

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**DETECCIÓN DE NEMATODOS EN TUBÉRCULOS SEMILLA  
DE PAPA DEL SISTEMA INFORMAL COMERCIALIZADOS EN  
EL MERCADO CAMPESINO**

Por:

**CLEMENTINA SOTO JARAMILLO**

Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

**OCTUBRE DE 2013**

**TARIJA BOLIVIA**

V°B°

.....  
Ing. Víctor Enrique Zenteno López  
**DOCENTE GUIA**

.....  
M.Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRICOLAS Y FORESTALES**

.....  
M.Sc. Ing. Henry E. Valdéz Huanca  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRICOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M.Sc. Ing. Lola Zenteno Reyes

.....  
Ing. Víctor Hugo Hiza Zúñiga

.....  
Ing. José Lindolfo Laime Nieves

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas, responsabilidad de la autora.



# INTRODUCCIÓN



# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



# CAPITULO II

## MATERIALES Y MÉTODOS



# CAPITULO III

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



# **CAPITULO IV**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



# ANEXOS



# BIBLIOGRAFÍA



## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a mi madre VICTORIA, por su cariño, comprensión y apoyo incondicional, a la memoria de mi padre HIPOLITO, a mis hermanos y amigos.



## AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme encontrar en mi camino a personas nobles y generosas que con su apoyo pude lograr esta meta.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Carrera de Ingeniería Agronómica, por cobijarme en sus aulas y haber sido el centro de mi formación profesional. A los docentes por trasmitirme su enseñanza y experiencias logradas en su vida profesional.

Al Ing. Ismael Acosta, ex Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, por brindarme los ambientes y equipos del Laboratorio de Fitopatología, sin el cual no hubiera sido posible la realización del presente trabajo.

Al tribunal calificador por los consejos y el tiempo dedicado para la revisión de este trabajo.

Al Ing. Víctor Enrique Zenteno López, Docente Guía, por su colaboración, orientaciones a lo largo de esta investigación, por transmitirme sus conocimientos, su confianza y amistad.

A los Responsables del Departamento de Producción Agropecuaria y Fitotecnia y Laboratorio de Suelos, de la Carrera de Ingeniería Agronómica, por la colaboración con la presente Tesis.

Al Ing. Ricardo Casso Benítez, por permitirme compartir sus experiencias a lo largo de sus investigaciones desarrolladas en el campo de los tubérculos y raíces, su apoyo incondicional y su amistad invaluable.

A la Ing. Elba Flores e Ing. Melquiades Calapiña por su colaboración desmedida, su apoyo y su amistad.

Finalmente, a las instituciones CRAMA y CERCAT, representadas por Ing. Franco Mendoza e Ing. José Luís Jeréz y a todas las mujeres y hombres que comercializan tubérculos de papa en la zona del Mercado Campesino, por la información proporcionada para lograr los objetivos del presente trabajo.

## INDICE

Hoja de aprobación  
Advertencia  
Dedicatoria  
Agradecimiento  
Pensamiento  
Resumen

	<b>Página</b>
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	
1.1. El cultivo de la papa .....	5
1.1.1. Historia y situación actual de la papa .....	5
1.1.2. Taxonomía y morfología de la planta de papa .....	6
1.1.2.1. Taxonomía .....	6
1.1.2.2. Características morfológicas de la planta de papa.....	7
1.1.2.2.1. Sistema radicular .....	7
1.1.2.2.2. Follaje.....	8
1.1.2.2.3. Estolones.....	8
1.1.2.2.4. Tubérculos .....	9
1.2. Sistemas de producción de semilla de papa.....	10
1.2.1. Sistema tradicional o informal.....	11
1.2.2. Sistema formal de producción.....	12
1.2.2.1. Componentes básicos de un programa formal de producción de semillas. 14	
1.3. Los nematodos en el cultivo de la papa.....	15
1.3.1. Importancia económica de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> en el cultivo de la papa.....	16
1.3.2. Origen y distribución de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> .....	17
1.3.3. Síntomas de parasitismo de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> .....	18
1.3.4. Taxonomía de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> .....	19

