



**Distribución poblacional del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp) en dos zonas productoras de los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).**

**Yamit Adonai Carrión  
Diego Alejandro Rojas**

**Proyecto para optar al Título de Ingeniero en Agroecológica**

**Director: M.Sc Juan Clímaco Hio**

**Codirector: M.Sc Omar Guerrero G**

**Corporación Universitaria Minuto De Dios  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Agroecológica  
Bogotá D.C  
Diciembre de 2013**

**Distribución poblacional del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp) en dos zonas productoras de los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).**

**Yamit Adonai Carrión  
Diego Alejandro Rojas**

---

**Juan Clímaco Hio  
Ing. Agrónomo M.Sc  
Director**

---

**Omar Guerrero Guerrero  
Ing. Agrónomo M.Sc  
Codirector**

**Distribución poblacional del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp) en dos zonas productoras de los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).**

**Yamit Adonai Carrión  
Diego Alejandro Rojas**

**Aprobado**

## DEDICADO

*A nuestras familias por el apoyo, la confianza y entrega.*

*A nuestros padres por su amor, su apoyo, por la confianza puesta en nosotros y ser las personas que mas admiramos en la vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

**A nuestras familias por creer en nosotros.**

**A Olga Pérez por su apoyo y colaboración a lo largo del proyecto.**

**A los agricultores de papa en las zonas productoras de Tausa y  
Ventaquemada, sin ellos no habría sido posible este proyecto.**

**Al laboratorio de fitopatología de la corporación colombiana de Investigación  
agropecuaria CORPOICA por permitirnos realizar el proyecto.**

**A Jhon Martínez por la ayuda brindada.**

**A Camilo Aguilar por la ayuda brindada.**

**A todos los docentes que estuvieron en nuestro proceso de formación.**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pagina
1. RESUMEN. -----	12
2. INTRODUCCION. -----	14
3. REVISIÓN DE LITERATURA. -----	16
3.1 EL CULTIVO DE LA PAPA. -----	17
3.1.1 Descripción botánica. -----	17
3.1.2 Clasificación taxonómica. -----	18
3.1.3 Características del cultivo. -----	18
3.1.4 Variedades comerciales. -----	19
3.2 EL NEMATODO QUISTE DE LA PAPA ( <i>Globodera</i> spp.) -----	19
3.2.1 Características morfológicas y anatómicas. -----	20
3.2.1 Ciclo de vida. -----	21
3.2.2 Ecología y distribución. -----	24
3.2.3 Síntomas y daños. -----	24
3.2.4 Manejo y control. -----	26
4. MARCO LEGAL. -----	27

<b>5. FORMULACION DEL PROBLEMA.</b>	<b>-----28</b>
<b>6. JUSTIFICACION.</b>	<b>-----29</b>
<b>7. OBJETIVOS.</b>	<b>-----30</b>
<b>8. MATERIALES Y METODOS.</b>	<b>-----31</b>
<b>8.1 Georeferenciacion de cada zona productora de papa con presencia del nematodo <i>Globodera</i> spp. en los municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca).</b>	<b>-----31</b>
<b>8.2 Cuantificación de la población total de <i>Globodera</i> spp. asociada al ciclo fenológico de floración de la papa en los Municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca). Muestreo de material vegetal.</b>	<b>-----34</b>
<b>8.3 Identificación de la distribución poblacional del nematodo <i>Globodera</i> spp. en dos parcelas sembradas con papa en los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).</b>	<b>-----38</b>
<b>9. RESULTADOS Y DISCUSION.</b>	<b>-----41</b>
<b>9.1 Georeferenciacion de cada zona productora de papa con presencia del nematodo <i>Globodera</i> spp. en los municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca).</b>	<b>-----41</b>

<b>9.2 Cuantificación de la población total de <i>Globodera</i> spp. asociada al ciclo fenológico de floración de la papa en los Municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca).</b> -----	<b>47</b>
<b>9.3 Identificación de la distribución poblacional del nematodo <i>Globodera</i> spp. en dos parcelas sembradas con papa en los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).</b> -----	<b>56</b>
<b>10.CONCLUSIONES.</b> -----	<b>60</b>
<b>11.RECOMENDACIONES.</b> -----	<b>61</b>
<b>12.BIBLIOGRAFIA.</b> -----	<b>62</b>
<b>13.ANEXOS.</b> -----	<b>68</b>



## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Diferencias entre macho y hembra en estado adulto de nematodo quiste.

**Figura 2:** Ciclo biologico nematodo quiste.

**Figura 3:** Hembras de *G. pallida* en raíz.

**Figura 4:** Distribución del daño causado por *Globodera pallida* en un cultivo.

**Figura 5:** Representacion de un muestreo sistematico en transeptos.

**Figura 6:** Muestras en etapa de secado a temperatura ambiente.

**Figura 7:** Levigador de Fenwick para la extracción de quistes.

**Figura 8:** Levigador de Oostenbrick para extracción de nematodos ambulatorios.

**Figura 9:** Filtro de pañuelo de papel para la separación de quistes del suelo.

**Figura 10:** Diagrama de un muestreo en grilla.

**Figura 11:** Mapa de la distribución de la población de *Globodera pallida* en zonas productoras del municipio de Tausa.

**Figura 12:** Mapa de la distribución de la población de *Globodera pallida* en zonas productoras del municipio de Ventaquemada.

**Figura 13:** Cuantificación de la población *G. pallida* en Tausa.

**Figura 14:** Cuantificación de la población *G. pallida* en Ventaquemada.

**Figura 15:** Área de pobre crecimiento por el ataque de *Globodera* spp

**Figura 16:** Hembras de *G. pallida* adheridas a raíz.

**Figura 17:** Quistes de *G. pallida* adheridos a raíces.

**Figura 18:** Hembra de *G. pallida* observada al estereoscopio.

**Figura 19:** Grafica de un muestreo en grilla en una finca con presencia de nematodo quiste de la papa en el Municipio de Tausa.

**Figura 20:** Grafica de un muestreo en grilla en una finca con presencia de nematodo quiste de la papa en el municipio de Ventaquemada.

## LISTA DE TABLAS

**Tabla 1:** veredas productoras del municipio de Tausa.

**Tabla 2:** veredas productoras del municipio de Ventaquemada

**Tabla 3:** Niveles de infestación de los suelos por *Globodera* spp y pérdidas de rendimiento en base al número de quistes por gramo de suelo.

**Tabla 4:** Infestaciones de los suelos por *Globodera* spp a través de la observación directa de raíces de plantas de papa.

**Tabla 5:** Niveles de infestación de suelos y perdidas en rendimiento en base al número de H+J2 por gramo de suelo.

**Tabla 6:** Coordenadas y altitud por cada finca muestreada en Tausa.

**Tabla 7:** Vereda lagunitas.

**Tabla 8:** Vereda Rásgatal.

**Tabla 9.** Vereda Paramo Bajo.

**Tabla 10:** Vereda Paramo Alto.

**Tabla 11:** Vereda El Salitre.

**Tabla 12:** Coordenadas y altitud por cada finca muestreada en Ventaquemada.

**Tabla 13.** Veredas Compromiso, Jurpa, Mesa y el Hato.

**Tabla 14:** Veredas san José de Gacal, mata negra y Montoya.

**Tabla15:** Cuantificación de quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, juveniles de 2<sup>a</sup> fase en 100 cm<sup>3</sup> de suelo y J2+H por quiste de muestras provenientes de Tausa.

**Tabla 16:** Cuantificación de quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, juveniles de 2a fase en 100 cm<sup>3</sup> de suelo y J2+H por quiste de muestras provenientes de Ventaquemada.

## 1. RESUMEN

El nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) se identificó por primera vez en Colombia en el departamento de Nariño durante estudios realizados en 1971, por tal motivo se declaró en cuarentena el departamento hasta el año 2004 cuando el ICA deroga la resolución que mantenía vigente esta cuarentena, ya que informes de Fedepapa y Asociaciones de productores advierten la presencia del nematodo en Cundinamarca y Boyacá, esto alerta a diversas instituciones para adelantar trabajos que identifiquen la situación real del patógeno en Colombia. Para este proyecto se estableció una muestra representativa de 40 fincas de las zonas productoras de papa en los municipios de Tausa y Ventaquemada, en donde se tomaron muestras de suelo y raíz durante el estado de floración del cultivo y se realizaron encuestas semiestructuradas a los productores de las zonas muestreadas. Las muestras fueron llevadas a laboratorio, en donde se determinó la presencia de quistes y juveniles de 2ª fase en suelo además de hembras adheridas a raíces. De igual manera, se seleccionaron dos fincas en donde se determinó la distribución espacial del nematodo en el suelo. Se detectó la presencia del nematodo en 29 fincas de las 40 visitadas, con un promedio de 160 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, 16058 J2 móviles en el suelo y una media de 330 J2 por quiste para el municipio de Tausa. En el caso del municipio de Ventaquemada, se encontraron 12 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, 6 J2 móviles en el suelo y una media de 436 J2 por quiste pertenecientes a la especie *Globodera pallida* Stone. Las mayores infestaciones se encontraron en altitudes por encima de los 3000 m.s.n.m., como es el caso de una población de 1945 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, 778 J2 móviles en el suelo y una media de 304 J2 por quiste presente en una finca del Municipio de Tausa, siendo la población más alta registrada durante toda la investigación. Se demostró que los síntomas observados en campo se distribuyen por focos, mientras que *G. pallida* está distribuido de manera irregular en el suelo. Por otra parte, se evidenció que la diseminación del nematodo se debe a la utilización de maquinaria, herramientas de trabajo y el transporte de semilla contaminada.

Palabras clave: Nematodo, quistes, *Globodera* spp, *solanum* spp, distribución, suelo, fincas.

## SUMMARY

The potato cyst nematode (*Globodera* spp.) was identified in Colombia only in the department of Nariño in studies since 1971 and which was declared quarantined until 2004 when the ICA the repealing this, because reports from Fedepapa and farmers associations notifies the presence of the nematode in Cundinamarca and Boyacá, this situation alert to different institutions for advancing work to identify the real situation of the pathogen in Colombia. For this project, a representative sample of 40 farms potato producing areas in the municipalities of Tausa and Ventaquemada was established, and soil and root samples were taken during the flowering stage of the crop and surveys were carried out. The samples are analyzed in the laboratory to determine the presence of cysts in soil, 2nd stage juveniles in soil and females adhered to roots. Similarly, we selected two farms where the spatial distribution of the nematode was determined in the soil. The presence of the nematode was detected in 29 of the 40 farms visited with an average of 160 cysts in 100 cm<sup>3</sup> soil, 16058 J2 mobile in the soil and an average of 330 J2 per cyst in Tausa; 12 cysts in 100 cm<sup>3</sup> of soil, 6 J2 mobile in the soil and an average of 436 J2 per cyst in the town of Ventaquemada, this population belongs to the species *Globodera pallida* Stone. The highest infestation was found at altitudes over 3000 meters above sea level, is the case of a population 1945 cysts with 100 cm<sup>3</sup> of soil, 778 J2 mobile in soil and the average 304 J2 per cyst present in a farm from Tausa, this is the highest population recorded throughout the entire investigation. It showed that the symptoms are observed in field image for foci while *G. pallida* is distributed irregularly in soil. In addition, we found that the spread of the nematode is due to the use of machinery, tools and transport of contaminated seed.

Key words: Nematode, cyst, *Globodera* spp, *solanum* spp, distribution, soil, farm.

## 2. INTRODUCCION:

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2011) afirma que, en Colombia anualmente se siembran 140.000 ha en papa con una producción de 2.8 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 25 toneladas por hectárea. El 80% de la superficie sembrada con papa se encuentra en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño y el 20% restante se encuentra en Antioquia, Caldas, Tolima, Santander y Norte de Santander.

En Colombia, según FEDEPAPA se han sembrado alrededor de 40 variedades comerciales de papa mejoradas durante los últimos 50 años. Así mismo, se empezaron a sembrar las variedades nativas existentes de manera comercial, las cuales pertenecen a las especies *Solanum tuberosum var. andigena*, *S tuberosum var. phureja* y *S tuberosum var. chaucha*. (Corpoica, 2005).

Las variedades de mayor uso por los productores de Cundinamarca y Boyacá son; la Pastusa Suprema, representa el 34% del área nacional cultivada de papa, le sigue, la Parda Pastusa con un 20,5%, La variedad Diacol Capiro (también conocida como R12 negra), con el 27% del área total y se utiliza como materia prima para la industria. Otras variedades utilizadas en una menor proporción por los productores incluyen Tuquerreña (conocida en el comercio como Sabanera), ICA Puracé, ICA Única, papa Criolla (*Solanum phureja*), Betina, Roja Nariño, Esmeralda, Rubí, Punto Azul, Milenia 1, Corpoica Mary y Nova C.C. (Corpoica, 2005).

FEDEPAPA (2004) reporta que alrededor de 90.000 familias se encuentran vinculadas con la explotación directa de este cultivo, que genera cerca de 20 millones de jornales al año. En todo el país, el cultivo de la papa genera unos 104.456 empleos directos, junto con otros empleos que crea la cadena en torno a los procesos de distribución de insumos, empaques, maquinaria, semillas, procesamiento y comercialización.

Los cultivos de papa se encuentran distribuidos en climas fríos, con temperaturas de 13°C y altitudes de 2.000 m.s.n.m, hasta alcanzar zonas de páramo con altitudes cercanas a los 3.500 m.s.n.m. y temperaturas de 8°C. Geográficamente, las unidades de producción están dispersas principalmente en las regiones frías de la zona Andina (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2001).

Actualmente, dentro de las plagas y enfermedades que afectan al cultivo de la papa se reconoce el nematodo quiste, como una de las más importantes plagas a nivel mundial. Existen dos especies de nematodo quiste de la papa; *Globodera pallida* (Stone) Behrens y *G. Rostochiensis* (Wollenwebwer) Behrens. Los síntomas que provoca el nematodo en las plantas son el achaparramiento de la

planta, poco desarrollo foliar, tallos delgados y escasos, adicionalmente se observa la presencia de quistes adheridos a las raíces absorbentes de la planta y amarillamiento (Franco & Verastegui, 2011).

De la misma manera, el nematodo reduce el rendimiento de la papa entre el 20 y 50% cuando el nivel poblacional en el suelo alcanza entre 16 y 32 huevos/g de suelo (Greco, Di vito, Brandonisio, & Giordano, 1982). También pueden ocurrir pérdidas de hasta el 15% en cultivos que no muestran síntomas aéreos (Franco, 1981). En casos más severos el cultivo puede ser destruido completamente cuando la población del nematodo es de 64 huevos/g de suelo al momento de la siembra. (Greco & Moreno, 1992). Así mismo, causa pérdidas indirectas que resultan de los gastos adicionales que se tienen que efectuar en las medidas de control como la rotación prolongada, alto costo de nematicidas, aumento de la incidencia de la marchitez causada por hongos, bacterias, etc. y cuarentenas nacionales e internacionales. (Gonzales & Franco, 1997).

En Colombia, el nematodo fue reportado en 1971 en el departamento de Nariño y se adelantaron diversas investigaciones sobre su biología y daño hasta 1985 cuando finalizó el convenio entre Colombia y Holanda para tal fin. Así mismo, el departamento de Nariño se declaró en cuarentena para evitar la diseminación del nematodo por el país.

Siendo el cultivo de papa uno de los reglones más importantes de la economía de muchos productores del país, se hizo necesario realizar la presente investigación para identificar la distribución de las poblaciones del nematodo quiste de la papa en las zonas productoras de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca). Este proyecto se realizó en dos fases; una primer fase de campo en la que se visitaron parcelas sembradas con papa durante el estado de floración donde se realizaron encuestas semiestructuradas a los productores en cada finca, se tomaron muestras de suelo y de material vegetal que fueron llevadas a laboratorio para la identificación y cuantificación de las poblaciones presentes mediante los métodos de Fenwick y Oostenbrink. Adicionalmente se tomaron las dos parcelas que presentaron la mayor infestación, para determinar la distribución espacial del nematodo en el suelo.

### **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

La papa a nivel mundial ocupa el cuarto lugar como alimento básico desde la década de los noventa, después del trigo, el arroz y el maíz. Según cifras de la FAO (2012), Colombia produce el 14,8% del tubérculo de América latina y es tercero después de Perú y Brasil.

El DANE (2011) afirma que el cultivo de la papa en Colombia ocupa el cuarto lugar en la producción agropecuaria nacional con 2,9 millones de toneladas, siendo el noveno cultivo en extensión con 165.294 Ha. y el sexto en valor de la producción. En términos constantes, el valor de la producción en el lapso 1990-2002, creció a una tasa del 1,2%, prácticamente la misma tasa de crecimiento que presentó la agricultura sin café (1,3%). Su participación en el valor real de la producción agropecuaria nacional representó el 3,6%, el 4,3% del total del área cultivada en el país y el 10,4% de la superficie cultivada con productos transitorios. Adicionalmente, se constituye en la actividad que más utiliza los servicios de transporte terrestre, con más de dos millones de toneladas al año, cifra que se incrementa con la movilización de los insumos requeridos para su producción (Espinal, 2005).

Según Rubia (2003), el cultivo de papa en Colombia ha jugado un papel muy importante, ya que es un cultivo de subsistencia para la mayoría de campesinos colombianos de las zonas de clima frío, donde se centra su mayor producción. En Colombia, las zonas productoras de papa se encuentran distribuidas en 14 departamentos, entre los que se destacan, por su importante contribución a la producción nacional, Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia, cuyos aportes suman alrededor de 89% de la producción nacional anual para el consumo en fresco y la industria.

