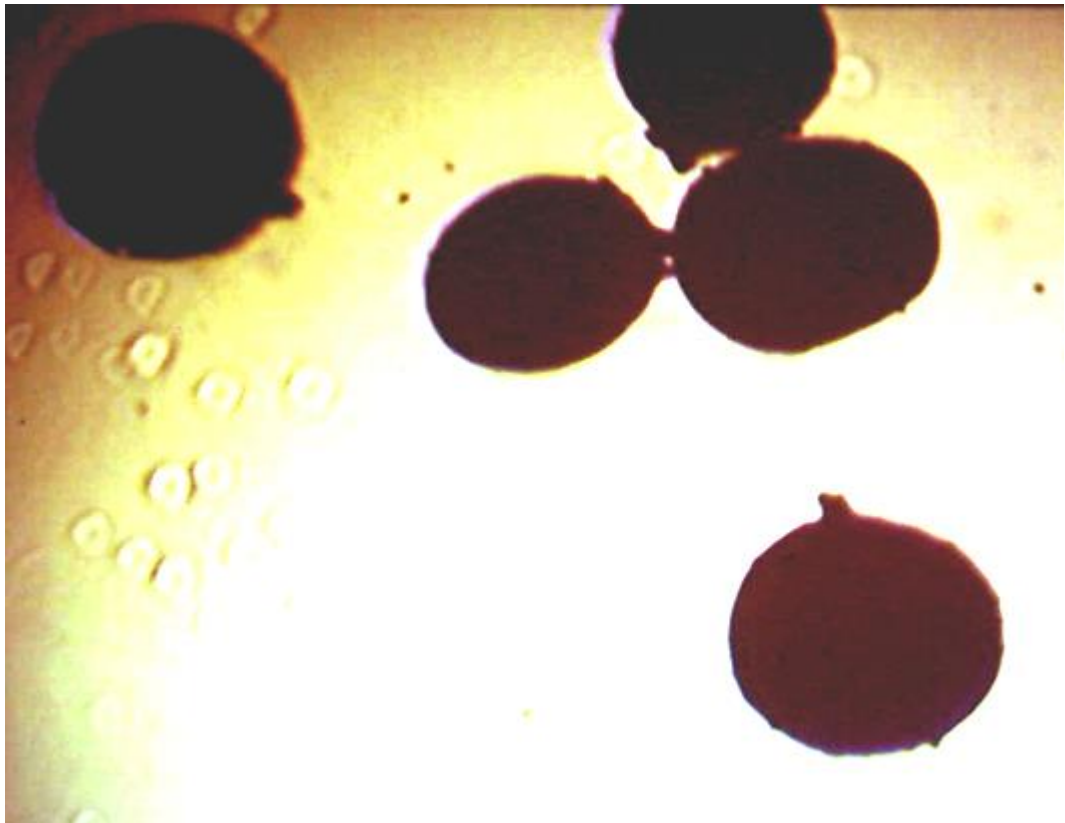
Fotografía 5. Preparación de reactivos.



Fotografía 6. Separación de quistes con acetona.



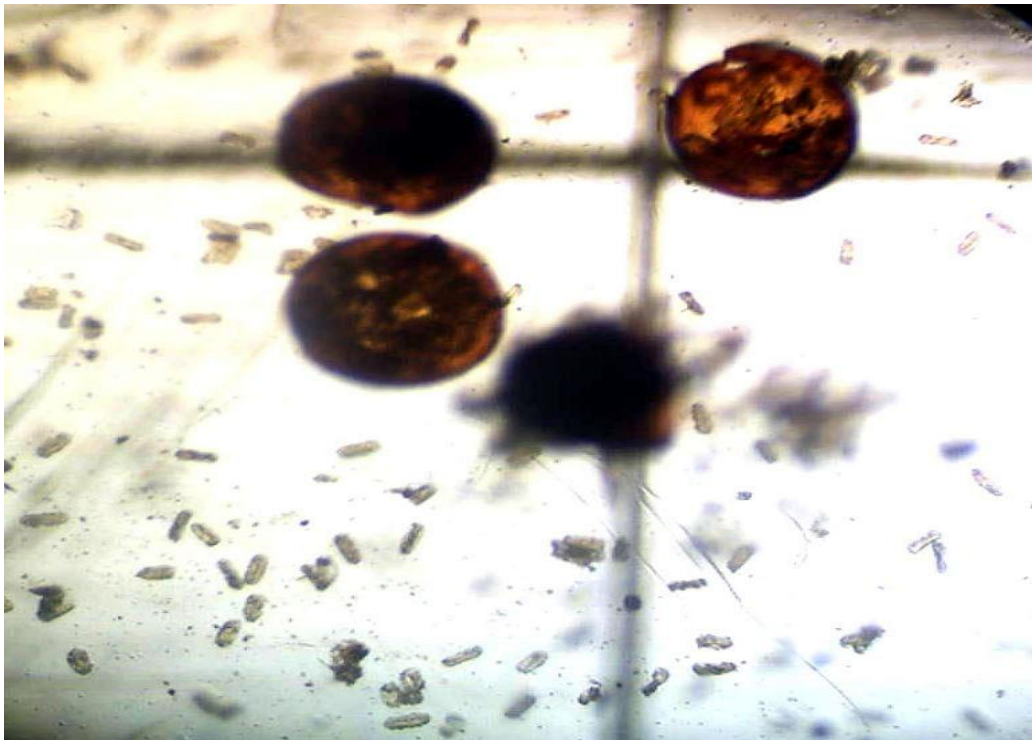
Fotografía 7. Contaje de quistes con esterescopio.