	<b>Página</b>
1.3.5. Morfología y ciclo biológico de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp</i> .....	22
1.3.5.1. Morfología y ciclo biológico de <i>Nacobbus aberrans</i> .....	22
1.3.5.2. Morfología y ciclo biológico de <i>Globodera spp.</i> ....	25
1.3.6. Diseminación de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> .....	29
1.3.7. Relación entre la planta de papa y los nematodos.....	30
1.4. Poblaciones de nematodos en suelos agrícolas .....	31
1.4.1. Incidencia.....	31
1.4.2. Potencial de diseminación.....	32
1.4.3. Nivel de infección.....	32
1.4.4. Severidad.....	32
<b>CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
2.1. Localización y descripción de la zona de estudio.....	33
2.2. Localización y descripción de las zonas de procedencia del material objeto de estudio.....	35
2.2.1. Zona de Iscayachi.....	35
2.2.2. Zona de La Huerta .....	35
2.2.3. Zona de Incahuasi.....	36
2.2.4. Zona de Villazón.....	36
2.3. Materiales utilizados en el estudio.....	37
2.3.1. Material Vegetal.....	37
2.3.1.1. Variedad Desireé.....	37
2.3.1.2. Variedad Revolución.....	38
2.3.1.3. Variedad Sani Imilla.....	38
2.3.1.4. Variedad Runa Iscayachi.....	38
2.3.2. Material para extracción de muestras de tubérculos y suelo.....	39
2.3.2.1. Material de campo .....	39
2.3.2.2. Material de registro .....	39
2.3.2.3. Material y herramientas para extracción de suelo.....	39
2.3.3. Material y equipo de laboratorio .....	40

	<b>Página</b>
2.3.3.1. Material para procesado de muestras vegetales.....	40
2.3.3.2. Equipos para esterilización de suelo.....	40
2.3.3.3. Material para instalación de bioensayos .....	41
2.3.3.4. Equipo y material para detección y observación de nematodos.....	41
2.4. Metodología .....	41
2.4.1. Metodología estadística .....	41
2.4.2. Metodología para toma de muestras de tubérculos.....	42
3.4.3. Metodología aplicada en laboratorio .....	43
2.4.3.1. Metodología para extracción de nematodos en tubérculos de papa .....	44
2.4.3.1.1. Método de la licuadora más tamizado (Taylor 1973).....	44
2.4.3.1.2. Método de flotación y centrifugación en azúcar. (Caveness, F.E. y Jensen, H.J. 1995) .....	45
2.4.3.2. Esterilización del suelo .....	47
2.4.3.3. Prueba del bioensayo .....	47
2.5. Detección e identificación de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp</i> .....	49
2.6. Parámetros nematológicos evaluados .....	49
<b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
3.1. Número de muestras de tubérculos semillas producidos en el sistema informal.....	50
3.2. Incidencia de nematodos <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> en muestras de tubérculos.....	52
3.2.1. Incidencia de <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> , de acuerdo a las zonas productoras .....	54
3.2.2. Incidencia de <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> , según variedades.....	55
3.2.3. Incidencia de <i>Nacobbus aberrans</i> en muestras de tubérculos, según zona productora.....	58
3.2.4. Porcentaje de incidencia de <i>Nacobbus aberrans</i> , en variedades.....	59
3.2.5. Incidencia de <i>Globodera spp.</i> , en muestras de tubérculos, según zona productora.....	61