#### **3.1 EL CULTIVO DE LA PAPA**

El cultivo de la papa se originó en la cordillera andina, donde evolucionó y se cruzó con otras plantas silvestres del mismo género, presentando una gran variabilidad. La papa llega a Europa en el siglo XVI por dos vías diferentes: una fue España hacia 1570, y otra fue por las Islas Británicas entre 1588 y 1593, desde donde se expandió por toda Europa. Realmente el desarrollo de su cultivo comienza en el siglo XVIII, a partir de producciones marginales y progresivamente va adquiriendo cierta importancia transcurridos 200 años (Contreras, 2001).

### 3.1.1 Descripción botánica:

La papa consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semillas verdaderas tienen un solo tallo principal pueden producir varios tallos. Los tallos laterales son ramas de los tallos principales. Tiene la función de emitir raíces adventicias por lo que son ampliamente utilizadas en la multiplicación vegetativa y puede transformarse en órgano de reserva e incluso realizar la fotosíntesis mientras se mantenga verde por la presencia de clorofila en él. A continuación se describe cada una de sus partes:

- Raíces: son fibrosas, muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y sólo adquieren un buen desarrollo en un suelo mullido (Tapia, 2003).

- Rizomas: son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias. Los rizomas producen unos hinchamientos denominados tubérculos, siendo éstos ovales o redondeados (Caseres, 1980).

- Tallos: son aéreos, gruesos, fuertes y angulosos, siendo al principio erguido y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo. Los tallos se originan en la yema del tubérculo, siendo su altura variable entre 0.5 y 1 metro. Son de color verde pardo debido a los pigmentos antociánicos asociados a la clorofila, estando presentes en todo el tallo. (Santamaria, 2004).

- Tubérculos: son los órganos comestibles de la planta de papa. Están formados por tejido parenquimático, donde se acumulan las reservas de almidón. En las axilas del tubérculo se sitúan las yemas de crecimiento llamadas “ojos”, dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo (Leon, 2000).

- Hojas: son compuestas, imparipinadas y con foliolos primarios, secundarios e intercalares. La nerviación de las hojas es reticulada, con una densidad mayor en los nervios y en los bordes del limbo. (Huaman, 1986).

- Inflorescencias: son cimosas, están situadas en la extremidad del tallo y sostenidas por un escapo floral. Es una planta autógena, siendo su androesterilidad muy frecuente, a causa del aborto de los estambres o del polen según las condiciones climáticas. Las flores tienen la corola rotácea gamopétala de color blanco, rosado, violeta, etc. (Alvarado, 2003).

- Frutos: en forma de baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm. de diámetro, que se tornan amarillos al madurar. (Sumba, 2008).



### **3.1.2 Clasificación taxonómica:** (Morales, 2007).

*Reino: Vegetal*

*División: Magnoliophyta*

*Clase: Magnolipsida*

*Subclase: Asteridae*

*Orden: Solanales*

*Familia: Solanaceae*

*Género: Solanum*

*Especie: Solanum tuberosum L.*

### **3.1.3 Características del cultivo:**

En altitudes por encima de los 2500 m.s.n.m o clima frío, la papa se desarrolla adecuadamente y se obtiene la mejor productividad, presentándose un cuadro de plagas y enfermedades que afectan notoriamente este cultivo. Se cuenta con la ventaja que Colombia está en una zona tropical que presenta diferentes microclimas, lo que permite obtener dos cosechas al año. (Espinal, 2005).

Estudios realizados por Valbuena (2009) determinaron que el ciclo fenológico de la papa tiene cinco etapas de crecimiento:

- La primer etapa, se refiere al desarrollo de los brotes del tubérculo y a la emergencia de los mismos sobre la superficie del suelo.
- En la segunda etapa se presenta el crecimiento vegetativo de la planta con la elongación de tallos principales y secundarios y el crecimiento de hojas; simultáneamente ocurre el crecimiento de raíces y estolones; en esta etapa comienza el proceso de la fotosíntesis.
- La tercera etapa comprende la iniciación del crecimiento del gancho del estolón e inicia la aparición del botón floral.
- La cuarta etapa corresponde a la expansión de las células del tubérculo con la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos: Los tubérculos demandan la materia seca de la parte aérea de la planta y se llega al punto máximo del crecimiento del área foliar de la planta; la floración llega a su plenitud.

- La quinta y última etapa corresponde a la maduración del cultivo donde las hojas comienzan la senescencia, tornándose de color amarillo por el descenso de las tasas de fotosíntesis y la paulatina acumulación de materia seca en los tubérculos. El llenado del tubérculo es lento hasta alcanzar madurez fisiológica y, posteriormente, se llega a la fijación de la epidermis del tubérculo.

Valbuena (2009) afirma, que la duración de las etapas de desarrollo en el cultivo de papa, está en función de las condiciones ambientales de la zona, de la altitud sobre el nivel del mar, la temperatura ambiente, la velocidad en la acumulación de horas de brillo solar, el tipo de suelo, la variedad y el manejo agronómico, entre otros aspectos.

### **3.1.4 Variedades comerciales:**

Según FEDEPAPA, en el país existen más de 40 variedades de papa pero tan sólo 12 de ellas cuentan con importancia comercial con nichos específicos de producción en los departamentos de Boyacá y Antioquia(Covaleda, 2005).

### **3.2 El nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.):**

A nivel mundial los nematodos quiste de la papa son considerados como la plaga más importante del cultivo, debido a su patogenicidad, que se manifiesta en la reducción de rendimientos en este cultivo. Se han identificado dos especies de nematodo quiste que afectan el cultivo, *Globodera pallida* (Stone) Behrens y *G. Rostochiensis* (Wollenwebwer) Behrens. Se considera que estos nematodos son originarios de los países andinos, especialmente Perú y Bolivia (Rowe & Evans, 2002.).

En el aspecto fitosanitario el cultivo de la papa en Colombia presenta diversas enfermedades que afectan el desarrollo y rendimiento del cultivo, la gota (*Phytophthora infestans* Mont, de Bari), sarna de la papa (*Spongospora subterranea* Wall), Mortaja blanca (*Rosellinia* spp. *Sivanesan and Holliday.*), costra negra (*Rhizoctonia solani* KÜHN), pudrición blanda (*Erwinia carotovora* Winslow) y sarna común (*Streptomyces scabiae* ex Thaxter). (CORPOICA - FEDEPAPA, 1996). Al mismo tiempo se encuentra el nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) del cual poco se ha investigado en el país siendo uno de los fitopatógenos más limitantes del cultivo en otros países como Perú y Ecuador.

### 3.2.1 Características morfológicas y anatómicas:

El nematodo quiste de la papa, *Globodera* spp, es un endoparásito sedentario que provoca problemas a nivel mundial en el cultivo de papa, debido a los daños que causa en las raíces. (Rubia, 2003). Además de la papa, *Globodera* spp. tiene hospederos alternativos como; *Solanum sarachoides*, *S. dulcamara*, *S. rostratum*, *S. triflorum*, *S. elaeagnifolium*, *S. xantii*, *S. integrifolium*, algunas especies del género *Lycopersicon* y *Datura stramonium*, en consecuencia los hospederos son relativamente reducidos (Franco et al, 1993).

El cuerpo del macho oscila entre los 300 a 1,000  $\mu\text{m}$  de largo por 15 a 35  $\mu\text{m}$  de ancho. Tiene generalmente forma de anguila con cuerpo liso no segmentado, sin apéndices. Este nematodo tiene dimorfismo sexual y las hembras se hinchan en la madurez con forma de pera o cuerpos esferoides. La hembra toma una tonalidad blanca o amarilla según la especie y se ve traslúcida permitiendo observar el contenido, a menudo posee estrías u otros detalles y esta va desplegando la muda a través de sus distintas etapas juveniles. Este nematodo fitoparásito posee un estilete hueco o lanza que utiliza para perforar las células vegetales (Cartaya, 2008).

En la Figura 1, se observan las diferencias en el sistema reproductor que ha desarrollado *Globodera* spp. durante su estado adulto, a la izquierda está el macho que posee un testículo, una vesícula seminal y termina en un orificio común con el intestino llamado cloaca; tiene un par de espículas copuladoras que sobresalen del cuerpo y a la derecha la hembra, que tiene dos ovarios seguidos por un oviducto que termina en la vulva. (Cartaya, 2008)

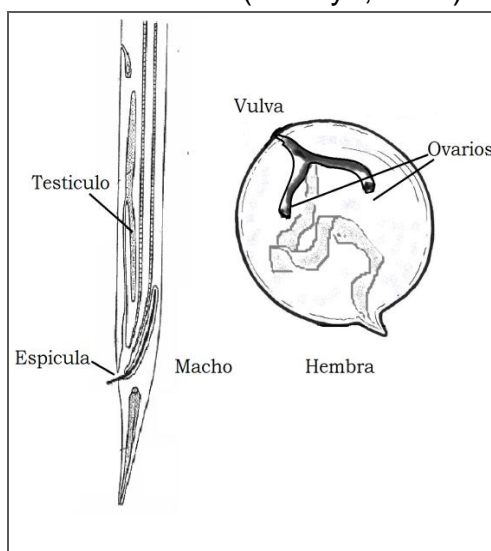


Figura 1: Diferencias entre macho y hembra en estado adulto.  
Fuente: Modificado por Carrion de Cartaya 2008.

Ubicación taxonómica:

*Phylum: Nematoda*

*Clase: Secernentea*

*Orden: Tylenchida*

*Familia: Heteroderidae*

*Sub familia: Heteroderinae*

*Género: Globodera pallida (Stone),  
Globodera rostochiensis (Wollenweber)*

### **3.2.2 Ciclo de vida y biología del nematodo quiste:**

El quiste representa el cuerpo de la hembra adulta con los huevos en su interior, el cual al final de la vida de la hembra, endurece, oscurece su cutícula y se desprende de la raíz de la papa, quedando como inóculo en el suelo. En el interior de los quistes se pueden encontrar juveniles y huevos. El número de juveniles y huevos al interior del quiste es muy variable, incluso se pueden encontrar algunos quistes vacíos (Hernandez & Colom, 1999).

En el interior del quiste los juveniles pueden pasar por una fase de reposo, en la cual la capacidad de eclosión o emergencia se ve disminuida o interrumpida, en función de las condiciones ambientales: temperatura (a más de 30-35 °C quedan inactivos) y de la iluminación (a iluminación constante no existe reposo). La eclosión también depende de la variedad cultivada. Cuando las condiciones son favorables, los huevos comienzan su desarrollo embrionario hasta alcanzar la fase juvenil de primer estado en la que el juvenil se encuentra doblado en el interior de la cubierta del huevo. (Comunicación I+D Agroalimentaria, 1994).

Tras atravesar una muda pasan a la 2ª fase juvenil que emerge del huevo, por la acción estimulante de los exudados radiculares, emanados de las plantas huéspedes. Los juveniles de la 2ª fase, libres en el suelo, buscan raíces de una planta hospedera a la que infectan, por lo que constituyen el estado infectivo. Se establecen en la raíz, y comienzan a alimentarse los juveniles mediante las sustancias enzimáticas inyectadas a través del estilete, provocando a nivel de los tejidos más internos, la formación de células gigantes multinucleadas (sincitios) que se forman por la disolución de las paredes. Luego absorben las sustancias nutritivas hasta que el nematodo alcanza su completa madurez. La penetración de los juveniles hasta los vasos conductores de savia se realiza a nivel de los pelillos radiculares, cerca de la cofia. (Franco J. , 1981).

Cuando los juveniles de 2ª fase no emergen de los huevos, las observaciones indican que se ha debido a la inexistencia de exudados radiculares o P.D.R., como se denomina en inglés (Potato Diffused Root), entonces se dice que están en estado de quiescencia, o bien porque aunque existe P.D.R., no se dan una serie de requerimientos específicos necesarios para la emergencia, a lo cual se denomina estado de diapausa (Brodie, Evans, & Franco, 1993). La salida de los juveniles se produce de forma escalonada durante varios años y a medida que pasan los años, la proporción de huevos viables en el interior de los quistes decrece poco a poco (Martinez & Gutierrez, 1999).

El juvenil de 2ª fase, aumenta de tamaño pasando a través de las 3ª y 4ª fases juveniles (tras la 2ª y 3ª mudas). En la 3ª fase juvenil, empiezan a formarse los órganos reproductores. El macho se alarga y se repliega sobre sí mismo dentro de la cutícula del tercer estado juvenil. Tras la 4ª muda el macho se transforma en un gusano alargado y delgado, abandona la raíz y vive en la rizosfera, donde busca a las hembras para fecundarlas. El macho es atraído por la sustancia emitida por la hembra joven, llega hasta ella y se aparea, tras fecundarla muere, ya que solo puede vivir en el suelo unos diez días (Franco J. , 1981).

El juvenil hembra, al madurar se hace globosa y provoca la ruptura del tejido radicular, sobresaliendo al exterior de la raíz con casi todo su cuerpo. Es de color blanquecino y de gran tamaño y en su interior contiene los huevos (Figura 2). Algunos huevos se desarrollan inmediatamente produciendo juveniles que salen al exterior para buscar nuevas raíces. Durante la floración de la papa, es posible ver las hembras adultas sobre las raíces observándolas detenidamente, pues aparecen como bolitas de color blanco perlado (Hernandez & Colom, 1999).

Al final de su vida, el cuerpo de la hembra se transforma en un quiste, que pasa por las coloraciones de marrón claro a marrón oscuro como se observa en la Figura 2. En la cosecha de la papa, los quistes se desprenden de la raíz y quedan en el suelo, que así protegidos, pueden sobrevivir en estado de quiescencia más de 20 años, hasta que los exudados radiculares del siguiente cultivo de papa estimulen la emergencia de juveniles que darían origen a un nuevo ciclo (Hernandez & Colom, 1999).

En las condiciones agroecológicas de Colombia, el nematodo tiene una generación al año, aunque puede alcanzar a dos, dependiendo de que la variedad de papa cultivada sea precoz o tardía. *Globodera* spp. puede completar su ciclo en tres meses, no obstante la duración de éste depende estrechamente de las condiciones climáticas (temperatura e iluminación), edáficas (humedad del terreno, pH, etc.) y del cultivo. Las fases juveniles en las raíces suele durar un mes y

medio aproximadamente. Tras este periodo, aparecen las hembras jóvenes blancas que después de 10 -15 días se tornaran de un color blanco a crema. En esta fase suelen permanecer varias semanas y después mueren transformándose en quistes de color marrón (Nieto L. , 1976). La temperatura óptima para la eclosión de quistes de *Globodera* spp. es de 15°C con una alta proporción de juveniles de segundo estado que inmediatamente después de la eclosión, buscan y penetran la raíz del hospedante justo entre las puntas de las raíces, y se movilizan hacia arriba hasta que reciben una señal específica, de tipo química, para comenzar a alimentarse en el sitio. (Castillo, 2008).

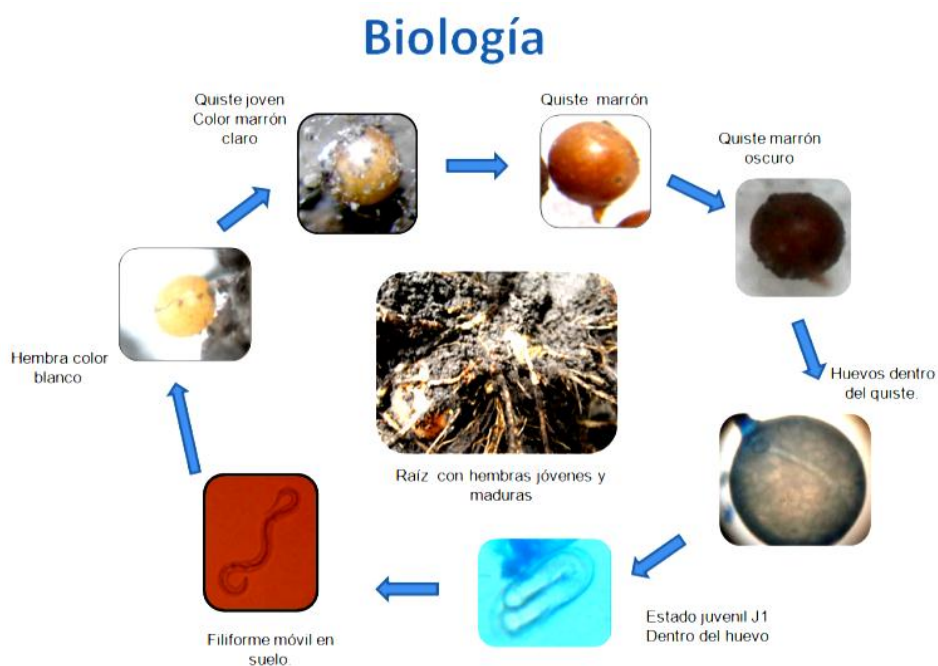


Figura 2: Ciclo biológico nematodo quiste.  
Fuente: Modificado por Hio *et al.* de Stone 1977.

Los adultos y juveniles de *Globodera* spp. se pueden diseminar a través de tubérculos, raíces, estolones y tallos. Los quistes son las etapas más persistentes del ciclo de vida de *Globodera* spp. Cada nuevo quiste contiene cerca de 500 huevos (Smith, 1997).

Las hembras de *Globodera rostochiensis* se desarrollan pasando por una fase amarilla - dorado antes de tomar una coloración marrón. Las hembras de *G. pallida* son de color blanco o crema (figura 3), antes de adquirir el tinte marrón. (Mai *et al.*, 1980, Smith *et al.*, 1997).