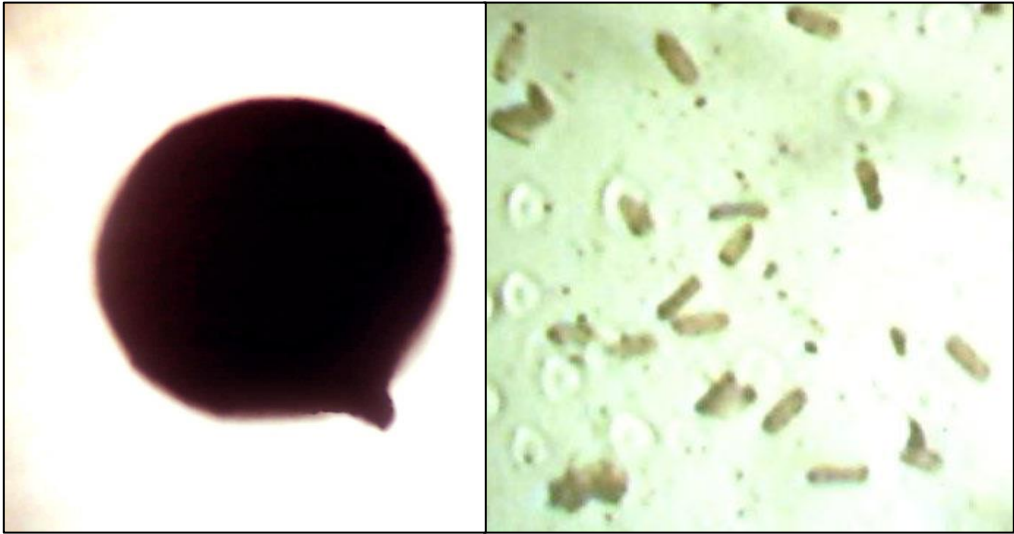
Fotografía 8. Quistes bajo el esterescopio.



Fotografía 9. Contaje de Huevos + J2/Quiste con el microscopio



Fotografía 10. Huevos + J2 bajo el microscopio



Fotografía 11. Quiste, huevo + J2 bajo el microscopio



Fotografía 12. Corte perineal *Globodera* spp.

Anexo 2. Procedencia de suelos colectados de la Provincia de Sucre.

Clave	Distrito	Comunidad	Area (Ha)	Cultivo anterior	Altitud (msnm)	Latitud (S)	Longitud (W)
1. Querobamba							
1 Quer	1.1	Ccolccabamba	1.2	Papa	3595	14° 00' 11.9"	73° 49' 48.8"
2 Quer	1.2	Ccolccabamba	1.1	Quinoa	3625	14° 00' 11"	73° 49' 37.1"
3 Quer	1.3	Ccolccabamba	1	Papa	3641	14° 00' 11.7"	73° 49' 32.8"
4 Quer	1.4	Ccolccabamba	1.3	Cebada	3650	14° 00' 11.7"	73° 49' 31.6"
5 Quer	1.5	Ccolccabamba	0.9	Cebada	3631	14° 00' 14.1"	73° 49' 34.9"
6 Quer	1.6	Ccolccabamba	1	Papa	3619	14° 00' 19.9"	73° 49' 39.1"
7 Quer	1.7	Ccolccabamba	1	Cebada	3617	14° 00' 20.8"	73° 49' 41.8"
8 Quer	1.8	Ccolccabamba	0.7	Cebada	3615	14° 00' 22.9"	73° 49' 44.5"
9 Quer	1.9	Ccolccabamba	1	Olluco	3608	14° 00' 24.3"	73° 49' 43.3"
10 Quer	1.10	Ccolccabamba	0.8	Papa	3609	14° 00' 25.5"	73° 49' 42.4"
11 Quer	1.11	Trancapampa	1	Papa	3636	14° 02' 22.4"	73° 50' 17.4"
12 Quer	1.12	Trancapampa	0.6	Papa	3631	14° 02' 20.4"	73° 50' 20.5"
13 Quer	1.13	Trancapampa	0.8	Papa	3622	14° 02' 17.3"	73° 50' 20.6"
14 Quer	1.14	Trancapampa	1.2	Papa	3619	14° 02' 16.3"	73° 50' 21.7"
15 Quer	1.15	Trancapampa	0.9	Papa	3617	14° 02' 15.4"	73° 50' 22.2"
16 Quer	1.16	Trancapampa	1	Quinoa	3616	14° 02' 14.7"	73° 50' 21.2"
17 Quer	1.17	Trancapampa	0.8	Papa	3603	14° 02' 03.7"	73° 50' 23.4"
18 Quer	1.18	Cabracancha	1	Papa	3606	14° 02' 02.6"	73° 50' 22.9"
19 Quer	1.19	Cabracancha	1	Papa	3610	14° 02' 02.7"	73° 50' 20.8"
20 Quer	1.20	Cabracancha	0.8	Papa	3609	14° 0' 1' 59.1"	73° 50' 20.9"
2. Chalcos							
21 Chal	2.1	Corralpata	0.5	Papa	3742	13° 51' 30.2"	73° 46' 03"
22 Chal	2.2	Corralpata	0.6	Papa	3746	13° 51' 35.6"	73° 46' 05.3"
23 Chal	2.3	Corralpata	0.7	Papa	3745	13° 51' 33"	73° 46' 04"
24 Chal	2.4	Corralpata	0.4	Papa	3743	13° 51' 34.2"	73° 46' 03.8"
25 Chal	2.5	Corralpata	0.5	Papa	3740	13° 51' 27"	73° 46' 01"
26 Chal	2.6	Chalcos	0.6	Papa	3650	13° 50' 45"	73° 45' 20"
27 Chal	2.7	Chalcos	0.8	Papa	3655	13° 50' 50.6"	73° 45' 17.8"
28 Chal	2.8	Chalcos	0.7	Papa	3658	13° 50' 52.3"	73° 45' 18.2"
99 Chal	2.9	Chalcos	0.8	Papa	3652	13° 50' 51.2"	73° 45' 18"
30 Chal	2.10	Chalcos	0.6	Papa	3651	13° 50' 50.9"	73° 45' 17.9"
3. Morcolla							
31 Morc	3.1	Huancane	1.2	Papa	3750	14° 04' 06.9"	73° 50' 39.3"
32 Morc	3.2	Huancane	1	Papa	3749	14° 04' 02.5"	73° 50' 38.5"
33 Morc	3.3	Huancane	1	Papa	3745	14° 04' 11.4"	73° 50' 37.9"
34 Morc	3.4	Huancane	1	Papa	3752	14° 04' 14.6"	73° 50' 38.6"
35 Morc	3.5	Huancane	0.9	Papa	3747	14° 04' 25.3"	73° 50' 36"
36 Morc	3.6	Tintay	0.5	Papa	3747	14° 05' 02"	73° 51' 00.1"
37 Morc	3.7	Tintay	1	Papa	3745	14° 05' 02.6"	73° 51' 04.2"
38 Morc	3.8	Tintay	1	Papa	3745	14° 04' 55.9"	73° 51' 05.1"
39 Morc	3.9	Morcolla	2	Papa	3465	14° 06' 50.3"	73° 52' 45.6"
40 Morc	3.10	Morcolla	1.2	Papa	3468	14° 06' 52.4"	73° 52' 47.2"