	<b>Página</b>
3.2.6. Porcentaje de incidencia de <i>Globodera spp.</i> , según variedades.....	62
3.3. Invasión de <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> a tubérculos.....	64
3.3.1. Número de estados juveniles más huevos de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> , según zona productora.....	65
3.3.2. Número de estados juveniles más huevos de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> según variedades .....	66
3.3.3. Número de estados juveniles más huevos de <i>Nacobbus aberrans</i> .....	67
3.3.3.1. Número de estados juveniles más huevos de <i>Nacobbus aberrans</i> por zona productora .....	67
3.3.3.2. Número de estados juveniles más huevos de <i>N. aberrans</i> , por variedad..	69
3.4. Potencial de diseminación de <i>Nacobbus aberrans</i> , con la prueba del bioensayo .....	69
3.4.1. Potencial de diseminación de <i>N. aberrans</i> , según zona productora .....	71
3.4.2. Potencial de diseminación de <i>N. aberrans</i> , según variedades.....	72
3.5. Nivel de infección de los tubérculos en base al número de nódulos de <i>N. aberrans</i> y severidad del ataque.....	74
3.5.1. Nivel de infección de los tubérculos en base al número de nódulos de <i>N. aberrans</i> , según zona productora.....	74
3.5.2. Nivel de infección de los tubérculos en base al número de nódulos de <i>N. aberrans</i> según variedad .....	75
3.5.3. Número de estados juveniles de <i>N. aberrans</i> en suelo de bioensayos	78
3.5.4. Severidad del ataque causado por <i>Nacobbus aberrans</i> .....	78
3.6. Identificación de nematodos .....	79
<b>CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
4.1. Conclusiones.....	82
4.2. Recomendaciones.....	83
BIBLIOGRAFÍA .....	85
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura N° 1: Esquema general del proceso moderno de producción de tubérculos- semillas de papa .....	13
Figura N° 2: Extracción de cáscaras de tubérculos semillas de papa del sistema informal, colectados en Mercado Campesino. 2011.....	45
Figura N° 3: Recuperación y lavado de sobrenadante con nematodos en Tamíz N ° 400. 2011.....	46
Figura N° 4: Instalación de bioensayo con suelo esterilizado (A). Sistema radicular después de 45 días de la siembra (B). 2011.....	48
Figura N° 5: Porcentaje de muestras infectadas por nematodos ( <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> ) en tubérculos colectados en el Mercado Campesino. 2011.....	53
Figura N° 6: Porcentaje de incidencia de nematodos <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> , en muestras de tubérculos colectadas en el Mercado Campesino, de acuerdo a zonas productoras. 2011.....	57
Figura N° 7: Porcentaje de incidencia de nematodos <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> , en muestras de tubérculos colectadas en el Mercado Campesino, según variedades 2011.....	57
Figura N° 8: Porcentaje incidencia de <i>N. aberrans</i> , en muestras de tubérculos, colectadas en el Mercado Campesino, de acuerdo a la zona productora. 2011.....	60
Figura N° 9: Porcentaje de muestras de tubérculos infectadas por <i>N. aberrans</i> , colectadas en el Mercado Campesino, por efecto de variedades. 2011.....	60
Figura N° 10: Porcentaje de incidencia de <i>Globodera spp.</i> en muestras de tubérculos, colectadas en el Mercado Campesino, de acuerdo a la zona productora. 2011.....	63

	<b>Página</b>
Figura N° 11: Porcentaje de incidencia de <i>Globodera spp.</i> , en muestras de tubérculos, colectados en el Mercado Campesino, según variedades. 2011.....	63
Figura N° 12: Promedio de estados juveniles más huevos de <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> en muestras de tubérculos colectadas en el Mercado Campesino. 2011.....	65
Figura N° 13: Número total de estados juveniles más huevos de <i>N. aberrans</i> en tubérculos colectados en el Mercado Campesino, según zona productora. 2011.....	68
Figura N° 14: Potencial de diseminación de <i>N. aberrans</i> , en tubérculos colectados en el Mercado Campesino, 2011.....	70
Figura N° 15: Potencial de diseminación de <i>N. aberrans</i> , en tubérculos colectados en el Mercado Campesino, según zona productora. 2011.....	73
Figura N° 16: Potencial de diseminación de <i>N. aberrans</i> , en tubérculos colectados en el Mercado Campesino, según variedades. 2011....	73
Figura N° 17: Número promedio de nódulos por planta, provocado por <i>N. aberrans</i> , según zona productora. 2011.....	77
Figura N° 18: Número promedio de nódulos por planta, provocado por <i>N. aberrans</i> , según variedades. 2011.....	77
Figura N° 19: Diferentes estadios de <i>N. aberrans</i> : Segundo estadio (C), Cuarto estadio (D).Machos (E). Microfotografía, gentileza Ing. V. E. Zenteno, 2011.....	81

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro N° 1: Clasificación taxonómica de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> a partir de la familia.....	20
Cuadro N° 2: Principales características de hembras, quistes y segundo estado juvenil, para identificar especies de <i>Globodera spp.</i> .....	21
Cuadro N° 3: Escala de infestación del suelo por <i>Nacobbus aberrans</i> en base al número de nódulos en raíces.....	32
Cuadro N° 4: Número total de muestras colectadas en zona del Mercado Campesino, por zona y variedad. 2011.....	43
Cuadro N° 5: Distribución de frecuencias de muestras de tubérculos producidos en el sistema informal, colectadas En el Mercado Campesino, por zona productora. 2011.....	51
Cuadro N° 6: Distribución de frecuencias de muestras de tubérculos, colectadas en el Mercado Campesino, según variedades 2011.....	51
Cuadro N° 7: Incidencia de <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> , en muestras de tubérculos, colectadas en zona del Mercado Campesino. 2011....	53
Cuadro N° 8: Incidencia de nematodos <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> en muestras de tubérculos colectadas en el Mercado Campesino, según zona productora. 2011 .....	55
Cuadro N° 9: Incidencia de nematodos <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> en muestras de tubérculos colectadas en el Mercado Campesino, según variedades. 2011.....	56
Cuadro N° 10: Incidencia de <i>Nacobbus aberrans</i> , en muestras de tubérculos colectadas en el Mercado Campesino, según zona oductora.2011..	58
Cuadro N° 11: Incidencia de <i>Nacobbus aberrans</i> en muestras de tubérculos colectadas en el Mercado Campesino, según variedades. 2011.....	59