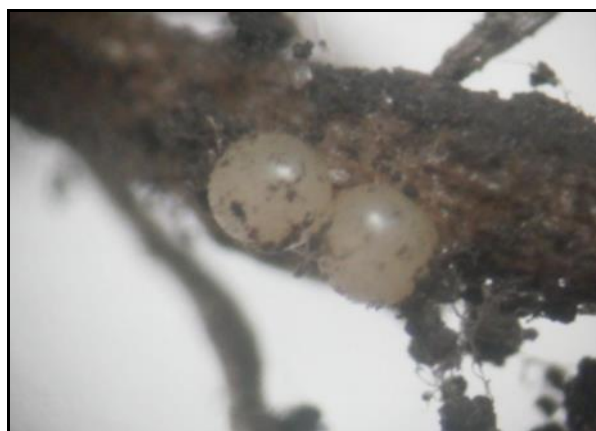


Figura 3: Hembras de *G. pallida* adheridas a raíces de papa.  
Fuente: Diego Rojas. (2013)

### 3.2.3 Ecología y distribución:

La temperatura, humedad y aireación del suelo afectan a la supervivencia y al movimiento de los nematodos en el suelo. Su mayor presencia está entre los 0 a 15 cm. de profundidad, en donde se encuentra la capa arable. (Evans, 1968).

La diseminación del nematodo, se realiza por suelo contaminado que puede ser llevado o transportado por la maquinaria, vehículos, herramientas de trabajo, envases, empaques, irrigación, el drenaje de agua, patas de animales, semillas infestadas, y en la tierra adherida en los tubérculos. No logra recorrer más de un metro de distancia, por su propio medio, sin embargo se moviliza con mayor rapidez en películas delgadas de agua. (Barriga, 1995).

### 3.2.4 Síntomas y Daños:

El nematodo quiste de la papa no causa inmediatamente síntomas aéreos y puede permanecer por años en el suelo sin ser detectada su presencia. En suelos con presencia de *Globodera* spp. se observa en el cultivo unos síntomas que se agudizan durante la etapa de floración, los cuales comprenden;

- Marchitez.
- Amarillamiento de hojas.
- Foliolos retardados y pequeños
- Enanismo.
- Tallos delgados.

- Desarrollo retardado de la planta.
- Escaso número de botones florales.
- Disminución considerable en tamaño y producción de tubérculos.
- Escaso desarrollo de raíces (Cartaya, 2008).

Los nematodos afectan principalmente la actividad de las raíces, disminuyendo el área de contacto entre la planta y el suelo, restringiendo la capacidad de adsorción de elementos como el nitrógeno, potasio y fósforo, esto da lugar a un menor número de tubérculos, que son a su vez más pequeños. En la Figura 4 se observan los síntomas en la parte aérea de la planta causados por *Globodera* spp. (Rosende *et al.*, 2003).



Figura 4: Distribución del daño en el cultivo de papa causado por *Globodera* spp.  
Fuente: Yamit Carrión (2013).

### **Daños:**

El rendimiento de la papa es reducido entre 20 y 50% cuando el nivel poblacional del nematodo en el suelo alcanza entre 16 y 32 huevos/g de suelo (Greco, Di vito, Brandonisio, & Giordano, 1982). También pueden ocurrir pérdidas de hasta el 15% en cultivos que no muestran síntomas aéreos (Franco J., 1981). El cultivo inclusive puede ser destruido completamente cuando la población del nematodo al momento de la siembra es de 64 huevos/g de suelo (Greco & Moreno, 1992).



Una alta población de nematodos detiene el desarrollo de la planta y causa su muerte prematura, presentándose además una proliferación de raíces laterales. Durante la floración, las hembras del nematodo, en su estado blanco o amarillo irrumpen a través de la epidermis de la raíz (Franco J., 1981).

### 3.2.5 Manejo

El manejo del nematodo quiste de la papa comprende varias técnicas y su utilización depende del acceso a la tecnología necesaria y las posibilidades de su implementación en las zonas productoras de papa. Un manejo integrado usualmente no elimina los nematodos pero pueden mantener el nivel de población a un nivel bajo umbrales económicos (Smith *et al.*, 1997).

- Manejo Químico: es ampliamente conocido y consiste en la utilización de dos tipos de nematicidas, los fumigantes del suelo y los no fumigantes. Los primeros son productos de amplio espectro biocida que penetran en el espacio aéreo del suelo y matan a los nematodos pues actúan contra los juveniles en el interior de los quistes (Barker, *et al.*, 1998). El fumigante que controla de manera más eficiente a *Globodera* spp. y que consigue mantener las densidades poblacionales bajas es el 1,3-dicloropropeno. Como producto fumigante alternativo está el Metam sodio, que es el que se emplea mayoritariamente para el control de *Globodera* spp (Alonso, 2007).
- Manejo Biológico: aún se encuentra en investigaciones preliminares, sigue siendo una alternativa para el control de *Globodera* spp. El control de quistes por *Acremonium incrustatum* y *Paecilomyces carneus* que penetran y desarrollan su micelio sobre el corion y en los huevos dentro del quiste. En pruebas de laboratorio se demostró que su crecimiento es tan rápido que los conidióforos de los hongos emergen del quiste y se observa la formación de esporas a las 72 horas después de inoculados (Nuñez, 2002).
- Manejo cultural: se habla específicamente de la rotación de cultivos, que se emplea cuando la población de nematodos es suficientemente alta y potencialmente perjudicial. La rotación con el cultivo de haba, disminuye la población de *Globodera* spp, por ser éste un cultivo no hospedante de este nematodo. Otras prácticas comprenden la limpieza de maquinaria y herramienta al momento de trabajar en diferentes parcelas, esto con el objetivo de evitar la proliferación del nematodo a través de suelo contaminado adherido a las herramientas de trabajo (Franco, Gonzalez, & Matos, 1993).
- Manejo físico: su uso aún está en etapa de desarrollo y está restringido a producciones de pequeña escala, las practicas evaluadas en este método

son: el tratamiento de suelo con calor, la inmersión de plantas en agua caliente, electricidad, radiación y ondas ultrasónicas (Franco, Gonzalez, & Matos, 1993).

#### **4. MARCO LEGAL DE LA INVESTIGACION**

Según la Constitución Política de Colombia (1991) esta investigación está dentro de los términos legales presentes y vigentes que enmarca el proceso de investigación en el país, de esta manera se hace referencia en los artículos 20, 27 y 67 donde se garantiza a toda persona la libertad de expresar y difundir su pensamiento y opiniones, la de informar y recibir información veraz e imparcial, y la de fundar medios masivos de comunicación, se garantiza las libertades de enseñanza, aprendizaje e investigación viendo la educación como parte fundamental en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente.

Desde la Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto), el sistema de investigaciones en Uniminuto está planteado por unos principios en donde se fundamenta la enseñanza para pensar, para investigar y crear conocimiento, para transformar la realidad en un proceso que vincula la teoría y la práctica. La Investigación se ve como elemento fundamental del que hacer universitario y está ligado a la práctica social y profesional de los estudiantes y docentes (Juliao, 2008)

Finalmente, desde el programa de Ingeniería Agroecológica, la investigación, entendida como la generación de conocimiento, es una función central de la actividad académica de Uniminuto y del programa de Ingeniería Agroecológica, que permite construir comunidad académica, fortalecer el desarrollo científico y tecnológico y contribuir a la solución de los problemas del sector rural colombiano. Para el logro de este propósito, el programa trabaja sobre el objetivo institucional de “hacer de la Investigación Formativa el eje articulador tanto de la docencia como de la proyección social de la Institución universitaria en sus diversos servicios a la comunidad”<sup>4</sup>, de forma tal que la investigación articule estrechamente la formación con la función de extensión del programa de Ingeniería Agroecológica (Acevedo, 2012).

En el campo de la Agroecología la investigación se basa en los enfoques sistémico y participativo; es decir, aborda diversos aspectos de la vida rural (económico-productivo, ambiental y sociocultural) e integra conocimientos académicos con saberes locales, de tal forma que las metodologías para su desarrollo privilegian técnicas de investigación interdisciplinaria y transdisciplinaria

(equipos de investigación entre académicos y agricultores) en los que el estudio de problemas reales de las comunidades rurales, constituye fundamento en la determinación de problemas de investigación.

## 5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia, alrededor de 90.000 familias se encuentran vinculadas con la producción directa de papa y en él se generan cerca de 15 millones de jornales al año; según las estadísticas agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la papa generó durante el 2009 un total de 77.369 empleos directos y 232.108 empleos indirectos.

A nivel regional, cerca del 85% del área cosechada y de la producción de papa se concentra en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Es el alimento de origen agrícola de mayor consumo por habitante en el país, estadísticas del DANE afirman que poblaciones con niveles de ingreso medio – inferior destinan cerca del 3% de su gasto en alimentos, a la compra de este tubérculo.

En Colombia el nematodo quiste de la papa, *Globodera* spp, fue detectado por primera vez en 1971 por el servicio nacional de sanidad vegetal del ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). Posteriormente, se firmó el convenio entre Colombia y Holanda para avanzar trabajos de investigación y se demostró que el nematodo estaba presente para ese entonces en los departamentos de Nariño y Cauca. Por lo que se estableció un estado de cuarentena para el departamento de Nariño. Esta resolución fue derogada en el año 2004 ya que no existen los estudios necesarios para establecer la distribución real de del nematodo en las zonas productoras de papa de Colombia (Nieto, Agudelo, & Dees, 1983). Esta situación permitió la dispersión del nematodo por las diferentes zonas productoras del país mediante el transporte de semilla infestada y maquinaria contaminada y ahora se evidencia su presencia en los reportes de afectaciones causadas por el nematodo principalmente en Cundinamarca y Boyacá (Arciniegas, 2012).

Por otra parte, el nematodo quiste de la papa, es considerado uno de los problemas más importantes del cultivo, por su capacidad de supervivencia de hasta 15 años sin su hospedero principal y la considerable disminución en la producción, por tal razón se establece dos tipos de pérdidas relacionadas con infestaciones de nematodo; las directas debidas a pérdidas de rendimiento que pueden llegar hasta un 15% en cultivos que no muestran síntomas aéreos y el rendimiento puede reducirse en 2 toneladas por hectárea cuándo la infestación

aumenta a 20 huevos por gramo de suelo y las indirectas debidas a gastos de manejo y cuarentena (Franco J. , 1981).

## **6. JUSTIFICACIÓN:**

El cultivo de la papa en Colombia es típicamente de manejo convencional y minifundista. Según los datos del DANE (2004), el 95% de las unidades productoras de papa son menores a 3 hectáreas y de este porcentaje el 79% es menor de 1 hectárea; el 3% tienen un tamaño entre 3 y 5 hectáreas y el 2% restante es mayor de 5 hectáreas, en las cuales se practica el manejo de suelo con maquinaria agrícola que utiliza de manera compartida y sin el adecuado aseo se convierte en un mecanismo de dispersión del nematodo, además, el uso de semillas de distintas zonas acelera la dispersión del nematodo en forma de quistes adheridos a tubérculos a zonas cada vez más lejanas del sitio de origen de la semilla. Además el desconocimiento de enfermedades emergentes como el nematodo quiste de la papa, genera un conjunto de elementos que han acelerado la diseminación de este patógeno por todas las zonas productoras del país, el incremento de los costos de producción y una considerable disminución en los rendimientos del cultivo (Rubia, 2003).

Adicionalmente, dentro del marco de investigación agropecuaria en Colombia, la investigación de plagas y enfermedades de la papa esta priorizado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Corpoica, 2013). Por tal motivo el estudio del nematodo quiste de la papa, en su condición de plaga reemergente, está vinculado a la agenda quinquenal de investigación con el objetivo de desarrollar un paquete tecnológico para el manejo del nematodo que comprende una delimitación de las zonas paperas infestadas, realizar un manejo adecuado con el fin de reducir las poblaciones de nematodos y simultáneamente mejorar el rendimiento de producción a través de la conservación de la fertilidad del suelo, el cuidado del agua y del agroecosistema mismo, encaminado a un manejo integrado del cultivo (Franco, 1993).

Este proyecto hace parte de la primera fase de estudio definida por la red de raíces y tubérculos para establecer la localización del nematodo en Colombia y cuantificar su daño. Por tal motivo, se realizó la presente investigación con el objetivo de determinar la distribución del nematodo quiste de la papa en las zonas productoras de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca) que permitan a futuro, la generación y vinculación de tecnologías para efectuar un manejo eficiente del nematodo sin causar daños al medio ambiente y que sean económicamente viables para los productores.

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 Objetivos General**

Conocer la distribución poblacional del nematodo quiste de la papa *Globodera* spp, en las dos zonas productoras ubicadas en los municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).

### **7.2 Objetivos específicos**

- Georeferenciar cada zona productora de papa con presencia del nematodo *Globodera* spp. en los municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca).
- Cuantificar la población total de *Globodera* spp. asociada al ciclo fenológico de floración en el cultivo de la papa en los Municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca).
- Identificar la distribución de la población del nematodo *Globodera* spp. en dos parcelas en los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).

## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto hace parte de la línea de investigación de Protección ecológica de cultivos del programa de Ingeniería Agroecológica de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Minuto de Dios y hace parte de del macroproyecto denominado “Generación y vinculación de tecnologías para mejorar la productividad y calidad de la papa para consumo en fresco y agroindustrial en la zona Andina” desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA y es financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

El proyecto planteó dos fases de estudio: una fase se de campo, en las veredas productoras de papa de cada los municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá) en donde se realizaron muestreos de suelo y material vegetal. La segunda fase se ejecutó en el laboratorio de fitopatología del C.I Tibaitatá de CORPOICA que se encuentra ubicado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca) en el Km 14 de la vía Bogotá – Mosquera

El municipio de Tausa se encuentra ubicado a 65 km. al norte de Santa Fe de Bogotá D.C. en el sector nororiental del departamento de Cundinamarca, La cabecera municipal de este municipio se localiza a los 5° de latitud norte y a los 73°54' de longitud oeste de Greenwich y a una altitud de 2.931 m.s.n.m.

El municipio de Ventaquemada se encuentra ubicado a 98 Km. de Bogotá D.C en el sector sur del departamento de Boyacá, la cabecera municipal se localiza a los 5°21' de latitud norte y a los 73°31' de longitud oeste de Greenwich y a una altitud de 2.630 m.s.n.m.

### **8.1 Georeferenciación de cada zona productora de papa con presencia del nematodo *Globodera* spp. en los municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca).**

Para cumplir con el primer objetivo se realizó una reunión con investigadores de la Corporación colombiana de investigación agropecuaria (CORPOICA), donde se definieron las áreas de muestreo en los dos municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá). Estos municipios fueron seleccionados por ser los de mayor producción de papa en Colombia, por otra parte, reportes hechos por Fedepapa y agricultores, indican que en estos municipios están siendo afectados por el nematodo quiste de la papa, de tal manera, este estudio pretende verificar estas hipótesis (Arciniegas, 2012).

Se utilizó una herramienta de software Arcgis, es un programa de mapeo capaz de trabajar con información de cualquier tipo u origen para establecer graficas completas de información en temas de estudio como ecología de poblaciones.

Con el que se realizó un mapa de cada municipio en donde se observa la distribución geográfica de la población de nematodo quiste encontrada en cada vereda y su nivel de infestación.

Para realizar la selección del número de muestras representativas se utilizaron los datos arrojados por el censo nacional agropecuario y la base de datos de Agronet. Se identificó el área sembrada en hectáreas y utilizando la fórmula de muestra representativa se determinó el área a muestrear, luego se distribuyeron esas áreas en el número de unidades productivas agrícolas reportadas en papa por Agronet. De esta manera se seleccionaron 40 fincas para hacer el muestreo y se establecieron el número de fincas para cada una de las zonas productoras de papa de cada municipio, de esta forma se tomaron 25 fincas en Tausa y 15 en Ventaquemada.

Posteriormente se realizó el contacto con las unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria (UMATA) de cada municipio y a las alcaldías municipales para establecer las veredas de mayor producción de papa de cada municipio. De esta manera se estableció las veredas a visitar y se definieron el número de fincas por cada vereda empleando como criterio que el cultivo potencial a muestrear estuviera en etapa de prefloración – floración. De esta manera la muestra representativa se distribuyó de la siguiente forma:

Tabla 1: Veredas productoras del municipio de Tausa.

<b>Municipio de Tausa (Cundinamarca)</b>	<b>Vereda</b>	<b>N° Fincas</b>
	Rasgatal Alto	7
	Paramo Alto	3
	Paramo Bajo	5
	Lagunitas	6
	Salitre	4

Fuente: I Censo Nacional de Papa Cundinamarca (2001).

Tabla 2: Veredas productoras del municipio de Ventaquemada.

<b>Municipio de Ventaquemada (Boyacá)</b>	<b>Vereda</b>	<b>N° Fincas</b>
	La Mesa	1
	El Hato	1
	Jurpa	3
	San José de Gacal	3
	Matanegra	2

	Montoya	3
	Compromiso	2

Fuente: Mapa distribución del territorio municipal (2010).

Se realizó una verificación de instrumentos, material y equipos necesarios para el desarrollo del proyecto, como resultado se obtuvo una lista para la fase de campo y otra para la fase de laboratorio. Paralelamente se diseñó un formato de recolección de información que contó con la participación de un grupo transdisciplinario de profesionales. Para la construcción de la encuesta se tuvo en cuenta, que los datos a tomar permitieran relacionar algunas características (topografía, textura y manejo de suelo, orientación de surcado, tipo de riego, variedad de papa utilizada, área sembrada y rotación) de los predios con las características biológicas del fitoparasito.

### **Fase de campo**

En cada zona productora de papa de los municipios se realizó la caracterización de la finca y posteriormente se realizaron los muestreos de suelo y de material vegetal, en el cultivo durante los estados fenológicos de prefloración y floración, momento en el que presentan la mayor población de nematodos en el suelo y raíces de plantas de papa. Después de la caracterización del predio, se procedió a consolidar la información en la encuesta previa, está se realizó mediante la técnica de entrevista semi-estructurada, adicionalmente se realizó una georeferenciación en donde se ubicaron las coordenadas geográficas de la finca. El material fue llevado a laboratorio para su respectivo análisis que se explica en la fase de laboratorio. El muestreo de suelo y de material vegetal se realizó conforme a los protocolos de muestreo que se explican a continuación.