4. Paico

41 Pai	4.1	Quirquiña	0.8	Papa	3392	14° 01' 08.4"	73° 38' 22.4"
42 Pai	4.2	Quirquiña	0.5	Papa	3390	14° 01' 20.6"	73° 38' 35.6"
43 Pai	4.3	Quirquiña	0.8	Papa	3391	14° 01' 25.5"	73° 38' 40.5"
44 Pai	4.4	Oncullo	0.6	Papa	3662	14° 01' 35.6"	73° 39' 53.6"
45 Pai	4.5	Oncullo	0.5	Papa	3669	14° 01' 41.8"	73° 39' 57"
46 Pai	4.6	Oncullo	0.6	Papa	3600	14° 02' 03.6"	73° 39' 56.1"
47 Pai	4.7	Sillacha	0.6	Papa	3612	14° 02' 10.7"	73° 39' 41.8"
48 Pai	4.8	Sillacha	0.4	Papa	3589	14° 02' 10.5"	73° 39' 39.9"
49 Pai	4.9	Huashualla	0.8	Papa	3540	14° 02' 17.6"	73° 39' 21.5"
50 Pai	4.10	Huashualla	0.8	Papa	3544	14° 02' 16.5"	73° 39' 15.3"

5. San Pedro de Larcay

51 Ped	5.1	Larcay	0.5	Papa	3450	14° 09' 58.6"	73° 34' 25.5"
52 Ped	5.2	Larcay	0.7	Cebada	3461	14° 10' 02.6"	73° 34' 27.2"
53 Ped	5.3	Larcay	0.2	Papa	3470	14° 10' 05.2"	73° 34' 28.4"
54 Ped	5.4	Larcay	0.6	Cebada	3485	14° 10' 07.6"	73° 34' 43"
55 Ped	5.5	Larcay	0.4	Papa	3490	14° 10' 10.2"	73° 34' 46.3"
56 Ped	5.6	Larcay	0.2	Papa	3492	14° 10' 12.3"	73° 34' 48"
57 Ped	5.7	Larcay	0.6	Papa	3491	14° 10' 11"	73° 34' 47.2"
58 Ped	5.8	Larcay	0.8	Papa	3495	14° 10' 14.6"	73° 34' 48.9"
59 Ped	5.9	Larcay	0.7	Papa	3505	14° 10' 21.4"	73° 34' 50.2"
60 Ped	5.10	Larcay	0.4	Papa	3506	14° 10' 22"	73° 34' 52.3"

6. San Salvador de Quije

61 Quije	6.1	Huay huani	0.6	Papa	3567	13° 59' 02.6"	73° 45' 12"
62 Quije	6.2	Huay huani	0.4	Papa	3550	13° 59' 01"	73° 45' 02.3"
63 Quije	6.3	Huay huani	0.5	Papa	3568	13° 59' 04.5"	73° 45' 13.2"
64 Quije	6.4	Huay huani	0.7	Papa	3560	13° 58' 45"	73° 45' 07"
65 Quije	6.5	Huay huani	0.7	Papa	3545	13° 58' 42.6"	73° 44' 57"
66 Quije	6.6	Quije	0.3	Papa	3320	13° 57' 59"	73° 44' 02"
67 Quije	6.7	Quije	0.8	Cebada	3322	13° 58' 03.2"	73° 43' 58"
68 Quije	6.8	Quije	0.6	Maíz	3319	13° 58' 10"	73° 43' 52"
69 Quije	6.9	Quije	0.7	Cebada	3306	13° 58' 05.6"	73° 43' 55.3"
70 Quije	6.10	Quije	0.6	Papa	3310	13° 58' 12.5"	73° 43' 51.6"

7. Santiago de Paucaray

71 Pauca	7.1	Paucaray	0.6	Maíz	3344	14° 02' 59.8"	73° 38' 36.4"
72 Pauca	7.2	Paucaray	0.6	Maíz	3341	14° 03' 00.9"	73° 38' 35.2"
73 Pauca	7.3	Paucaray	0.8	Maíz	3335	14° 03' 02.2"	73° 38' 34"
74 Pauca	7.4	Allpaurccuna	0.7	Papa	3565	14° 03' 37.3"	73° 38' 53.8"
75 Pauca	7.5	Allpaurccuna	1	Papa	3572	14° 03' 45.7"	73° 38' 48.5"
76 Pauca	7.6	Allpaurccuna	0.5	Papa	3570	14° 03' 58.8"	73° 39' 02.2"
77 Pauca	7.7	Allpaurccuna	0.9	Papa	3567	14° 03' 44.4"	73° 38' 46.7"
78 Pauca	7.8	Allpaurccuna	0.8	Papa	3565	14° 02' 45.5"	73° 38' 25.6"
79 Pauca	7.9	Allpaurccuna	0.7	Papa	3560	14° 03' 43.6"	73° 38' 48.1"
80 Pauca	7.10	Allpaurccuna	0.8	Papa	3563	14° 02' 38.3"	73° 38' 15.5"