**Página**

Cuadro N° 12: Incidencia de <i>Nacobbus aberrans</i> , en muestras de tubérculos colectadas en el Mercado Campesino, según zona productora. 2011 .....	61
Cuadro N° 13: Incidencia de <i>Globodera spp.</i> en muestras de tubérculos colectadas en el Mercado Campesino, según variedades. 2011.....	62
Cuadro N° 14: Parámetros estadísticos del número de estados juveniles más huevos de nematodos en tubérculos colectados en el Mercado Campesino. 2011.....	64
Cuadro N° 15: ANDEVA del número total de juveniles más huevos de <i>N. aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> , según zonas productoras. 2011.....	66
Cuadro N° 16: ANDEVA del número total de juveniles más huevos de <i>N. aberrans</i> , según zonas productoras. 2011.....	68
Cuadro N° 17: Potencial de diseminación de <i>N. aberrans</i> en tubérculos colectados en el Mercado Campesino, según zona productora. 2011.....	71
Cuadro N° 18: Potencial de diseminación de <i>N. aberrans</i> , en tubérculos Colectados el Mercado Campesino, según variedades. 2011.....	72
Cuadro N° 19: Número de nódulos en raíces de plantas desarrolladas en bioensayos. 2011.....	74
Cuadro N° 20: Parámetros estadísticos del nivel de infección de los tubérculos en base al número de nódulos de <i>N. aberrans</i> , según variedades. 2011.....	75
Cuadro N° 21: ANDEVA del nivel de infección de los tubérculos en base al número de nódulos de <i>N. aberrans</i> , según variedades. 2011.....	76
Cuadro N° 22: Prueba de Duncan <sup>a,b</sup> para el nivel de infección en base al número de nódulos de <i>N. aberrans</i> , de acuerdo a variedades. 2011.....	76
Cuadro N° 23: Identificación de especies de <i>Nacobbus aberrans</i> y <i>Globodera spp.</i> en tubérculos colectados en el Mercado Campesino. 2011.....	80

## ANEXOS

- Anexo N° 1: Comercializadores del Mercado Campesino considerados en el presente estudio y número de muestras colectadas. 2011
- Anexo N° 2: Lectura en muestras de tubérculos colectados en zona del Mercado Campesino. 2011
- Anexo N° 3: Lectura en bioensayos. 2011
- Anexo N° 4: Prueba de Duncan (5% de probabilidad) para el número total de juveniles más huevos de *N. aberrans* y *Globodera spp.*, de acuerdo a la zona productora. 2011
- Anexo N° 5: Parámetros estadísticos del número total de juveniles más huevos de *N. aberrans* y *Globodera spp.*, de acuerdo a la variedad. 2011
- Anexo N° 6: Prueba de Duncan <sup>a,b</sup> para el número total de juveniles más huevos de *N. aberrans*, de acuerdo a la zona productora. 2011
- Anexo N° 7: Parámetros estadísticos del número total de estados juveniles más huevos de *N. aberrans*, de acuerdo a la variedad. 2011
- Anexo N° 8: Parámetros estadísticos del número total de estados juveniles más huevos de *N. aberrans*, de acuerdo a la zona productora. 2011
- Anexo N° 9: Comercialización de tubérculos-semillas procedentes de Villazón alrededor del Mercado Campesino. Sra. Elsa Gaspar. 2011
- Anexo N° 10: Obtención de muestra de tubérculos-semillas. Sra. Modesta Subia. 2011
- Anexo N° 11: Instalación de bioensayo con tubérculos-semillas colectados en el Mercado Campesino. 2011
- Anexo N° 12: Raíces de bioensayo con presencia de nódulos, 45 días después de la siembra. 2011
- Anexo N° 13: Separación de raicillas y suelo de bioensayo para su procesamiento. 2011
- Anexo N° 14: Larva del género *Criconemoides*. Microfotografía, gentileza Ing. V.E. Zenteno, 2011