### **Muestreo de Suelo:**

Los muestreos se realizaron mediante el método propuesto por Oostenbrink modificado por Dees en 1985.

- a) Se realizó un muestreo sistemático en el estado fenológico de prefloración y floración, recorriendo el campo en transeptos cada cinco surcos, como se observa en la figura 5.





Figura 5: Representación de un muestreo sistematico en transeptos.

Fuente: Modificado de Guerrero (1971).

- b) Se realizaron 4 recorridos en transeptos por los surcos y se tomaron 15 submuestras en cada recorrido (7 a la derecha y 8 a la izquierda).
- c) En cada finca se tomaron 60 submuestras de suelo utilizando el barreno de 5 cm de largo por 1 cm de diámetro, en la capa arable (15 a 20 cm de profundidad) para tomar una muestra aproximada de 300 a 400 gr de suelo.
- d) Previamente se mezclaron las 60 submuestras para conformar una muestra homogénea de la finca.
- e) Se colocó cada muestra en bolsas de papel kraft debidamente etiquetadas con la información del formato y los datos de la finca donde se tomó cada muestreo.
- f) Las muestras fueron transportadas al laboratorio en una nevera de icopor.

### **Muestreo de material vegetal (para predios con síntomas)**

El muestreo de material vegetal se realizó mediante el método propuesto por Casso (1993) y permite identificar el grado de infestación en suelos causado por *Globodera* spp.

- a) Se observaron y caracterizaron los focos sintomáticos en campo.
- b) Se tomaron 30 plantas al azar en el lote.
- c) Se tomaron muestras compuestas de raíz hasta completar 50 gr, teniendo en cuenta la sintomatología observada en la planta.
- d) Posteriormente se empacaron en bolsa de papel kraft y luego una bolsa de plástico, se etiquetó y se trasladó al laboratorio en una nevera de icopor.

## **8.2 Cuantificación de la población total de *Globodera* spp. asociada al ciclo fenológico de floración en el cultivo de la papa en los Municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca).**

## Fase de laboratorio

La segunda fase, de laboratorio se realizó en el laboratorio de fitopatología del C.I Tibaitatá a donde llegaron las muestras de suelo.

### 1. Preparación de muestras:

Cada muestra de suelo fue homogenizada, luego se tomaron 100 cm<sup>3</sup> de cada una de las muestras para procesar directamente por el método de Oostenbrink utilizado para extracción de nematodos juveniles de 2<sup>a</sup> fase móviles en suelo , las fracciones de muestra sobrante fueron trasladadas a secado a temperatura ambiente (figura 6) luego se tamizaron todas las muestras en un tamiz N° 60 y finalmente utilizando una gramera se tomaron 100 cm<sup>3</sup> con el objetivo de procesarlas por el método de Fenwick para extracción de quistes. El proceso de los métodos de Fenwick y de Oostenbrink se explica a continuación:



Figura 6: Muestras en etapa de secado a temperatura ambiente.  
Fuente: Diego rojas. (2013)

### Metodo de Fenwick para extracción de quiste en suelo:

- a) La muestra totalmente seca, se pasó al tamiz N° 16 (1,19 mm), del cual se tomaron 100cm<sup>3</sup>. Para procesarlos en levigador de Fewinck (Figura 7), con el fin obtener quistes de *Globodera* spp. (Guerrero O. , 1986)



Figura 7: Levigador de Fenwick para la extracción de quistes.  
Fuente: Diego Rojas. (2013)

- b) Se procesó la muestra por el Levigador de Fenwick y se lava con agua hasta que el tamiz superior solo quede retenidos: piedras, restos de raíces y material orgánico.
- c) Se recogió el material que sale del levigador en un tamiz n° 60 (0,250 mm).
- d) Se lavó el tamiz con ayuda de un frasco lavador y se dejó escurrir en papel filtro colocado en un embudo. El material recolectado de este proceso es en parte quistes y otros materiales presentes en el suelo, se dobla el papel de manera que quede en forma de triángulo y se deja secar a temperatura ambiente a la sombra.
- e) Luego de verificar que la muestra estaba seca, se vertió en un Balón aforado de 500 cc. y se añadió agua con azúcar mezclada homogéneamente hasta la mitad del balón, se agitó fuertemente y se llenó de agua azucarada hasta el cuello con el fin de subir los quistes y otros materiales livianos.
- f) Se vació el material que flota en el cuello del balón a un papel filtro puesto en un embudo (Guerrero, 1986).
- g) Al secarse la muestra en el pañuelo de papel se colocaron en una hoja de papel blanco el material.
- h) Mediante un estereoscopio y una caja de petri con cuadrícula, se realizó el conteo de quistes y se determinó la población de quistes en la finca muestreada (numero de quistes/gramo de suelo) (Rubia, 2003).

**Metodo de Oostenbrinck para extracción de juveniles de 2ª fase móviles en suelo:**

- a) La muestra se desempacó y directamente se paso por el tamiz N° 16 (1,19 mm), del cual se tomaron 100cm<sup>3</sup>. Para procesarlos en levigador de Oostenbrick, con el fin obtener juveniles de 2ª fase de *Globodera* spp. (Guerrero O. , 1986) El levigador de Oostenbrick, como se observa en la figura 8, consiste en un embudo colocado sobre un tanque metálico, con un contraflujo de agua de abajo hacia arriba.



Figura 8: Levigador de Oostenbrink para extracción de Juveniles de 2ª fase.  
Fuente: Diego Rojas. (2013)

- b) Se colocó la muestra en el tamiz superior del Levigador de Oostenbrink y se lavó con agua hasta que en el tamiz solo quedaron retenidos: piedras, restos de raíces y material orgánico.
- c) Se recogió el material que sale del levigador en unos tamices colocados en orden de mayor a menor: n° 60 (0,250 mm), 140 (0,105 mm) y 325 (0,044 mm).
- d) Se lavó el tamiz N° 60 (0,250 mm) con ayuda de un frasco lavador y se deja escurrir en el tamiz N° 140 (0,105 mm), de este se lava nuevamente y se deja escurrir en el tamiz N° 325 (0,044 mm).
- e) Se lavó el material de este último tamiz y se recoge en un beaker plástico.

- f) El contenido del Beaker se vació en un tamiz metálico N° 40 (0,420 mm) el cual previamente se había ubicado un anillo metálico, sosteniendo el pañuelo de papel sobre la superficie del tamiz y se coloca en un plato con agua. Se dispuso de 12 – 24 horas en reposo la muestra como se observa en la figura 9.



Figura 9: Filtro de pañuelo en papel para la separación de juveniles de 2<sup>a</sup> fase en suelo.

Fuente: Diego Rojas. (2013)

#### **observacion de material vegetal para conteo de hembras y quistes adheridos a raiz:**

- a) Se desempaco y se procedió a pesar 10 g. de cada una de las muestras recolectadas en campo.
- b) Se observó mediante el estereoscopio cada submuestra de 10 g.
- c) Se realizó un conteo de hembras aderidas juvenes y maduras (quistes).

#### **Claves para identificacion de género y especie de nematodos:**

La identificacion de género y especie se realizó en hembras juvenes mediante el uso de las claves establecidas por Evans y Stone en 1977 y compiladas por el CABI (Centre for Agricultural Bioscience International) en 2001 en la ficha tecnica de analisis de riesgo para *Globodera* spp.

#### **8.3 Identificación de la distribución poblacional del nematodo *Globodera* spp. en dos parcelas sembradas con papa en los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).**

Para el cumplimiento del tercer objetivo se realizó una selección de 2 fincas donde se observaron los síntomas y en donde se confirmó la presencia de nematodo mediante el método de Fenwick. Se seleccionaron para observar la distribución de la población de quistes en el suelo asociado al estado fenológico de floración, en donde se tomó una finca en el municipio de Tausa y la otra en el municipio de Ventaquemada, en la cuales se realizaron los muestreos en grilla.

Así mismo se realizó un muestreo destructivo de material vegetal (raíz). El muestreo en grilla se realizó mediante la siguiente metodología:

### **Muestreo en grilla para determinar distribución del nematodo en el suelo:**

El muestreo en grilla se realizó mediante el método de Roberts (2000).

- a) Se midió el predio sembrado cuya área debe ser máximo de 1000 m<sup>2</sup>.
- b) Se trazó un camino inicial y se marcó un punto de partida siguiendo la orientación de los surcos (figura 10).
- c) Se marcaron puntos cada 10 m dentro del área y se tomaron muestras como se observa en la figura 6 hasta completar 5 sub muestras.
- d) Se tomaron 200 gr de suelo a 20 cm de profundidad empleando el barreno de 20 cm de largo por 2 cm de diámetro.
- e) Se georreferenció cada punto.
- f) Se colocó en bolsa y guardó cada muestra en una nevera de icopor.
- g) Se contaron 5 surcos y al sexto se volvió a empezar el procedimiento.
- h) Se tomaron muestras de 6 surcos para un total de 30 muestras.
- i) Muestreo de Material vegetal (para predios con síntomas):

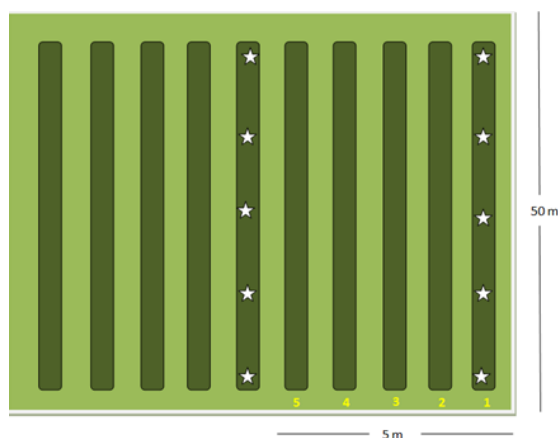


Figura 10: Diagrama de un muestreo en grilla.  
Fuente: Modificado de Roberts (2000).

### **Organización y análisis de la información de la investigación**

La información de las encuestas realizadas durante los muestreos y los resultados obtenidos en laboratorio se transfirieron a una base de datos en tablas de excel (ver anexos).

La información se analizó tomando como referente los estudios realizados en Perú y Bolivia sobre distribución de las poblaciones del Nematodo quiste en zonas productoras de papa. Por tal motivo se utilizaron las escalas de infestacion utilizadas en estos estudios y que se describen a continuación:

Tabla 3: Niveles de infestación de los suelos por *Globodera* spp. y pérdidas de rendimiento, en base al número de quistes por gramo de suelo.

<b>Grado infestación de suelo</b>	<b>Quiistes/g suelo</b>	<b>Perdidas de rendimiento (%)</b>
Limpio	0	0
Infestación incipiente	1 – 5	5
Población baja	5.1 – 15	13
Población media	15.1 – 35	45
Población Alta	> 35	58

Fuente: Lanza, 1996; Tola, 1997; Peralta, 1995; Main, 1994; Esprella, 1993.

Tabla 4: Infestación de los suelos por *Globodera* spp. a través de la observación directa de quistes en raíces de plantas de papa.

<b>Grado</b>	<b>Presencia de quistes en raíces</b>	<b>calificación</b>
0	No hay quistes	Nula
1	Pocos quistes, difíciles de ver	Ladera
2	Quistes fáciles de ver	Moderada
3	Numerosos quistes fácilmente visibles	Elevada

Fuente: Lanza, 1996; Tola, 1997; Peralta, 1995; Main, 1994; Esprella, 1993.

Tabla 5: Niveles de infestación de los suelos por *Globodera* spp. y pérdidas de rendimiento, en base al número de huevos y J2 por gramo de suelo.

<b>Grado infestación suelo</b>	<b>Huevos +J2/ g de suelo</b>	<b>Perdidas de rendimiento (%)</b>
Libre	0	0
Incipiente	1 – 5	5
Media	5.1 – 15	13
Alta	15.1 – 35	45
Muy alta	> 35	58

Fuente: Lanza, 1996; Tola, 1997; Peralta, 1995; Main, 1994; Esprella, 1993.

El análisis estadístico se realizó mediante la utilización de las herramientas del paquete de software SAS. Se realizaron pruebas de chi-cuadrado y regresión lineal para definir estadísticamente la relación entre la presencia del nematodo y las variables tomadas en las encuestas realizadas a los agricultores.

## 9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 9.1 Georreferenciación de cada zona productora de papa con presencia del nematodo *Globodera* spp. en los municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca).

En el municipio de Tausa (Cundinamarca) se georreferenciaron 25 fincas, de las cuales 17 fincas tienen presencia del nematodo quiste. Esto significa que la incidencia de *Globodera* spp. de este municipio es del 68%, siendo las veredas de Lagunitas, Rásgatal alto y Páramo bajo las de mayor presencia de nematodos (figura 11). La georreferenciación de las fincas se observa en la tabla 6, donde se organizó la información de: las coordenadas de cada finca muestreada, la altitud a la que se encuentra, la vereda y la presencia del nematodo quiste.

Tabla 6: coordenadas y altitud por cada finca muestreada en Tausa.

Vereda	Coordenadas		Altitud	Presencia del nematodo
Paramo Alto	N 5°10'4.8"	W 73°59'46.2"	3200	NEGATIVA
Paramo Alto	N 5°10'4.4"	W 73°59'38.6"	3236	POSITIVA
Paramo Alto	N 5°10'5.1"	W 73°59'48.5"	3192	NEGATIVA
Salitre	N 5°10'53.9"	W 73°59'14.8"	3271	NEGATIVA
Salitre	N 5°11'17.9"	W 74°00'20.7"	3186	POSITIVA
Salitre	N 5°10'49.5"	W 74°00'14"	3172	NEGATIVA
Salitre	N 5°10'30"	W 74°00'43"	3125	POSITIVA
Lagunitas	N 5°12'33.3"	W 73°54'37.2"	3087	POSITIVA
Lagunitas	N 5°10'41.2"	W 74°00'16.1"	3155	POSITIVA
Lagunitas	N 5°12'15.4"	W 73°54'1.7"	3108	NEGATIVA
Lagunitas	N 5°12'9.6"	W 73°53'50"	3148	POSITIVA
Lagunitas	N 5°12'15.7"	W 73°54'18.9"	3132	POSITIVA
Lagunitas	N 5°12'20.2"	W 73°54'22.7"	3094	POSITIVA
Paramo Bajo	N 5°12'27.2"	W 73°54'31"	3092	POSITIVA
Paramo Bajo	N 5°12'29.5"	W 73°54'45"	3125	NEGATIVA
Paramo Bajo	N 5°12'31.6"	W 73°54'37.8"	3080	POSITIVA
Paramo Bajo	N 5°12'26.8"	W 73°55'21.1"	3082	POSITIVA
Paramo Bajo	N 5°12'21.1"	W 73°55'19.1"	3020	POSITIVA
Rasgatal Alto	N 5°10'18.8"	W 73°52'54.73"	2912	POSITIVA
Rasgatal Alto	N 5°10'47.78"	W 73°52'57.9"	2932	POSITIVA
Rasgatal Alto	N 5°10'37.09"	W 73°52'28.92"	2928	NEGATIVA
Rasgatal Alto	N 5°10'38.39"	W 73°52'27.44"	2933	NEGATIVA
Rasgatal Alto	N 5°10'55.67"	W 73°51'50.76"	2965	POSITIVA
Rasgatal Alto	N 5°10'57.65"	W 73°52'1.31"	2933	POSITIVA
Rasgatal Alto	N 5°10'54.37"	W 73°52'18.08"	2926	POSITIVA

Fuente: Yamit Carrión– Diego Rojas



Las figuras 11 y 12 representan las zonas que se tomaron para realizar cada muestreo en cada municipio. Cada finca se identifica con un color dependiendo el grado de infestación del nematodo. Se le asignó un color a cada escala de infestación del nematodo de la siguiente manera, el punto de color rojo representa infestaciones altas, superiores a 51 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, el punto de color amarillo representa infestaciones moderadas de 26 a 50 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, y el punto de color verde representa una infestación baja que están de 0 a 25 quistes en 100cm<sup>3</sup> de suelo (Nieto L., 1976)

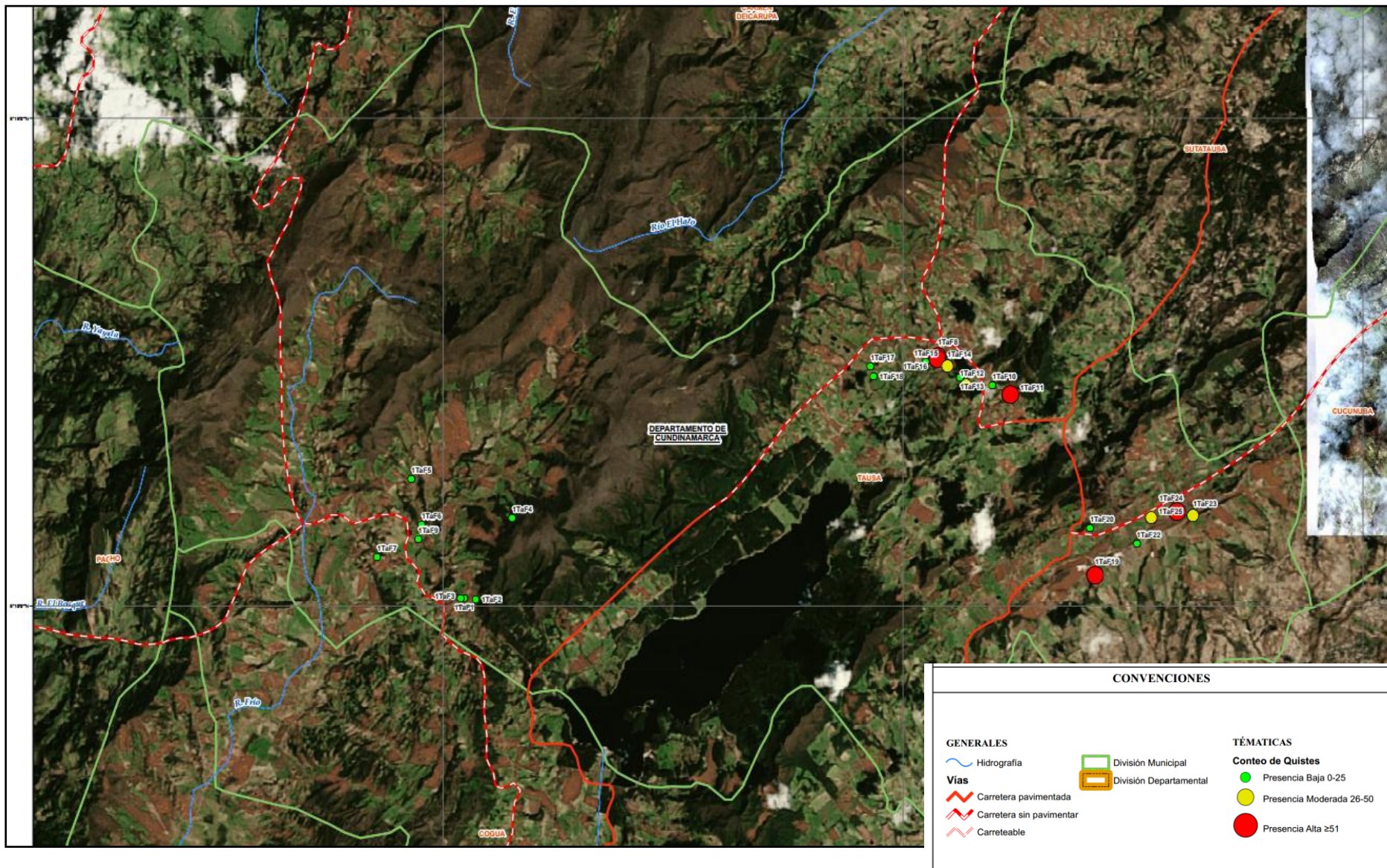


Figura 11: Mapa de la distribución del nematodo quiste de la papa en las zonas productoras de Tausa.  
Fuente: Yamit Carrión – Diego Rojas.