8. Soras

81 Soras	8.1	Huaraccochay occ	1	Quinua	3692	14° 07' 47"	73° 37' 01.9"
82 Soras	8.2	Huaraccochay occ	1	Quinua	3690	14° 07' 51.4"	73° 37' 00.6"
83 Soras	8.3	Huaraccochay occ	1.5	Quinua	3703	14° 07' 56.7"	73° 37' 06.5"
84 Soras	8.4	Huaraccochay occ	0.9	Papa	3701	14° 07' 42.5"	73° 37' 08.1"
85 Soras	8.5	Huaraccochay occ	0.8	Papa	3702	14° 08' 08"	73° 37' 21"
86 Soras	8.6	Huaraccochay occ	0.9	Papa	3692	14° 07' 57"	73° 37' 04.4"
87 Soras	8.7	Huaraccochay occ	1	Papa	3696	14° 07' 45.7"	73° 37' 05.8"
88 Soras	8.8	Huaraccochay occ	1	Papa	3693	14° 07' 45"	73° 37' 10.6"
89 Soras	8.9	Huaraccochay occ	1	Quinua	3703	14° 08' 02.4"	73° 37' 15.1"
90 Soras	8.10	Huaraccochay occ	1.2	Papa	3702	14° 08' 09"	73° 37' 21.3"

Anexo 3. Propietarios de los Campos de cultivo muestreados.

Clave	Distrito	Comunidad	Agricultor
1. Querobamba			
1 Quer	1.1	Ccolccabamba	José Méndez Padilla
2 Quer	1.2	Ccolccabamba	Carlos Garay Poma
3 Quer	1.3	Ccolccabamba	Vicente Jáuregui Valencia
4 Quer	1.4	Ccolccabamba	Samuel Rivas Luján
5 Quer	1.5	Ccolccabamba	Manuel Jáuregui De la Cruz
6 Quer	1.6	Ccolccabamba	Fernando Cárdenas Torres
7 Quer	1.7	Ccolccabamba	Santos Valencia Torres
8 Quer	1.8	Ccolccabamba	Clodoaldo Lapa Paredes
9 Quer	1.9	Ccolccabamba	Sixto Cárdenas Barraza
10 Quer	1.10	Ccolccabamba	Alejandro Céspedes Rivas
11 Quer	1.11	Trancapampa	Marcelo Mendoza Lloclla
12 Quer	1.12	Trancapampa	Mariano Huamán Carrillo
13 Quer	1.13	Trancapampa	Feliciano Rojas Paredes
14 Quer	1.14	Trancapampa	Alfredo Conde Gutiérrez
15 Quer	1.15	Trancapampa	Leoncio Garay Poma
16 Quer	1.16	Trancapampa	Zenobio Guillén Espinoza
17 Quer	1.17	Trancapampa	Samuel Céspedes Rojas
18 Quer	1.18	Cabracancha	Pedro Garay Espinoza
19 Quer	1.19	Cabracancha	Fernando Cuya Valencia
20 Quer	1.20	Cabracancha	Cervantes Barraza Valencia
2. Chalcos			
21 Chal	2.1	Corralpata	Simeón Cancho Paredes
22 Chal	2.2	Corralpata	Clemente Puza Condori
23 Chal	2.3	Corralpata	Víctor Cárdenas Molina
24 Chal	2.4	Corralpata	Alberto Junco Tapahuasco
25 Chal	2.5	Corralpata	Apolinario Tinco Paredes
26 Chal	2.6	Chalcos	Manuel Chávez Corrales
27 Chal	2.7	Chalcos	Antonio Paredes Junco
28 Chal	2.8	Chalcos	Efraín Flores Cárdenas
99 Chal	2.9	Chalcos	Carlos Landeo Condori
30 Chal	2.10	Chalcos	Máximo Flores Paredes
3. Morcolla			
31 More	3.1	Huancane	Jorge De La Cruz Rosales
32 More	3.2	Huancane	Onorata Martínez De La Cruz
33 More	3.3	Huancane	Pablo Garay Godos
34 More	3.4	Huancane	Remigio González García
35 More	3.5	Huancane	Roberto Huamaní Contreras
36 More	3.6	Tintay	Vidal Montes De La Cruz
37 More	3.7	Tintay	Camilo Rivas Molina
38 More	3.8	Tintay	José Cárdenas Landeo
39 More	3.9	Morcolla	Porfirio Cancho Luján
40 More	3.10	Morcolla	Alcidez Huamaní Contreras
4. Paico			
41 Pai	4.1	Quirquiña	Felimón Alfaro Cancho
42 Pai	4.2	Quirquiña	Avelino Gómez Cominges
43 Pai	4.3	Quirquiña	Saul Picho Munaylla
44 Pai	4.4	Oncullo	Francisco Martínez Cancho

45 Pai	4.5	Oncullo	Genaro Pichihua Alfaro
46 Pai	4.6	Oncullo	Hernán Huamán Cancho
47 Pai	4.7	Sillacha	Dionisio Picho Munaylla
48 Pai	4.8	Sillacha	Beltrán Alfaro Oyola
49 Pai	4.9	Huashualla	Ruly Cancho Alfaro
50 Pai	4.10	Huashualla	Magno Pichihua Martínez

5. San Pedro de Larcay

51 Ped	5.1	Larcay	Domingo Sánchez García
52 Ped	5.2	Larcay	Gabriel Munaylla Gutiérrez
53 Ped	5.3	Larcay	Jacinto Choque Martínez
54 Ped	5.4	Larcay	Carlos Pichihua Durán
55 Ped	5.5	Larcay	Melchor Sánchez Corrales
56 Ped	5.6	Larcay	Pedro Cuya Miranda
57 Ped	5.7	Larcay	Oscar Galindo Cancho
58 Ped	5.8	Larcay	Macedonio Chipana Corrales
59 Ped	5.9	Larcay	Grimaldo Huamán Corrales
60 Ped	5.10	Larcay	Julián Nieves Nuñez

6. San Salvador de Quije

61 Quije	6.1	Huayhuani	Crisanto Valencia Meléndez
62 Quije	6.2	Huayhuani	Alberto Lapa Contreras
63 Quije	6.3	Huayhuani	Julio Cancho Canales
64 Quije	6.4	Huayhuani	Epifanio Jáuregui García
65 Quije	6.5	Huayhuani	Anastasio Lujan Contreras
66 Quije	6.6	Quije	Miguel García Meléndez
67 Quije	6.7	Quije	Percy Huamaní Luján
68 Quije	6.8	Quije	Marcio Lapa Canales
69 Quije	6.9	Quije	Cornelio García Canales
70 Quije	6.10	Quije	Melquiadez Godoy Gutiérrez

7. Santiago de Paucaray

71 Pauca	7.1	Paucaray	Wenseslao Torres Huamán
72 Pauca	7.2	Paucaray	Constantino Jerí Elguera
73 Pauca	7.3	Paucaray	Felicitas Carreras García
74 Pauca	7.4	Allpaureccuna	Erinio Escalante De La Cruz
75 Pauca	7.5	Allpaureccuna	Manuel Escalante Martínez
76 Pauca	7.6	Allpaureccuna	Crisantino Jerí Valencia
77 Pauca	7.7	Allpaureccuna	Juan Molina Torres
78 Pauca	7.8	Allpaureccuna	Avelardo Huamaní García
79 Pauca	7.9	Allpaureccuna	Nicanor Molina Martínez
80 Pauca	7.10	Allpaureccuna	Alejandro Huamaní García

8. Soras

81 Soras	8.1	Huaraccochayocc	Fermín Ramos Canales
82 Soras	8.2	Huaraccochayocc	Vicente Gutiérrez Huamaní
83 Soras	8.3	Huaraccochayocc	Pánfilo Astiyauri Astoquilqa
84 Soras	8.4	Huaraccochayocc	Miguel Luján Gutiérrez
85 Soras	8.5	Huaraccochayocc	Carlos Palacios Rivera
86 Soras	8.6	Huaraccochayocc	José Meléndez Ramos
87 Soras	8.7	Huaraccochayocc	Celestino Masco Santaría
88 Soras	8.8	Huaraccochayocc	Félix Meléndez Ramos
89 Soras	8.9	Huaraccochayocc	Aníbal Lapa Osorio
90 Soras	8.10	Huaraccochayocc	Remigio Romero Contreras

Anexo 4. Determinación de la Viabilidad Total del nematodo quiste de la papa por distritos en la provincia de Sucre.

Clave	Distrito	Comunidad	N° de huevos + J2/muestra			
			1	2	3	Promedio
1. Querobamba						
1 Quer	1.1	Ccolccabamba	0	0	0	0
2 Quer	1.2	Ccolccabamba	26	40	32	19.6
3 Quer	1.3	Ccolccabamba	10	9	12	10.3
4 Quer	1.4	Ccolccabamba	0	0	0	0
5 Quer	1.5	Ccolccabamba	0	0	0	0
6 Quer	1.6	Ccolccabamba	0	0	0	0
7 Quer	1.7	Ccolccabamba	0	0	0	0
8 Quer	1.8	Ccolccabamba	0	0	0	0
9 Quer	1.9	Ccolccabamba	0	0	0	0
10 Quer	1.1	Ccolccabamba	0	0	0	0
11 Quer	1.11	Trancapampa	0	0	0	0
12 Quer	1.12	Trancapampa	60	76	68	68
13 Quer	1.13	Trancapampa	0	0	0	0
14 Quer	1.14	Trancapampa	0	0	0	0
15 Quer	1.15	Trancapampa	0	0	0	0
16 Quer	1.16	Trancapampa	0	0	0	0
17 Quer	1.17	Trancapampa	0	0	0	0
18 Quer	1.18	Cabracancha	28	13	18	19.7
19 Quer	1.19	Cabracancha	62	54	45	53.7
20 Quer	1.2	Cabracancha	0	0	0	0
2. Chalcos						
21 Chal	2.1	Corralpata	a) 159	153	138	150
			b) 20	28	22	23.3
			c) 95	76	88	86.3
22 Chal	2.2	Corralpata	17	20	30	22.3
23 Chal	2.3	Corralpata	0	0	0	0
24 Chal	2.4	Corralpata	140	132	147	139.6
25 Chal	2.5	Corralpata	32	25	20	25.6
26 Chal	2.6	Chalcos	0	0	0	0
27 Chal	2.7	Chalcos	0	0	0	0
28 Chal	2.8	Chalcos	0	0	0	0
29 Chal	2.9	Chalcos	0	0	0	0
30 Chal	2.1	Chalcos	0	0	0	0