Adicionalmente, se realizó una tabla por cada vereda de Ventaquemada, estableciendo algunas características que permiten identificar la relación entre la incidencia del nematodo y algunas características de las zonas muestreadas.

Tabla 7: Vereda Lagunitas

<b>Incidencia %</b>	<b>Altitud m.s.n.m</b>	<b>Formación de suelo</b>	<b>Textura de suelo</b>	<b>Relieve</b>	<b>Topografía % pendiente</b>
83	3000 – 3200	Ceniza volcánica	Franco arcilloso Franco arenoso	Quebrado	25-75

Fuente: IGAC 2006.

Tabla 8: Vereda Rásगत alto

<b>Incidencia %</b>	<b>Altitud m.s.n.m</b>	<b>Formación de suelo</b>	<b>Textura de suelo</b>	<b>Relieve</b>	<b>Topografía % pendiente</b>
71,5	2900 – 3000	Ceniza volcánica	Franco arcilloso	Ondulado	3-25

Fuente: IGAC 2006.

Tabla 9: Vereda Páramo bajo

<b>Incidencia %</b>	<b>Altitud m.s.n.m</b>	<b>Formación de suelo</b>	<b>Textura de suelo</b>	<b>Relieve</b>	<b>Topografía % pendiente</b>
80	3000-3200	Ceniza volcánica	Franco arcilloso Arenoso	Ondulado	3-25

Fuente: IGAC 2006.

Tabla 10: Vereda Paramo alto

<b>Incidencia %</b>	<b>Altitud m.s.n.m</b>	<b>Formación de suelo</b>	<b>Textura de suelo</b>	<b>Relieve</b>	<b>Topografía % pendiente</b>
33,3	3100-3300	Ceniza volcánica	Franco arcilloso	Ondulado	3-25

Fuente: IGAC 2006.

Tabla 11: Vereda el Salitre

<b>Incidencia %</b>	<b>Altitud m.s.n.m</b>	<b>Formación de suelo</b>	<b>Textura de suelo</b>	<b>Relieve</b>	<b>Topografía % pendiente</b>
50	3100-3300	Ceniza volcánica	Arcilloso Fanco	Plano	1-7

Fuente: IGAC 2006.

En el municipio de Ventaquemada (Boyacá) se georreferenciaron 15 fincas, de las cuales 12 fincas tienen presencia del nematodo quiste lo que confirma los resultados encontrados por Camargo (2004), La incidencia del nematodo en este municipio fue del 80% a diferencia de los datos obtenidos por Camargo (2004), quien encontró una incidencia de 10%, esto se debe a la diseminación ocurrida a lo largo de los últimos años por las zonas paperas del municipio. Cabe resaltar que las veredas de compromiso y la mesa son las de mayor presencia de nematodos.

La georreferenciación de las fincas muestreadas en Ventaquemada se realizó de la misma manera que la de Tausa. Se observa en la tabla 12, donde se organizó la información de: las coordenadas de cada finca muestreada, la altitud a la que se encuentra, la vereda y la presencia del nematodo quiste.

Tabla 12: coordenadas y altitud por cada finca muestreada en Ventaquemada.

Vereda	Coordenadas		Altitud	Presencia del nematodo
Jurpa	5°22'21.36"	73°34'16.93"	2770	POSITIVA
Jurpa	5°19'9.62"	73°33'41.11"	2895	POSITIVA
Jurpa	5°19'8.65"	73°33'25.63"	2644	POSITIVA
San José de Gacal	5°24'26.8"	73°31'19.7"	3070	NEGATIVA
San José de Gacal	5°24'22.1 "	73°31'14.3"	3133	NEGATIVA
San José de Gacal	5°24'16.2"	73°31'27.1"	3174	POSITIVA
Mata Negra	5°24'52"	73°31'35.1"	3057	POSITIVA
Mata Negra	5°24'40.3"	73°32'4.8"	3128	NEGATIVA
Montoya	5°24'11.5"	73°32'32"	3193	POSITIVA
Montoya	5°24'1.1"	73°32'41.3"	3204	POSITIVA
Montoya	5°25'6.6"	73°31.4'7.5"	3102	POSITIVA
El ható	5°20'54.7"	73°30'39.5"	2780	POSITIVA
Compromiso	5°20'48.1"	73°30'47.8"	2785	POSITIVA
La mesa	5°21'3.5"	73°31'8.7"	2828	POSITIVA
Compromiso	5°21'25.8"	73°31'34.1"	2722	POSITIVA

Fuente: Yamit Carrión– Diego Rojas



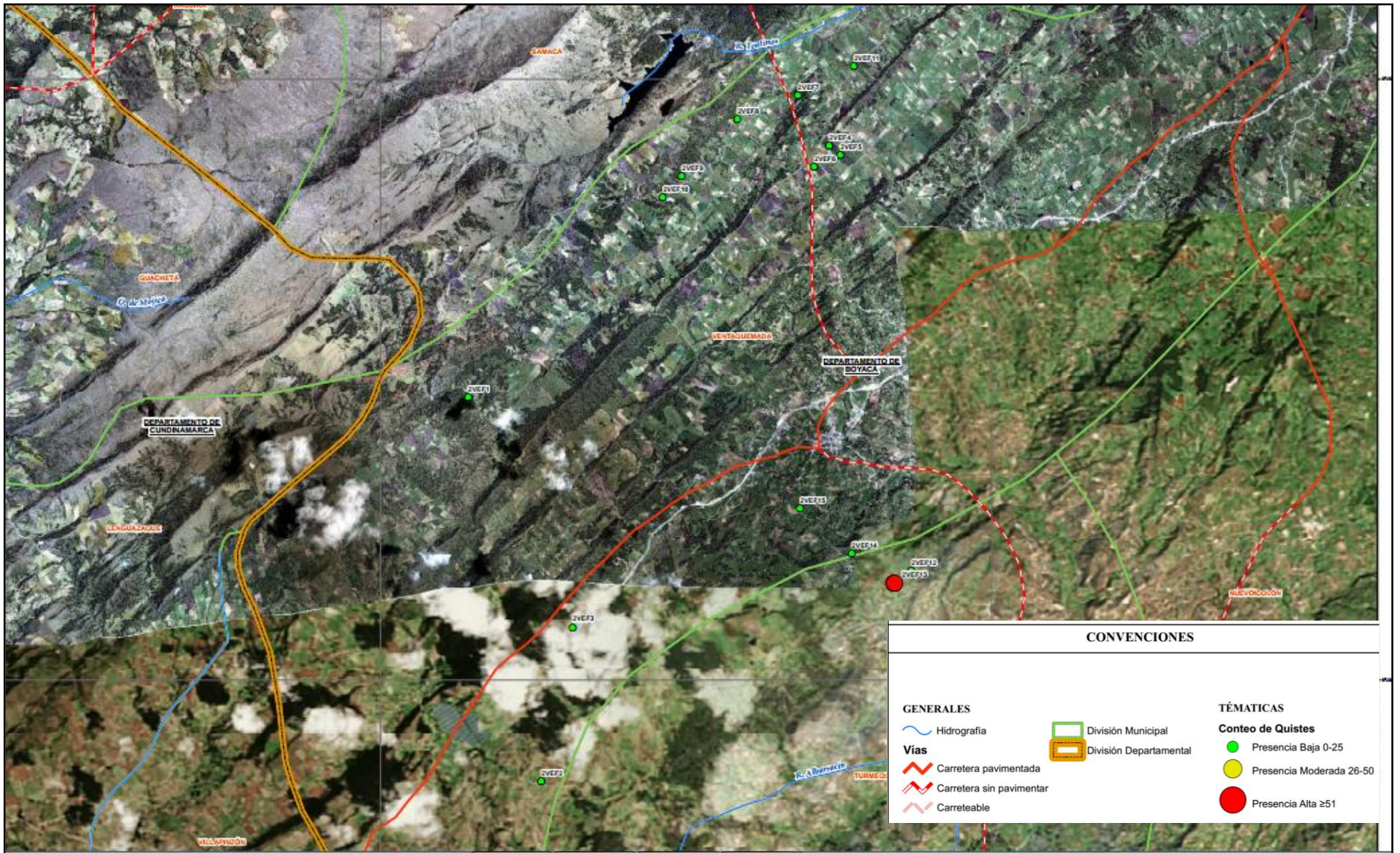


Figura 12: Mapa de la distribución del nematodo quiste de la papa en las zonas productoras de Ventaquemada.  
Fuente: Yamit Carrión – Diego rojas.

Así mismo, se realizaron unas tablas que relaciona la incidencia de *Globodera pallida* con las características de altitud, formación de suelo, textura de suelo, relieve y topografía (Codazzi, 2006).

Tabla 13: Veredas Compromiso, Jurpa, Mesa y el Hato

<b>Incidencia %</b>	<b>Altitud m.s.n.m</b>	<b>Formación de suelo</b>	<b>Textura de suelo</b>	<b>Relieve</b>	<b>Topografía % pendiente</b>
100	2600-2900	Ceniza volcánica	Arcilloso Franco	Ondulado quebrdo	12-50

Fuente: IGAC 2006.

Tabla 14: Veredas San José de Gacal, Mata negra y Montoya

<b>Incidencia %</b>	<b>Altitud m.s.n.m</b>	<b>Formación de suelo</b>	<b>Textura de suelo</b>	<b>Relieve</b>	<b>Topografía % pendiente</b>
62,5	3000-3300	Ceniza volcánica	Franco	Quebrado	<50

Fuente: IGAC 2006.

## **9.2 Cuantificación de la población total de *Globodera* spp. asociada al ciclo fenológico de floración de la papa en los Municipios de Ventaquemada (Boyacá) y Tausa (Cundinamarca).**

Las 40 muestras de suelo tomadas en las visitas a Tausa y Ventaquemada se procesaron mediante los métodos de Fenwick y Oostenbrinck para la extracción de quistes y J2 del suelo. Se encontró una alta infestación del *Globodera* spp. en las zonas productoras de papa de los municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá), en estados de hembras, juveniles de 2º estado (J2) móviles en suelo y huevos más juveniles de segundo estado (H+J2).

En la tabla 14, se observa las fincas por cada vereda del Municipio de Tausa con sus donde se tomaron muestras de suelo para procesar en laboratorio y los resultados del procesamiento de las muestras.

Tabla 15: Cuantificación de quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, J2 en 100 cm<sup>3</sup> de suelo y J2+H en quiste de muestras provenientes de Tausa.

Código	Altitud	# Quistes	# J2 en suelo	Conteo H+J2/Quiste
1TaF1	3200	0	0	0
1TaF2	3236	7	1	0
1TaF3	3192	0	0	0
1TaF4	3271	0	0	0
1TaF5	3186	4	0	321
1TaF6	3172	0	0	0
1TaF7	3125	1	1	0
1TaF8	3087	51	10	280
1TaF9	3155	3	2	0
1TaF10	3108	0	0	0
1TaF11	3148	1945	778	578
1TaF12	3132	37	20	0
1TaF13	3094	1	1	0
1TaF14	3092	37	20	0
1TaF15	3125	0	0	0
1TaF16	3080	100	53	285
1TaF17	3082	3	2	0
1TaF18	3020	18	10	284
1TaF19	2912	60	32	311
1TaF20	2932	2	1	0
1TaF21	2928	0	0	0
1TaF22	2933	0	0	0
1TaF23	2965	27	14	0
1TaF24	2933	402	161	304
1TaF25	2926	45	24	273

Fuente: Yamit Carrión– Diego Rojas

De las 25 muestras procesadas en laboratorio provenientes del municipio de Tausa, se encontró una población representada en hembras, J2 móviles, juveniles de segundo estado y huevos. La mayor infestación se encontró en las fincas f8, f11, f16, f19, f24 en el estado de hembras en suelo, se encontró una baja población filiforme móvil en suelo y un promedio de 330 H+J2 por quiste como se observa en la gráfica 1.



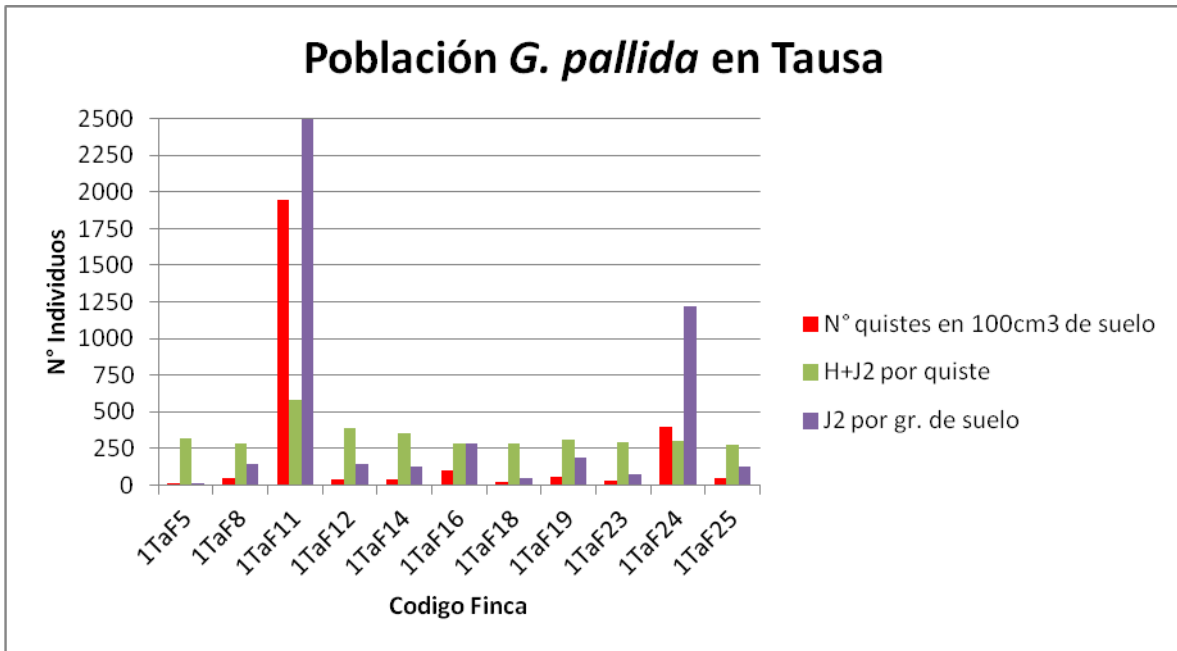


Figura 13: Cuantificación de la población de *Globodera* spp. en Tausa.

Fuente: Yamit Carrion – Diego Rojas

En Tausa se encontró un promedio de 160 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo afectando la mayoría de los cultivos, una media de 330 juveniles por quiste, y una población juvenil en suelo promedio de 1658 individuos por g. de suelo. La finca donde se encontró la mayor población corresponde a la finca 1TaF11, como se observa en la Figura 13, donde el conteo de quistes dio como resultado 1945 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo: Adicionalmente, se cuantificaron 778 J2 móviles en suelo y un promedio de 578 H+J2 por quiste que da como resultado un promedio de 1124 juveniles por gramo de suelo.

La alta población de nemátodos en esta finca se dio debido a que se ubica a una altitud por encima de los 3000 m.s.n.m. Esto confirma los datos obtenidos por Gonzalez *et al* (2011) quien afirma que las altitudes optimas para el desarrollo del nematodo están entre los 3000 – 4000 m.s.n.m.

Dentro de las características del manejo de cultivo se encontraron unas particularidades en esta finca, como es el uso constante de abonos orgánicos, aunque no es concluyente, esto corrobora la información obtenida por la National Academy (1989) y Espriella (1994), quienes señalan que la adición de abonos orgánicos incrementa el desarrollo radicular de la planta y así mismo incrementa la presencia de hembras y quistes adheridos a las raíces de la planta de papa, destacando que en esta finca ya se encontraba establecido este fitopatógeno.