3. Morcolla

31 Morc	3.1	Huancane	0	0	0	0
32 Morc	3.2	Huancane	0	0	0	0
33 Morc	3.3	Huancane	18	16	17	17
34 Morc	3.4	Huancane	0	0	0	0
35 Morc	3.5	Huancane	0	0	0	0
36 Morc	3.6	Tintay	0	0	0	0
37 Morc	3.7	Tintay	0	0	0	0
38 Morc	3.8	Tintay	0	0	0	0
39 Morc	3.9	Morcolla	118	125	130	124.3
			62	54	57	57.6
			132	145	122	133
40 Morc	3.1	Morcolla	18	12	15	15

4. Paico

41 Pai	4.1	Quirquiña	0	0	0	0
42 Pai	4.2	Quirquiña	32	25	28	28.3
43 Pai	4.3	Quirquiña	0	0	0	0
44 Pai	4.4	Oncullo	0	0	0	0
45 Pai	4.5	Oncullo	0	0	0	0
46 Pai	4.6	Oncullo	13	21	18	17.3
47 Pai	4.7	Sillacha	0	0	0	0
48 Pai	4.8	Sillacha	0	0	0	0
49 Pai	4.9	Huashualla	0	0	0	0
50 Pai	4.1	Huashualla	0	0	0	0

5. San Pedro de Larcay

51 Ped	5.1	Larcay	30	27	38	31.7
52 Ped	5.2	Larcay	0	0	0	0
53 Ped	5.3	Larcay	114	122	118	118
			76	82	68	75.3
			106	112	92	103.3
54 Ped	5.4	Larcay	20	18	14	17.3
55 Ped	5.5	Larcay	0	0	0	0
56 Ped	5.6	Larcay	32	40	27	33
57 Ped	5.7	Larcay	97	95	93	95
58 Ped	5.8	Larcay	0	0	0	0
59 Ped	5.9	Larcay	0	0	0	0
60 Ped	5.1	Larcay	0	0	0	0

6. San Salvador de Quije

61 Quije	6.1	Huayhuani	0	0	0	0
			118	120	108	115.3
62 Quije	6.2	Huayhuani	98	103	77	92.7
			120	116	109	115
63 Quije	6.3	Huayhuani	75	60	68	67.7
			50	63	78	63.7
64 Quije	6.4	Huayhuani	50	63	48	53.7
65 Quije	6.5	Huayhuani	0	0	0	0
66 Quije	6.6	Quije	0	0	0	0
67 Quije	6.7	Quije	0	0	0	0
68 Quije	6.8	Quije	0	0	0	0
69 Quije	6.9	Quije	0	0	0	0
70 Quije	6.1	Quije	0	0	0	0

7. Santiago de Paucaray

71 Pauca	7.1	Paucaray	0	0	0	0
72 Pauca	7.2	Paucaray	0	0	0	0
73 Pauca	7.3	Paucaray	0	0	0	0
74 Pauca	7.4	Allpaurccuna	0	0	0	0
75 Pauca	7.5	Allpaurccuna	0	0	0	0
76 Pauca	7.6	Allpaurccuna	0	0	0	0
77 Pauca	7.7	Allpaurccuna	0	0	0	0
78 Pauca	7.8	Allpaurccuna	0	0	0	0
79 Pauca	7.9	Allpaurccuna	15	17	11	14.3
80 Pauca	7.1	Allpaurccuna	0	0	0	0

8. Soras

81 Soras	8.1	Huaracochay occ	18	22	19	19.7
82 Soras	8.2	Huaracochay occ	0	0	0	0
83 Soras	8.3	Huaracochay occ	0	0	0	0
84 Soras	8.4	Huaracochay occ	0	0	0	0
85 Soras	8.5	Huaracochay occ	0	0	0	0
86 Soras	8.6	Huaracochay occ	12	10	15	12.3
87 Soras	8.7	Huaracochay occ	20	14	17	17
88 Soras	8.8	Huaracochay occ	0	0	0	0
89 Soras	8.9	Huaracochay occ	18	12	15	15
90 Soras	8.1	Huaracochay occ	22	14	12	16

**Anexo 5. Severidad de *Globodera spp.* Nematodo quiste de la papa por distritos
en la provincia de Sucre.**

Querobamba

N° muestra	Localidad	Cultivo anterior	Altitud (msnm)	N° de Quistes/ 100 gr. Suelo	N° de Huevos + J2/ Quiste	Huevos + J2/ cc. Suelo
1	Ccollcabamba	Papa	3595	0	0	0
2	Ccollcabamba	Quinoa	3625	1.7	117.6	2
3	Ccollcabamba	Papa	3641	1	103	1
4	Ccollcabamba	Cebada	3650	0	0	0
5	Ccollcabamba	Cebada	3631	0	0	0
6	Ccollcabamba	Papa	3619	0	0	0
7	Ccollcabamba	Cebada	3617	0	0	0
8	Ccollcabamba	Cebada	3615	0	0	0
9	Ccollcabamba	Olluco	3608	0	0	0
10	Ccollcabamba	Papa	3609	0	0	0
11	Trancapampa	Papa	3636	0	0	0
12	Trancapampa	Papa	3631	3	227	6.8
13	Trancapampa	Papa	3622	0	0	0
14	Trancapampa	Papa	3619	0	0	0
15	Trancapampa	Papa	3617	0	0	0
16	Trancapampa	Quinoa	3616	0	0	0
17	Trancapampa	Papa	3603	0	0	0
18	Cabracancha	Papa	3606	1.3	147.7	1.9
19	Cabracancha	Papa	3610	2.7	201.4	5.4
20	Cabracancha	Papa	3609	0	0	0

Chalcos

N° muestra	Localidad	Cultivo anterior	Altitud (msnm)	N° de Quistes/ 100 gr. Suelo	N° de Huevos + J2/ Quiste	Huevos + J2/ cc. Suelo
1	Corralpata	Papa	3742	13.7	183.2	25.1
2	Corralpata	Papa	3746	2.3	95.6	2.2
3	Corralpata	Papa	3745	0	0	0
4	Corralpata	Papa	3743	5	279.2	14.0
5	Corralpata	Papa	3740	2.3	109.7	2.5
6	Chalcos	Papa	3650	0	0	0
7	Chalcos	Papa	3655	0	0	0
8	Chalcos	Papa	3658	0	0	0
9	Chalcos	Papa	3652	0	0	0
10	Chalcos	Papa	3651	0	0	0

Morcolla

N° muestra	Localidad	Cultivo anterior	Altitud (msnm)	N° de Quistes/ 100 gr. Suelo	N° de Huevos + J2/ Quiste	Huevos + J2/ cc. Suelo
1	Huancane	Papa	3750	0	0	0
2	Huancane	Papa	3749	0	0	0
3	Huancane	Papa	3745	1.7	102	1.7
4	Huancane	Papa	3752	0	0	0
5	Huancane	Papa	3747	0	0	0
6	Tintay	Papa	3747	0	0	0
7	Tintay	Papa	3745	0	0	0
8	Tintay	Papa	3745	0	0	0
9	Morcolla	Papa	3465	16.7	192.6	32.2
10	Morcolla	Papa	3468	2	75	1.5

Paico

N° muestra	Localidad	Cultivo anterior	Altitud (msnm)	N° de Quistes/ 100 gr. Suelo	N° de Huevos + J2/ Quiste	Huevos + J2/ cc. Suelo
1	Quirquiña	Papa	3392	0	0	0
2	Quirquiña	Papa	3390	1.7	169.8	2.9
3	Quirquiña	Papa	3391	0	0	0
4	Oncullo	Papa	3662	0	0	0
5	Oncullo	Papa	3669	0	0	0
6	Oncullo	Papa	3600	1.3	129.8	1.7
7	Sillacha	Papa	3612	0	0	0
8	Sillacha	Papa	3589	0	0	0
9	Huashualla	Papa	3540	0	0	0
10	Huashualla	Papa	3544	0	0	0

San Pedro de Larcay

N° muestra	Localidad	Cultivo anterior	Altitud (msnm)	N° de Quistes/ 100 gr. Suelo	N° de Huevos + J2/ Quiste	Huevos + J2/ cc. Suelo
1	Larcay	Papa	3450	1.7	190.2	3.2
2	Larcay	Cebada	3461	0	0	0
3	Larcay	Papa	3470	12.7	238.2	30.3
4	Larcay	Cebada	3485	2	86.5	1.7
5	Larcay	Papa	3490	0	0	0
6	Larcay	Papa	3492	1.7	198	3.4
7	Larcay	Papa	3491	4.3	219.2	9.4
8	Larcay	Papa	3495	0	0	0
9	Larcay	Papa	3505	0	0	0
10	Larcay	Papa	3506	0	0	0

San Salvador de Quije

N° muestra	Localidad	Cultivo anterior	Altitud (msnm)	N° de Quistes/ 100 gr. Suelo	N° de Huevos + J2/ Quiste	Huevos + J2/ cc. Suelo
1	Huayhuani	Papa	3567	0	0	0
2	Huayhuani	Papa	3550	13.7	236.3	32.4
3	Huayhuani	Papa	3568	7.7	175.1	13.5
4	Huayhuani	Papa	3560	3	179	5.4
5	Huayhuani	Papa	3545	0	0	0
6	Quije	Papa	3320	0	0	0
7	Quije	Cebada	3322	0	0	0
8	Quije	Maíz	3319	0	0	0
9	Quije	Cebada	3306	0	0	0
10	Quije	Papa	3310	0	0	0