Otra característica que ha permitido la alta infestación de *G. pallida* presente en el suelo, es la constante siembra del hospedero principal; la papa, sin hacer una rotación, esto confirma lo encontrado por Smith (1997) quien indica que la rotación es una de las practicas más frecuentes dentro de una manejo integrado de plagas ya que reduce las poblaciones del nematodo y simultáneamente disminuye el costo directo generado por la aplicación de productos para el manejo de *G. pallida* en los suelos infestados.

Por otra parte, se identificó que el 80% de las fincas muestreadas en este municipio utilizan semilla sin un proceso de selección y proveniente de diferentes zonas del país. Para Franco J. González, & Matos (1993), la semilla infestada es un factor fundamental en la velocidad de dispersión de *G. pallida* ya que acelera su capacidad natural de colonización hacia zonas productoras del tubérculo libres de su presencia.

En Ventaquemada, el proceso fue exactamente igual al de Tausa. De las 15 muestras de suelo provenientes de Ventaquemada, en la tabla 15 se observa la distribución de quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, J2 en 100 cm<sup>3</sup> suelo y J2+H por quiste, encontrados en las fincas visitadas.

Tabla 16: Cuantificación de quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, J2 en 100 cm<sup>3</sup> suelo y J2+H por quiste de muestras provenientes de Ventaquemada.

Código	# Quistes	# J2 en suelo	conteo H+J2/quiste	
2VEF1	4	2	867	POSITIVA
2VEF2	6	3	334	POSITIVA
2VEF3	3	2	353	POSITIVA
2VEF4	0	0	0	NEGATIVA
2VEF5	0	0	0	NEGATIVA
2VEF6	5	3	326	POSITIVA
2VEF7	3	2	350	POSITIVA
2VEF8	0	0	0	NEGATIVA
2VEF9	4	2	334	POSITIVA
2VEF10	7	4	316	POSITIVA
2VEF11	3	2	471	POSITIVA
2VEF12	5	3	0	POSITIVA
2VEF13	73	39	565	POSITIVA
2VEF14	20	11	568	POSITIVA
2VEF15	1	1	312	POSITIVA

Fuente: Yamit Carrión– Diego Rojas

La finca de mayor infestación en Ventaquemada está ubicada en la vereda Compromiso a una altitud de 2785 m.s.n.m y tuvo una población de 73 quistes en 100 cm<sup>3</sup>. Para Nieto (1976), una población mayor a 25 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, genera pérdidas al agricultor, aunque para Ruano (1999), el índice más adecuado para medir la infestación es la de J2+H por gr de suelo, ya que muchas veces se encuentran altas poblaciones de quistes presentes en el suelo pero en su mayoría se encuentran vacíos. Por tal motivo, se identificó en laboratorio una población de 39 J2 móviles en 100 cm<sup>3</sup> suelo y un promedio de 565 J2+H por quiste, esto indica que la población de J2+H por gr de suelo es de 412 individuos, lo cual está por encima de los datos obtenidos por Guerrero (1985) quien indica que una población a partir de 75 J2+H por gr de suelo causa daños al cultivo de papa.

Las fincas muestreadas en Ventaquemada, tuvieron en la mayoría de casos una población por debajo de 10 quistes en 100cm<sup>3</sup> de suelo, estos resultados concuerdan con lo encontrado por Nieto (1976) quien indica que con una población entre 1 – 25 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo no se observan síntomas.

En la Figura 14 se representa la distribución de la población de *Globodera* spp, encontrada en el municipio de Ventaquemada. Aquí se observa que el promedio de J2+H en quiste es de 436 individuos, una cifra alta a comparación de los datos obtenidos por Nieto (1976) quien indica que el promedio de individuos por quiste esta alrededor de 40 J2+H en quiste para el departamento de Nariño. Esta cifra se debe a que los suelos donde se tomaron muestras son bien drenados, de textura franca y una fertilidad baja (IGAC, 2005).

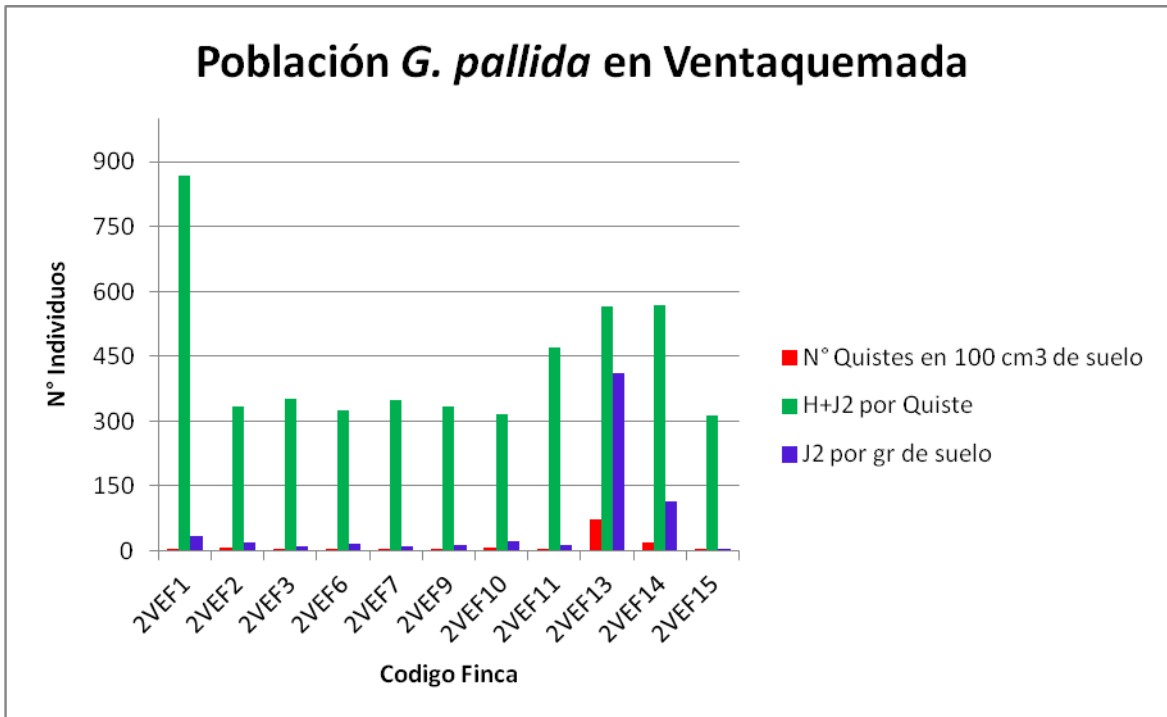


Figura 14: Cuantificación de la población de *Globodera* spp. en Ventaquemada.  
Fuente: Yamit Carrion – Diego Rojas

La mayor infestación observada en Ventaquemada fue en la finca 2Vef13 con 73 quistes en 100 cm<sup>3</sup>, 39 J2 en 100 cm<sup>3</sup> de suelo y un promedio de J2+H en quiste de 436 individuos. Esto se debe a que se siembra papa continuamente y se realiza una rotación con zanahoria solamente a los 2 años y el uso de semilla sin certificación lo que favorece el incremento de la población del nematodo en esta finca, esto concuerda con lo encontrado por Espriella *et al* (1994) quien afirma que luego de que el nematodo se establece en un suelo, la siembra constante de papa en este, aumenta la población del nematodo considerablemente en pocos ciclos del cultivo.

Por otra parte, en los cultivos de papa en el estado de floración en donde se realizaron los muestreos se observaron los síntomas característicos causados por *Globodera* spp. Los cuales fueron; parches de pobre crecimiento con amarillamiento del follaje, enanismo de las plantas, tallos delgados, reducción de la masa radicular y algunas veces una severa marchitez como los describe Cartaya (2008) y se observan en la figura 15.



Figura 15: Área de pobre crecimiento por el ataque de *Globodera* spp.  
Fuente: Yamit Carrión. (2013)

Por otra parte, el análisis realizado a las muestras de material vegetal (raíz) provenientes de las fincas muestreadas en los dos municipios, se considera que las poblaciones prevaletientes del nematodo quiste de la papa corresponden a patotipos de la especie *Globodera pallida* Stone. Esta apreciación se fundamenta primordialmente en la coloración blanca de las hembras adultas de *G. pallida* durante su desarrollo presentes en el sistema radical de plantas de papa parasitadas como se observa en las figuras 16 y 17. (Smith, 1997).



Figura 16: Hembras de *G. pallida* adheridas a raíz.  
Fuente: Diego Rojas. (2013)



Figura 17: Quistes de *G. pallida* adheridos a raíces.  
Fuente: Yamit Carrión. (2013)

La presencia del nematodo *Globodera pallida* que se encontró en las dos zonas productoras de papa de los municipios de Ventaquemada y Tausa presentaron quistes con una alta población de individuos como se observa en la figura 18 en comparación a lo reportado por Nieto (1985) quien afirma que en el departamento de Nariño se encontraron quistes vacíos.

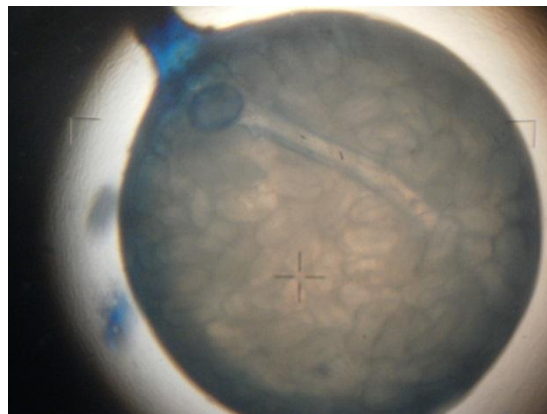


Figura 18: Hembra de *G. pallida* observada al estereoscopio  
Fuente: Diego Rojas. (2013)

Durante el análisis estadístico se encontró que algunas variables como el uso de maquinaria, el origen de la semilla y si esta era certificada, resultaron ser constantes porque era iguales en todas las fincas muestreadas. El resto de variables se les realizó una regresión lineal y pruebas de chi-cuadrado para establecer su relación con la presencia del *globodera pallida*.

El uso de maquinaria fue constante en todas las fincas y se puede afirmar que es un factor determinante en la diseminación de *Globodera pallida* ya que no se realiza un adecuado aseo de los implementos utilizados y se utiliza de manera compartida entre las fincas de una misma vereda y en algunos caos entre fincas

de diferentes veredas esto confirma lo encontrado por Franco (1993), quien indica que uno de los factores de riesgo para la diseminación de *G. pallida* es la maquinaria de uso agrícola sin desinfectar.

Así mismo, el uso de semilla sin certificar se presentó en todas las fincas muestreadas, esto indica que no se puede asegurar que la semilla vaya totalmente inocua de diversas plagas y enfermedades, lo que afirma lo encontrado por Catillo (2008), quien indica que el factor que aumenta la colonización por parte de *Globodera* spp a zonas libres de su presencia es la semilla.

Se encontró que las variedades parda pastusa, suprema, superior, Diacol Capiro, Ica Huila, y criolla utilizadas en las zonas productoras de papa de los municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá), presentaron algunos síntomas relacionados al ataque del nematodo como marchitez de hojas, enanismo y amarillamiento relacionados a la presencia del nematodo quiste como lo afirma Cartaya (2008), posteriormente en laboratorio se confirmó la presencia del nematodo en estas fincas. Esto indica que estas variedades pertenecientes a la familia *Solanum Tuberosum* var. *Andigena* y *S. tuberosum* var. *phureja* son susceptibles a la presencia del Nematodo quiste de la papa. (Franco, 1993).

Las pruebas estadísticas (ver anexos) demostraron que para el municipio de Tausa (Cundinamarca) existen mayor probabilidad de encontrar la presencia del nematodo en altitudes entre los 3000 y 3200 m.s.n.m caso contrario el de Ventaquemada (Boyacá) donde existe una mayor probabilidad de la presencia del nematodo quiste de la papa en altitudes entre 2600 – 2900 m.s.n.m, González et al (2011), indica que las altitudes óptimas para el desarrollo del nematodo están entre los 3000 – 4000 m.s.n.m, estas diferencias se dan porque las poblaciones del nematodo se han adaptado a las diferentes condiciones ambientales presentes en los pisos térmicos donde se desarrolla el cultivo de la papa ya que Franco *et al* (1999) encontraron las mayores infestaciones de nematodo entre los 3000 a 4000 m.s.n.m aunque la presencia del nematodo se detectó a partir de los 1500 m.s.n.m.

El análisis de chi- cuadrado no demostró diferencias significativas de la presencia de *G. pallida* y con las variables como el tiempo de trabajo en el lote, la topografía de la finca, la orientación del surcado y la variedad de papa utilizada. Estas variables deben ser comparadas con la presencia del nematodo con un mayor número de muestras.

### **9.3 Identificación de la distribución poblacional del nematodo *Globodera* spp. en dos parcelas sembradas con papa en los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá).**

La primera finca donde se realizó el ensayo del muestreo en grilla fue la finca La Cumbre ubicada en el municipio de Tausa, vereda Lagunitas. Las coordenadas de su ubicación son 5°12' 9.6" N y 73° 45' 53,50" W y se encuentra a una altitud de 3148 m.s.n.m.,. La precipitación oscila entre 800 y 1.200 mm., en tanto que la temperatura promedio es del orden de 10 °C; siendo la mínima media de 8 °C. Esta finca se escogió porque presentó el conteo de quistes por g de suelo más alto en Tausa.

Las muestras tomadas de la finca La Cumbre se llevaron al laboratorio de fitopatología del C.I Tibaitatá y se procesaron mediante el método de Fenwick. Posteriormente, se relacionó las coordenadas de cada punto en donde se tomó muestra de suelo y el conteo de quistes presentes en ese momento. En este lote, se observó que los síntomas causados por *Globodera pallida* están distribuidos por focos corroborando lo encontrado por García (2004), quien indica que la distribución observada de los síntomas corresponde a una forma focalizada. De aquí se partió a realizar los análisis de las muestras de laboratorio mediante el método de fenwick para extracción de quiste.

Los análisis de laboratorio se graficaron como se observa en la figura 19, en donde se le asignaron diferentes colores según correspondiera a un numero de quistes por g de suelo en cada punto de la grilla. Se tomó en cuenta la escala utilizada por Nieto (1976), para los niveles de infestación de *Globodera pallida*. Se le asignó un color a cada escala de infestación del nematodo de la siguiente manera, el punto de color rojo representa infestaciones altas, superiores a 51 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, el punto de color amarillo representa infestaciones moderadas de 26 a 50 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, y el punto de color verde representa una infestación baja que están de 0 a 25 quistes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo. Al momento de graficar los datos obtenidos de los conteos, el programa de mapeo arrojó colores intermedios entre los colores asignados a la escala.

Como se observa la figura 19, se relacionó el número de quistes encontrados en cada punto de muestreo en la grilla y su respectivo color asignado. Esta Figura indica que la población se encuentra distribuida de manera irregular y/o errática lo cual desmiente a Garcia (2004), quien indica que la distribución del nematodo en el suelo esta de manera focalizada.

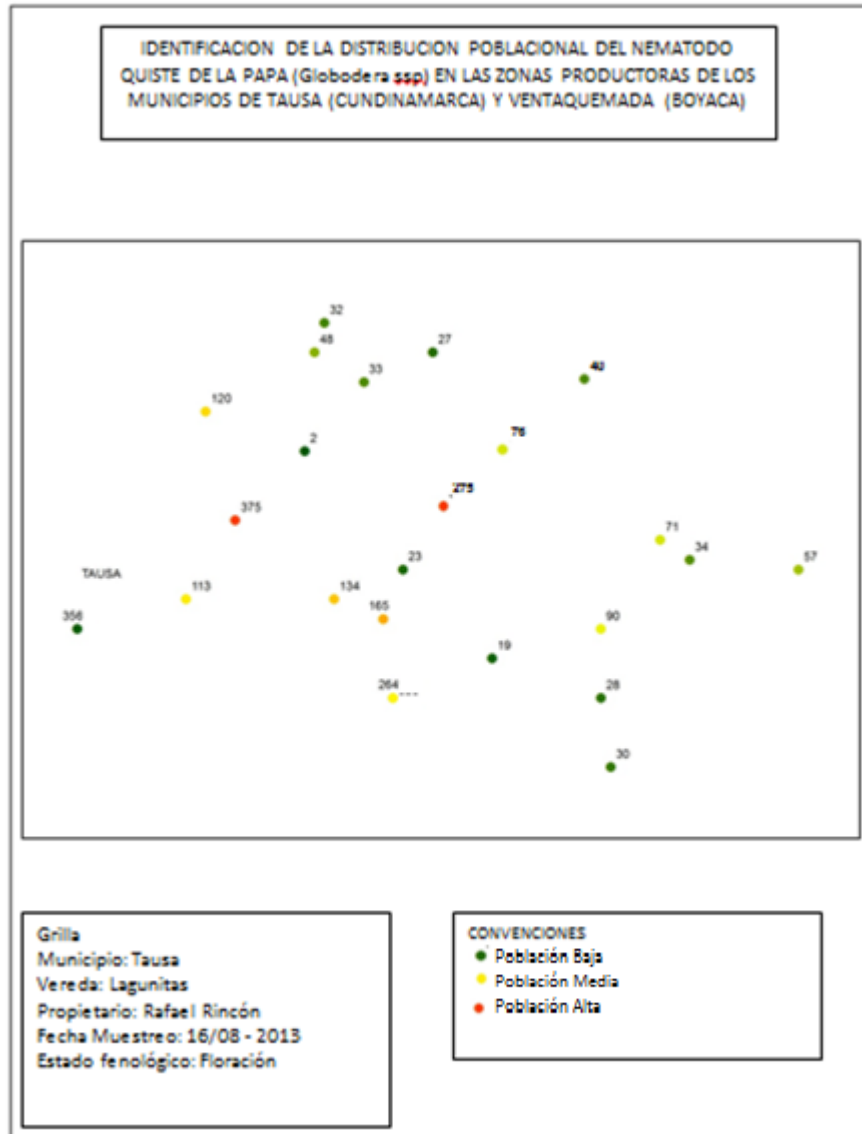


Figura 19: Grafica de un muestreo en grilla en una finca con presencia de nematodo quiste de la papa en el Municipio de Tausa.