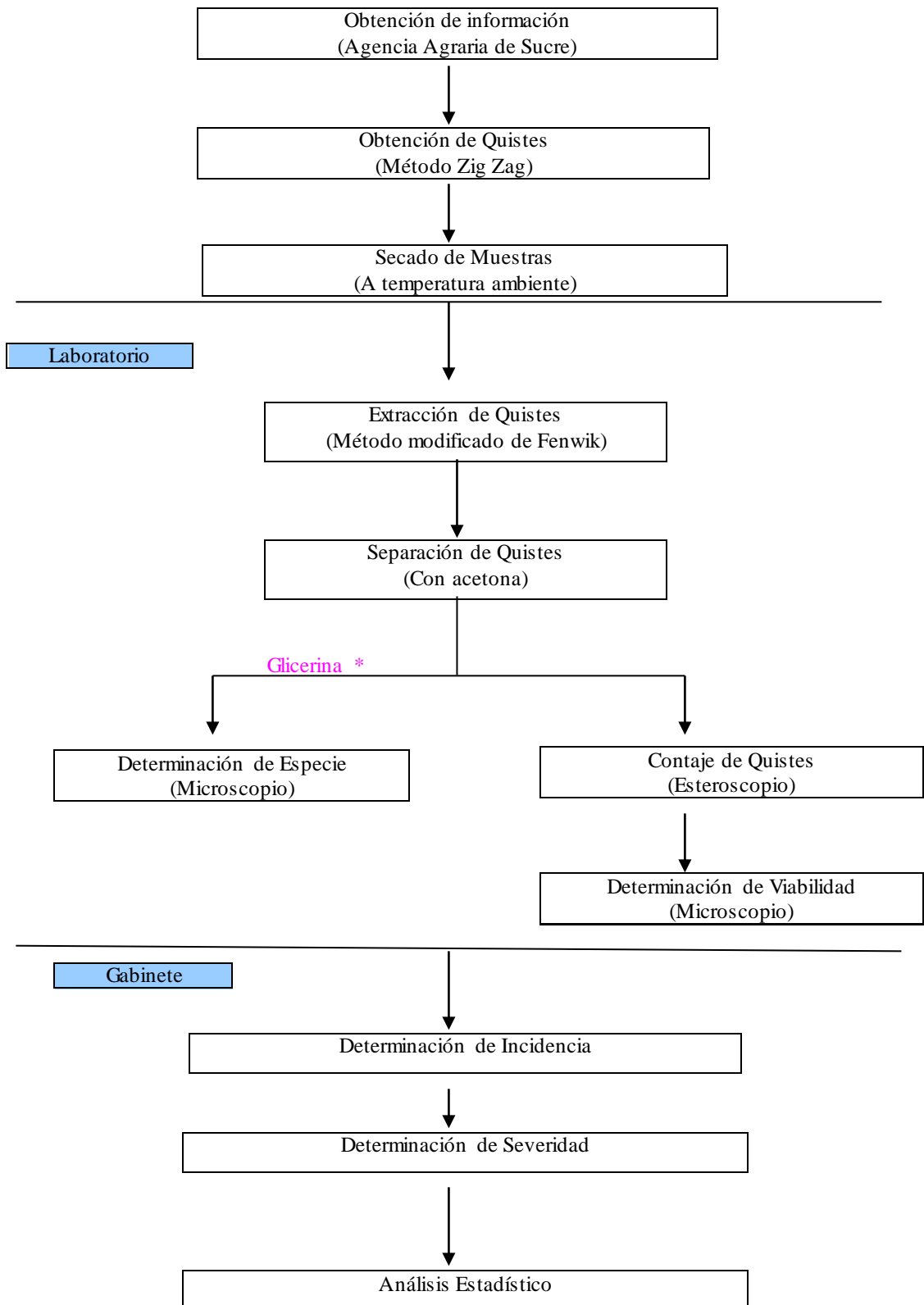
Santiago de Paucaray

N° muestra	Localidad	Cultivo anterior	Altitud (msnm)	N° de Quistes/ 100 gr. Suelo	N° de Huevos + J2/ Quiste	Huevos + J2/ cc. Suelo
1	Paucaray	Maíz	3344	0	0	0
2	Paucaray	Maíz	3341	0	0	0
3	Paucaray	Maíz	3335	0	0	0
4	Allpaurccuna	Papa	3565	0	0	0
5	Allpaurccuna	Papa	3572	0	0	0
6	Allpaurccuna	Papa	3570	0	0	0
7	Allpaurccuna	Papa	3567	0	0	0
8	Allpaurccuna	Papa	3565	0	0	0
9	Allpaurccuna	Papa	3560	1.3	107.2	1.4
10	Allpaurccuna	Papa	3563	0	0	0

Soras

N° muestra	Localidad	Cultivo anterior	Altitud (msnm)	N° de Quistes/ 100 gr. Suelo	N° de Huevos + J2/ Quiste	Huevos + J2/ cc. Suelo
1	Huaraccochay occ	Quinua	3692	0	0	0
2	Huaraccochay occ	Quinua	3690	2.3	84.4	1.9
3	Huaraccochay occ	Quinua	3703	0	0	0
4	Huaraccochay occ	Papa	3701	0	0	0
5	Huaraccochay occ	Papa	3702	0	0	0
6	Huaraccochay occ	Papa	3692	1	123	1.2
7	Huaraccochay occ	Papa	3696	1.3	127.5	1.7
8	Huaraccochay occ	Papa	3693	0	0	0
9	Huaraccochay occ	Quinua	3703	1.3	112.5	1.5
10	Huaraccochay occ	Papa	3702	2.7	96	2.6

Anexo 6. Esquema general del proceso de Investigación de *Globodera spp.*



Anexo 7. Datos transformados para el análisis de varianza del nivel de infestación (huevos+J2/cc. suelo) por distrito.

Datos transformados para el análisis de variancia para el nivel de Infestación (N° de huevos/cc.suelo) por distrito de *Globodera spp.* en la Provincia de Sucre.

Repetición	Tratamientos							
	T ₁ (Quer)	T ₂ (Chalc)	T ₃ (Morc)	T ₄ (Paico)	T ₅ (Ped)	T ₆ (Quije)	T ₇ (Pauc)	T ₈ (Soras)
1	1	5.1	1	1	2	1	1	1
2	1.7	1.8	1	1.9	1	5.8	1	1.7
3	1.4	1	1.6	1	5.6	3.8	1	1
4	1	3.9	1	1	1.6	2.5	1	1
5	1	1.9	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1.6	2.1	1	1	1.5
7	1	1	1	1	3.2	1	1	1.6
8	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	5.8	1	1	1	1.5	1.6
10	1	1	1.6	1	1	1	1	1.9
11	1							
12	2.8							
13	1							
14	1							
15	1							
16	1							
17	1							
18	1.7							
19	2.5							
20	1							

Datos transformados para el análisis de variancia para el nivel de Infestación (Nº de huevos/cc.suelo) por altitud de *Globodera spp.* en la Provincia de Sucre.

Repetición	Tratamientos				
	T ₁ (3300 – 3400)	T ₂ (3401 -3500)	T ₃ (3501 -3600)	T ₄ (3601 - 3700)	T ₅ (3701 – 3800)
1	1	5.8	1	1.7	5.1
2	1.9	1.6	1	1.4	1.8
3	1	2	1	1	1
4	1	1	1	1	3.9
5	1	5.6	1	1	1.9
6	1	1.6	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	1	2.1	5.8	1	1.6
9	1	3.2	3.8	1	1
10	1	1	2.5	2.8	1
11	1		1	1	1
12			1	1	1
13			1	1	1
14			1	1	1
15			1	1	1
16			1	1.7	1
17			1	2.5	1.6
18			1.5	1	1.9
19			1	1	
20			1.6	1	
21				1	
22				1	
23				1	
24				1	
25				1	
26				1	
27				1	
28				1.7	
29				1.5	
30				1.6	
31				1	

Anexo 8. Proceso de extracción de Quistes mediante el Método Modificado de Fenwik.