Fuente: Yamit Carrión– Diego Rojas. (2013)

Así mismo, se realizó el muestreo en grilla en la finca El Espino, ubicada en el municipio de Ventaquemada, vereda el Compromiso. Las coordenadas de ubicación son 5° 20' 48.1" N y 73° 30' 47.8" W, se encuentra a una altitud de 2785 m.s.n.m., una temperatura promedio de 22 ° C y precipitación promedio anual de 3.101 mm. Esta finca se seleccionó para este muestreo por ser la de mayor infestación registrada en Ventaquemada durante el muestreo del segundo objetivo de este proyecto.

Las muestras tomadas de la finca durante el muestreo en grilla, se llevaron a laboratorio de fitopatología del C.I Tibaitatá y se procesaron mediante el método



de Fenwick. Posteriormente, se realizó el mismo procedimiento empleado en la finca La Cumbre. Se encontró que la distribución de los síntomas observados en las plantas presentaban una distribución por focos mientras que la distribución de la población es irregular y/o errática como se observa en la figura 20, esto corrobora lo encontrado en Tausa y se puede afirmar que la distribución de *Globodera pallida* en el suelo de las zonas productoras muestreadas corresponde a una distribución irregular.

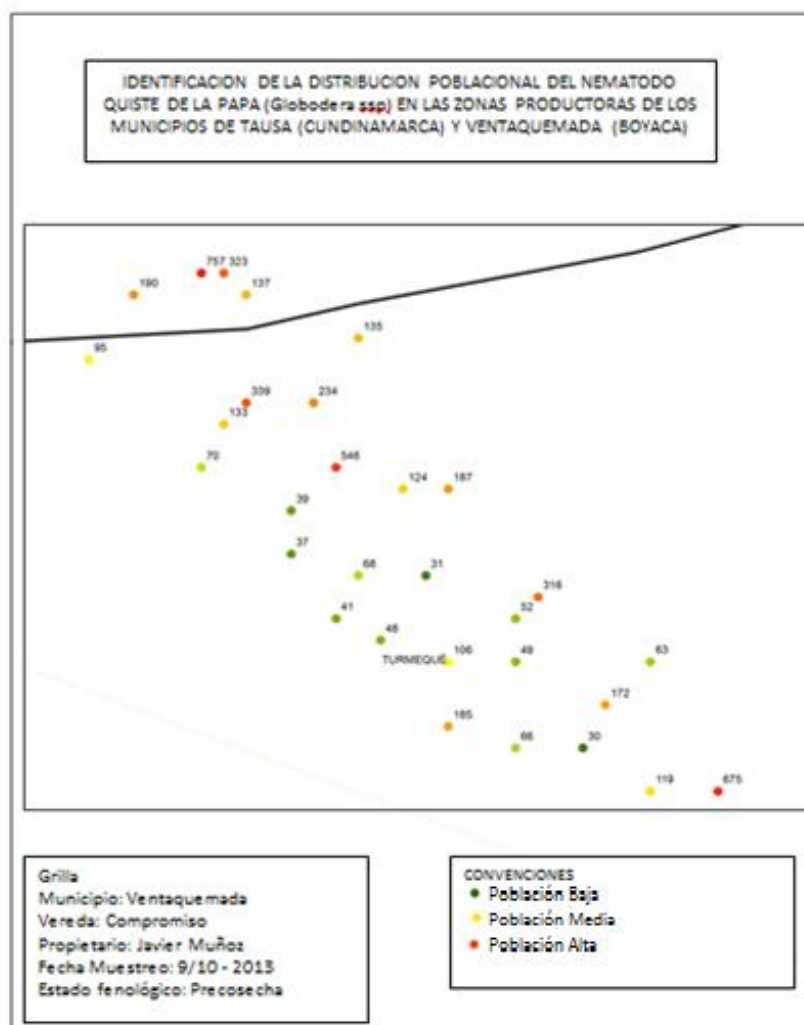


Figura 20: Grafica de un muestreo en grilla en una finca con presencia de nematodo quiste de la papa en el Municipio de Ventaquemada.  
Fuente: Yamit Carrión– Diego Rojas. (2013)

Este tipo de distribución espacial de la población de *Globodera pallida*, presente en estas dos parcelas ha sido consecuencia de muchos factores, entre ellos la falta de conocimiento de la enfermedad, un desacertado manejo para evitar su dispersión, la carencia de rotación de cultivos y las excesivas aplicaciones de

agroquímicos, lo que ha originado una disminución de los enemigos naturales así como la resistencia del patógeno a agrotóxicos (Choo et al., 1998; tiyagi et al., 2004). Por otro lado, se debe tener en cuenta que la alta densidad de *Globodera* spp, puede ser el resultado de la adaptación del patógeno a las condiciones ambientales de estas zonas, las cuales le resultan más favorables, que las condiciones las que el nematodo estaba adaptado, teniendo como consecuencia una alta tasa de reproducción y de formación de quistes (Koenning y Sipes, 1998; McSorley, 2003).

## 10. CONCLUSIONES

- De las 40 fincas georeferenciadas en las zonas productoras de papa en Tausa y Ventaquemada, se encontró la presencia de *Globodera* spp. en 29 fincas, debido al desconocimiento total del nematodo quiste de la papa, al transporte de semillas contaminadas con nematodos hacia fincas donde no hay presencia, a la utilización de maquinaria y herramientas de trabajo entre lotes sin una adecuada desinfección.
- En las fincas de las zonas productoras de papa de los Municipios de Tausa y Ventaquemada, que registraron alta presencia del nematodo quiste de la papa, se encontraron los síntomas característicos que presenta la planta en su parte aérea por el ataque de este fitoparasito.
- En las dos fincas donde se realizó el muestreo en grilla, se evidenció que la distribución del nematodo en el suelo es de forma irregular aunque la sintomatología observada en el cultivo es en focos.
- Se encontró que en las dos zonas productoras de papa de los municipios de Tausa y Ventaquemada las variedades de papa que utilizan los productores son susceptibles a la presencia del nematodo *Globodera* spp.

## 11. RECOMENDACIONES

- Debido al lapso de tiempo establecido para la ejecución de este proyecto, se recomienda seguir realizando trabajos de este tipo en todas las zonas productoras de papa para identificar las áreas con presencia de *Globodera pallida*.
- Se recomienda realizar pruebas de patogenicidad con las diferentes variedades de *Solanum tuberosum*, para determinar grados de tolerancia a *Globodera pallida*.
- Se debe realizar un estudio epidemiológico que relacione los factores de suelo, clima, aplicación de abonos orgánicos y uso compartido de herramientas para determinar las variables que favorecen la biología y diseminación de *Globodera pallida*.
- Establecer medidas de fitosanidad en el país para el control en el traslado de semilla sin certificar con el objetivo de disminuir la dispersión del nematodo por las zonas productoras de papa del país.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, R. (2007). *Estudio bioecológico y caracterización epidemiológica del nemátodo formador de quistes Globodera spp. en el cultivo de la patata en Mallorca. Estrategia de control integrado*. Islas Baleares: Universidad Islas Baleares. Departamento de Biología.
2. Alvarado, L. F. (2003). *Anatomía y fisiología de la planta de papa*. Nariño: Ica.
3. Barker, A., Evans, K., Russell, M., Halford, P., Dunn, J., & Blaylock, P. (1998). Evaluation of the combined use of fumigation and granular nematicide treatment for the control of *Globodera pallida* in potatoes. *Ann. Appl. Biol*, 132: 6-7.
4. Barriga, R. (1995). *Nematodos Fitoparasitos en Papa*. Bogota D.C: ICA.
5. Brodie, B., Evans, K., & Franco, J. (1993). *Nematode Parasits of Potatoes. En: Plant Parasitic nematodes in Temperate Agriculture*. Wallingford: CAB Int.
6. Camargo, M. (2004). *Diagnostico de la presencia del nematodo Globodera spp. en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum) en los municipio de Chiquiza, Siachoque, Umbita, Samaca, Turmeque, Ventaquemada*. Tunja: Escuela de ciencias Biologicas UPTC.
7. Cartaya, E. O. (2008). EL nematodo quiste de la papa. *Iniahoy*, 4-15.
8. Caseres, E. (1980). *Producción de hortalizas*. San jose: IICA.
9. Catillo, E. H. (2008). *EL nematdo Quiste de la Papa*. Lima: Centro Internacional de la Papa.
10. Clara Cortes Sarmiento, R. A. (2003). *Geografía, historia y cultura de Boyacá*. Tunja: Academia Boyacense de historia.
11. Comunicación I+D Agroalimentaria. (1994). El nemátodo dorado de la patata. *JUNTA DE ANDALUCÍA*, 23.
12. Contreras, A. (2001). *Historia de la papa*. Santiago de Chile: Instituto de Producción y Sanidad Vegetal.
13. CORPOICA - FEDEPAPA. (1996). *Enfermedades de la papa*. Medellin: Corpoica.
14. Corpoica. (2005). Colección Central Colombiana De Papa: Riqueza De Variabilidad Genética Para El Mejoramiento Del. *Innovacion* , 6-15.

15. Covalada, H. J. (2005). *La cadena de la papa en Colombia*. Bogota: Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural.
16. DANE. (2011). *Resultados encuesta nacional agropecuaria* . Bogotá: Dimpe.
17. Dees, N. &. (1985). *Metodos de control del quiste de la papa*. Pasto: ICA.
18. Duarte, W. (2011). *Desarrollo municipal de Ventaquemada* . Tunja: Alcaldia Municipal.
19. (2009). *Ecologia de Poblaciones* . Bogotá.
20. Espinal, C. F. (2005). *La cadena productiva de la papa en colombia*. Bogota D.C: Potato Atlas.
21. Espinal, C. F. (s.f.). *Cadena productiva de la papa en co*.
22. Estrada, J. H. (1992). *A report on the state of agriculture and rural development in Latin American*. San Jose : American Institute for Cooperation on Agriculture.
23. Evans, K. (1968). *The Influence of some factors on the Reproduction of Heterodera rostochiensis*. London, UK: London, UK: London University.
24. Franco, J. (1981). *Nematodo Quiste de la papa* . Lima : Centro Internacional de la Papa.
25. Franco, J. (1986). *Nematodos del quiste de la papa*. Lima: Centro internacional de la papa.
26. Franco, J., Gonzalez, & Matos. (1993). *Manejo Integrado del Nematodo Quiste de la Papa*. la Paz: CIP.
27. Franco, J., Ramos, J., Oros, R. M., & Ortuño, N. (1999). Perdidas Economicas Causadas por Nacobbus aberrans y Globodera sp. en el cultivo de la papa en Bolivia. *Revista Latino Americana de la Papa*, 40-60.
28. Garcia, M. R. (2004). *Estudio de la distribución horizontal de los nematodos fitoparasitos*. Guatemala: Universidad se San Carlos .
29. Gonzales, A., & Franco, J. (1997). *Los Nematodos en la producción de semilla de Papa*. Lima: CIP.

30. Gonzalez, V., Ponce, & Franco. (2011). Perdidas causadas por el nematodo quiste de la papa ( *Globodera ssp*) en Bolivia y Peru. *Revista Latinoamericana de la papa*, 234-249.
31. Greco, N., & Moreno, I. (1992). Influence of *Globodera rostochiensis* on yield of summer. *Nematropica* 22, 165-173.
32. Greco, N., Di vito, M., Brandonisio, A., & Giordano, I. (1982). The effect of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* on potato yield. *Nematologica* 28, 379-386.
33. Guerrero, O. (1986). *Manual 033. Nematologicas para trabajos con el nematodo quiste de la papa*. Pasto: Ica.
34. Hernandez, B., & Colom, B. (1999). *Evolución de las poblaciones de Nematodos (Globodera spp.) en Mallorca*. Mallorca (España): Consejería de Agricultura, pesca y comercio.
35. Herrera, c., Fierro, L., & Moreno, j. (2000). *Manejo integrado del cultivo de la papa*. Bogotá: Produmedios.
36. Herrero, C., Fierro, L. H., & Moreno, J. D. (2006). *Manejo integrado del cultivo de papa*. Bogotá: Produmedios.
37. Huaman, Z. (1986). *Botanica sistematica y morfologia de la papa*. Lima: Centro internacional de la papa.
38. IGAC. (2005). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá*. Bogotá D.C: Oficina de Difusión y Mercadeo de Información.
39. IGAC. (2006). *plan de ordenamiento territorial y municipal Tausa*. Bogotá: Municipio de Tausa.
40. Iriarte, I., Franco, j., & Noel, O. (1999). Efecto de Abonos Orgánicos sobre las Poblaciones de Nematodos y la Producción de la Papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 11:149-163.
41. Jalata, P. (1989). *Nematodos parasitos de la papa*. Lima: Centro internacional de la papa.
42. Leon, J. (2000). *Botanica de los cultivos tropicales*. San jose : Agroamerica IICA.

43. Manrique, M. E. (2002). *Estadística económica de la producción de la papa en Colombia*. Bogotá D.C: Sisac.
44. Martínez, M. L., & Gutiérrez, M. P. (1999). Análisis bajo condiciones controladas de diversos tipos de lucha contra *Globodera rostochiensis* y *G. pallida*. *Resultados de los proyectos de investigación terminados en 1987*, 327-329.
45. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural . (2001). *Censo nacional de la papa*. Bogotá D.C: Seraparata.
46. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011). Sistema de Inteligencia de Mercados. *Corporación Colombiana internacional* , 17-18-19.
47. Monsalve, M. (2002). *Concepto de población animal. evaluación de poblaciones animales*.
48. Morales., G. R. (2007). *Distribución y variabilidad de la papa*. Managua : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.
49. Moreno, S. E. (2011). *Encuesta Nacional Agropecuaria*. Bogotá: Dane.
50. Municipio de Ventaquemada. (2011). *Plan de desarrollo municipal Ventaquemada*. Bogotá: Concejo municipal de Ventaquemada.
51. Nieto, L. (1976). aspectos generales del nematodo quiste de la papa en Nariño. *Noticias Fitopatológicas*, 83-89.
52. Nieto, L. E. (1970). *El tamizado para la resistencia y patotipos del nematodo quiste de la papa*. Pasto: ICA.
53. Nieto, I., Agudelo, F., & Dees, J. (1983). Reconocimiento y distribución del nematodo quiste de la papa (*Globodera pallida* Stone) en Colombia. *Revista ICA* , 87-94.
54. Nuñez, A. (2002). *Aislamiento y evaluación de hongos nematofagos asociados a quistes de Globodera spp. en la región de Cofre de Perote*. Tecomán (Mexico): Universidad de Colima.
55. Ñustez, C. E. (2010). *Varietades de papa en Colombia* . Bogotá D.C : Universidad Nacional de Colombia .
56. Oficina de Planeación Municipal. (2009). *Ordenamiento municipal* . Chipaque: Igac.



57. Ordóñez, J. T. (2004). *Estructuras del hogar campesino en Papayo, Cundinamarca*. Bogotá: Facultad de ciencias Universidad de los Andes.
58. Ortega, C. E. (2008). El nematodo quiste de la papa. *Inia hoy*, 3-10.
59. Otero, W. A. (1998). *Guia simplificada para al elaboracion del plan del ordenamiento territorial municipal*. Bogota: IGAC.
60. Pedro Porras, Y. L. (2004). *Guia Ambiental para el Cultivo de Papa*. Bogota D.C: MAVDT.
61. Roncal, M. S. (2004). *Principios de fitopatología andina*. Lima : Oficina general de investigacion.
62. Rosende, O., Garcia Calvo, L., & Cabaleiro, C. (2003). Nematodos del género *Globodera* y alternativas de control en Galicia. *Bol . San. Veg. Plagas*, 29: 63-69.
63. Rowe, J., & Evans, K. (2002.). *Morfología de la familia Heteroderinae, Nematodos formadores*. Mexico: Chapingo.
64. Rubia, M. T. (2003). *Manual de Nematología Agrícola*. Buenos Aires: Balears.
65. Sanchez, G. (2011). Diseños Factoriales. En U.P.M, *DISEÑO EXPERIMENTAL* (págs. 50- 100). Madrid: E.U.A.T.
66. Santamaria, M. d. (2004). *Biología y Botánica*. Valencia: Universidad politecnica de Valencia.
67. Smith, I. (1997). *Globodera rotochiensis and Globodera Pallida*. London: CAB International.
68. Spears, F. (1999). The Golden Nematode Handbook survey, laboratory, control and quarantine procedures. *Agricultura Handbook*, 85-87.
69. Stone, A. (1973). Description of plant parasitic nematodes. *Commowalth Agricultural Bureaux*, 8-19.
70. Sumba, M. d. (2008). *Caracterización morfológica, agronómica y etnobotánica de cincuenta cultivares de papa*. Latacunga: Universidad técnica de cotopaxi.
71. Tapia, M. (2003). *Agronomía de los cultivos Andinos*. FAO

72. Universidad de California . (1997). *Geografía económica de Cundinamarca*. Bogotá: Impr. departamental.
73. Universidad José Carlos Mariátegui. (2009). *Experimentación Agrícola*. Moquegua-Perú: Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.
74. Universidad Nacional de Santiago del Estero. (14 de Junio de 2013). <http://fcf.unse.edu.ar>. Recuperado el 20 de Julio de 2013, de <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/lpr/pdf/p10.PDF>
75. Vega, M. Á. (1995). *Boyacá. Invitación al paisaje, al hombre y a la historia*. Tunja: Talleres Graficos.
76. Verástegui, F. P.-G. (2011). Perdidas causadas por el nematodo quiste de la papa (*Globodera* sp) en Bolivia y Perú. *Revista latinoamericana de la papa*, 25-30.

### 13, ANEXOS

#### ANEXO 1: Matriz general Municipio de Tausa

Datos Generales Tausa											
Código	fecha	entrevistad or	municipio	vereda	Finca	propietario	as	coordenad	altitud (m.s.n.m)	Área (Ha)	tiempo de trabajo en el lote
1TaF1	15/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Paramo Alto	----- ----	----- ----	N 5°10'4.8"	W 73°59'46.2"	3200	3	5 años
1TaF2	15/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Paramo Alto	----- ----	----- ----	N 5°10'4.4"	W 73°59'38.6"	3236	4	2 años
1TaF3	15/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Paramo Alto	----- ----	----- ----	N 5°10'5.1"	W 73°59'48.5"	3192	6	4 años
1TaF4	15/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Salitre	Eduardo Roque	Eduardo Roque	N 5°10'53.9"	W 73°59'14.8"	3271	4	6 años
1TaF5	15/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Salitre	Guillermo Rodríguez	Guillermo Rodríguez	N 5°11'17.9"	W 74°00'20.7"	3186	9	4 años
1TaF6	15/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Salitre	Duvan Rodríguez	Duvan Rodríguez	N 5°10'49.5"	W 74°00'14"	3172	3	1 año
1TaF7	15/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Salitre	Luis Porras	Luis Porras	N 5°10'30"	W 74°00'43"	3125	4,5	3 años
1TaF8	16/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Lagunitas	José Arévalo	José Arévalo	N 5°12'33.3"	W 73°54'37.2"	3087	0,5	5 años
1TaF9	16/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Lagunitas	----- ----	----- ----	N 5°10'41.2"	W 74°00'16.1"	3155	5	3 años
1TaF1 0	16/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Lagunitas	Pedro Barragán	Pedro Barragán	N 5°12'15.4"	W 73°54'1.7"	3108	1	6 años
1TaF1 1	16/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Lagunitas	Rafael Rincón	Rafael Rincón	N 5°12'9.6"	W 73°53'50"	3148	2	18 años
1TaF1 2	16/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Lagunitas	Luis Castro	Luis Castro	N 5°12'15.7"	W 73°54'18.9"	3132	1	4 años
1TaF1 3	16/08/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Lagunitas	Luis Castro	Luis Castro	N 5°12'20.2"	W 73°54'22.7"	3094	0,5	6 años
1TaF1 4	15/09/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Paramo Bajo	María Lucia Guzmán	María Lucia Guzmán	N 5°12'27.2"	W 73°54'31"	3092	3,5	1 año
1TaF1 5	15/09/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Paramo Bajo	----- ----	----- ----	N 5°12'29.5"	W 73°54'45"	3125	0,5	3 años
1TaF1 6	15/09/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Paramo Bajo	William Quiroga	William Quiroga	N 5°12'31.6"	W 73°54'37.8"	3080	1	3 años
1TaF1 7	16/09/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Paramo Bajo	Abigail Santos	Abigail Santos	N 5°12'26.8"	W 73°55'21.1"	3082	18	4 años
1TaF1 8	16/09/2 013	Camilo Aguilar	Tausa	Paramo Bajo	Abigail Santos	Abigail Santos	N 5°12'21.1"	W 73°55'19.1"	3020	5	6 años
1TaF1	17/09/2	Camilo	Tausa	Rasgatal	----- ----	----- ----	N	W	2912	0,5	20 años

9	013	Aguilar		Alto	----	----	5°10'18.8"	73°52'54.7"						
1TaF2	17/09/2	Camilo		Rasgatal	-----	-----	N	W						
0	013	Aguilar	Tausa	Alto	----	----	5°10'47.7"	73°52'57.9"	2932	3	15 años			
1TaF2	17/09/2	Camilo		Rasgatal			N	W						
1	013	Aguilar	Tausa	Alto		Pedro Torres	5°10'37.1"	73°52'28.9"	2928	8	8 años			
1TaF2	17/09/2	Camilo		Rasgatal		Pedro Torres	N	W						
2	013	Aguilar	Tausa	Alto		Pedro Torres	5°10'38.4"	73°52'27.4"	2933	4	10 años			
1TaF2	17/09/2	Camilo		Rasgatal		Luis Caicedo	N	W						
3	013	Aguilar	Tausa	Alto		Luis Caicedo	5°10'55.6"	73°51'50.8"	2965	0,5	5 años			
1TaF2	17/09/2	Camilo		Rasgatal	-----	-----	N	W						
4	013	Aguilar	Tausa	Alto	----	----	5°10'57.6"	73°52'1.31"	2933	4	13 años			
1TaF2	17/09/2	Camilo		Rasgatal	-----		N	W						
5	013	Aguilar	Tausa	Alto	----	José Copallan	5°10'54.4"	73°52'18.1"	2926	3	3 años			

### Características Generales Tausa

Rotación	Tiempo De Rotación	Especies De Rotación	Cultivo Anterior	Topografía (% Pendiente)	Textura	Manejo De Suelo	Orientación Surcado (Pendiente)	Tipo De Riego	Análisis De Suelo	Distanc. Entre Surcos	Estado Fenológico	Variedad Sembrad.	Semilla Certificada.	Origen Semilla	Uso Semilla
No	-----	-----	papa	0 a15%	Franco-Arcilloso	Mecaniza do	Diagonal	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	contra	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	Diagonal	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	0 a15%	Franco Arenoso	Mecaniza do	contra	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	a favor	Gravedad	N	1,20	0,45	Floración	Suprema	No	Cogua
No	-----	-----	papa	30 A 45%	Franco	Mecaniza do	contra	Gravedad	N	0,70	0,30	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	15 A 30 %	Arcilloso	Mecaniza do	a favor	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	a favor	Gravedad	N	0,90	0,30	Floración	Suprema	Si	Fedepapa
No	-----	-----	papa	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	contra	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	a favor	Gravedad	N	0,90	0,40	Floración	Suprema	No	Propia
Si	1 año	avena	avena	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	a favor	Gravedad	N	0,90	0,35	Floración	Suprema	Si	Singenta
No	-----	-----	papa	0 a15%	Franco	Mecaniza do	a favor	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	30 A 45%	Franco	Mecaniza do	contra	Gravedad	N	0,90	0,35	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	30 A 45%	Franco	Mecaniza do	contra	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Superior	No	Propia
No	-----	-----	papa	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	a favor	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Suprema	No	Propia
No	-----	-----	papa	0 a15%	Franco	Mecaniza do	a favor	Gravedad	N	1,00	0,35	Floración	Superior	No	Propia

No	----- ---	----- ---	papa	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	a favor	Grave dad	N o	0,90	0,25	Florac ión	Supre ma	No	Prop ia
No	----- ---	----- ---	papa	15 A 30 %	Franco	Mecaniza do	a favor	Grave dad	N o	0,90	0,25	Florac ión	Supre ma	No	Prop ia
No	----- ---	----- ---	papa	0 a15%	Franco Arcilloso	Mecaniza do	a favor	Grave dad	N o	1,00	0,40	Florac ión	Superi or	No	Prop ia
No	----- ---	----- ---	papa	30 A 45%	Franco Arcilloso	Mecaniza do	Diago nal	Grave dad	N o	1,00	0,40	Florac ión	Supre ma	No	Prop ia
No	----- ---	----- ---	papa	15 A 30 %	Franco Arcilloso	Mecaniza do	contra	Grave dad	N o	1,00	0,35	Florac ión	Supre ma	Si	Tibai tatá
No	----- ---	----- ---	papa	0 a15%	Franco Arcilloso	Mecaniza do	a favor	Grave dad	N o	1,00	0,35	Florac ión	Supre ma	Si	Tibai tatá
No	----- ---	----- ---	papa	0 a15%	Franco Arenoso	Mecaniza do	contra	Grave dad	N o	1,00	0,40	Florac ión	P. Pastus a	Si	Fede papa
No	----- ---	----- ---	papa	15 A 30 %	Franco Arcilloso	Mecaniza do	contra	Grave dad	N o	1,00	0,35	Florac ión	Superi or	No	Prop ia
No	----- ---	----- ---	papa	30 A 45%	Franco Areno.	Mecaniza do	contra	Grave dad	N o	1,00	0,40	Florac ión	Superi or	No	Prop ia

## ANEXO 2: Matriz general Municipio de Ventaquemada.

### Datos Generales Ventaquemada

Código	Fecha	Entrevistador	Municipio	Vereda	Finca	Propietario	Coordenadas		altitud (m.s.n.m)	Área (Ha)	Lote	Tiempo de Trabajo En El
2vef 1	12/09/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	Jurpa	El Recuerdo De La Esperanza	Oliva Pedraza	5°22'21.3 6"	73°34'16. 93"	2770	0.5	60	
2vef 2	12/09/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	Jurpa	El Oasis	Melco Roperero	5°19'9.62 "	73°33'41. 11"	2895	0.5	10	
2vef 3	12/09/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	Jurpa	El Espino	José Cuervo	5°19'8.65 "	73°33'25. 63"	2644	0.25	30	
2vef 4	09/10/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	San José De Gacal	San Antonio	Jorge Otálora	5°24'26.8 "	73°31'19. 7"	3070	20	20	
2vef 5	09/10/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	San José De Gacal	San Antonio	Jorge Otálora	5°24'22.1 "	73°31'14. 3"	3133	20	30	
2vef 6	09/10/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	San José De Gacal	La Estancia	Alirio Arévalo	5°24'16.2 "	73°31'27. 1"	3174	2	1	
2vef 7	09/10/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	Mata Negra	El Cardo	Heriberto Sandoval	5°24'52" "	73°31'35. 1"	3057	3	20	
2vef 8	09/10/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	Mata Negra	El Pantano	José Martínez	5°24'40.3 "	73°32'4.8 "	3128	3	40	
2vef 9	09/10/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	Montoya	La Requesina	Aurelio Borquez	5°24'11.5 "	73°32'32" "	3193	2	40	
2vef 10	09/10/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	Montoya	La Pinta	Baudilio Borquez	5°24'1.1" "	73°32'41. 3"	3204	2	40	
2vef 11	09/10/ 2013	Camilo Aguilar	Ventaque mada	Montoya	La Manta	William Vargas	5°25'6.6" "	73°31'47. 5"	3102	0.5	20	
2vef	09/10/	Camilo	Ventaque	El Hato	L A Palma	Fidel Aldana	5°20'54.7	73°30'39.	2780	0.5	20	

12	2013	Aguilar	mada							"	5"						
2vef	09/10/	Camilo	Ventaque	Compro	El Espino	Efraín Moreno	5°20'48.1	73°30'47.8"	2785	0.5	15						
13	2013	Aguilar	mada	miso						"							
2vef	09/10/	Camilo	Ventaque	La Mesa	La mesa	Javier Muñoz	5°21'3.5"	73°31'8.7"	2828	1	3						
14	2013	Aguilar	mada														
2vef	09/10/	Camilo	Ventaque	Compro	La Igueñita	Germán Reina	5°21'25.8	73°31'34.1"	2722	0.5	15						
15	2013	Aguilar	mada	miso													

### Características Generales Ventaquemada

Tempo De Rotación	Tempo De Rotación	Especies De Rotación	Anterior	Densidad Cultivo (%)	Textura	Manejo De Suelo	Orientación Surcado (pendiente)	Grav	N	Fecha Siembra	Distancia Entre Surcos	Estado Fenológico	Variedad Sembrada	Origen Semilla	Uso De La Semilla	Tempo De Rotación
18 meses		Maiz y Habas	Maíz	0-15	Franco arcillosa	Mecanizado	A favor de la pendiente	Grav	N	24/06/2013	1 metro	Floración	Diacol capiro	lca	Finca	6 meses
18 meses			papa	15-30	Arcillosa	Mecanizado	A favor de la pendiente	Grav	N	15/06/2013	1 metro	Floración	suprema	Finca	Finca	18 meses
6 meses			papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	25/06/2013	1 metro	Floración	lca Huila	Finca	Finca	6 meses
3 años			papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	13/06/2013	1 metro	Floración	lca Huila	Finca	Finca	3 años
3 años			papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	15/06/2013	1 metro	Floración	lca Huila	Finca	Finca	3 años
6 meses			papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	20/07/2013	1 metro	Floración	Criolla	Finca	Finca	6 meses
1 año			papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	24/06/2013	1 metro	Floración	suprema	Finca	Finca	1 año
1 año			papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	03/07/2013	1 metro	Floración	Parda pastusa	lca	Finca	1 año
2 años			papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	02/07/2013	1 metro	Floración	suprema	Finca	Finca	2 años
2 años			papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	15/07/2013	1 metro	Floración	suprema	Finca	Finca	2 años
1 año			papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	18/06/2013	1 metro	Floración	lca Huila	cooperativa Ventaquemada	Finca	1 año
1 año		Maiz y Zanahoria	papa	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	28/06/2013	1 metro	Floración	Diacol capiro	Finca	Finca	1 año
1 año		zanahoria	zana horia	15-30	Franco arcillosa	Mecanizado	contra la pendiente	Grav	N	26/06/2013	1 metro	Floración	Parda pastusa	Finca	Finca	1 año

n	-----	-----	pasto	15-30	Francia	Mecanizado	contra la pendiente	Gravedad	N	29/06/2013	1 metro	40 cm	Floración	Criolla	N	Finca	1 año
o	-----	-----															
si	24	Arveja y zanahoria	papa	15-30	Francia	Mecanizado	contra la pendiente	Gravedad	N	25/06/2013	1 metro	40 cm	Floración	Ica Huila	S	Villapinzon	1 año
s																	

**ANEXO 4: Conteo de N° quistes en suelo, J2 en suelo, J2+H en quiste y J2 por gramo de suelo en Tausa.**

Código	# Quistes	factor de conversión	conteo filiformes	conteo H+J2/quiste	juveniles/gr de suelo
1TaF1					
1TaF2	7	0,07	1		
1TaF3					
1TaF4					
1TaF5	4	0,04		321	13
1TaF6					
1TaF7	1	0,01	1		
1TaF8	51	0,51	10	280	143
1TaF9	3	0,03	2		
1TaF10					
1TaF11	1945	19,45	778	578	11242
1TaF12	37	0,37	20	393	145
1TaF13	1	0,01	1		
1TaF14	37	0,37	20	350	129
1TaF15					
1TaF16	100	1	53	285	285
1TaF17	3	0,03	2		
1TaF18	18	0,18	10	284	51
1TaF19	60	0,6	32	311	187
1TaF20	2	0,02	1		
1TaF21					
1TaF22					
1TaF23	27	0,27	14	291	78
1TaF24	402	4,02	161	304	1222
1TaF25	45	0,45	24	273	123

**ANEXO 5: Conteo de N° quistes en suelo, J2 en suelo, J2+H en quiste y J2 por gramo de suelo en Ventaquemada.**

Código	# Quistes	conteo filiformes	conteo H+J2/quiste	factor de conversión	juveniles/gr suelo
2VEF1	4	2	867	0,04	34,68
2VEF2	6	3	334	0,06	20,04
2VEF3	3	2	353	0,03	10,59
2VEF4					
2VEF5					
2VEF6	5	3	326	0,05	16,3
2VEF7	3	2	350	0,03	10,5
2VEF8					
2VEF9	4	2	334	0,04	13,36



2VEF10	7	4	316	0,07	22,12
2VEF11	3	2	471	0,03	14,13
2VEF12	5	3		0,05	
2VEF13	73	39	565	0,73	412,45
2VEF14	20	11	568	0,2	113,6
2VEF15	1	1	312	0,01	3,12

### ANEXO 7: Datos muestreo en grilla Tausa.

código	N	W	# quistes	gr suelo procesado	observación en campo
1	5,20265	73,89729	356	50	foco
2	5,20268	73,89718	113	50	
3	5,20268	73,89703	134	50	
4	5,20258	73,89697	320	50	foco
5	5,20258	73,89697	264	50	foco
6	5,20258	73,89697	107	50	
7	5,20251	73,89675	30	50	
8	5,20258	73,89676	28	50	
9	5,20262	73,89687	19	50	
10	5,20266	73,89698	76	50	
11	5,20266	73,89698	165	50	foco
12	5,20276	73,89713	375	50	foco
13	5,20287	73,89716	120	50	foco
14	5,20293	73,89705	48	50	
15	5,20274	73,8967	71	50	
16	5,20271	73,89696	23	50	
17	5,20265	73,89676	90	50	
18	5,20271	73,89656	57	50	
19	5,20272	73,89667	34	50	
20	5,2018	73,89179	275	50	foco
21	5,20287	73,89189	76	50	
22	5,2029	73,897	33	50	
23	5,20283	73,89706	2	50	
24	5,20293	73,89693	27	50	
25	5,20296	73,89704	32	50	
26	5,20687	73,896	40	50	
27	5,20272	73,89532	33	50	
28	5,20265	73,89729	12	50	

### ANEXO 8: Datos muestreo en grilla Ventaquemada.

CODIGO	COORDENADAS	# QUISTES	GR SUELO PROCESADO	OBSERVACION EN CAMPO
--------	-------------	-----------	--------------------	----------------------

1	05° 20' 26.2"	73° 32' 18.8"	675	100	foco
2	05° 20' 26.8"	73° 32' 19.1"	63	100	
3	05° 20' 27.1"	73° 32' 19.6"	316	100	
4	05° 20' 27.6"	73° 32' 20,0"	187	100	
5	05° 20' 28.3"	73° 32' 20.4"	135	100	
6	05° 20' 28.5"	73° 32' 20.9"	137	100	
7	05° 20' 28.6"	73° 32' 21.0"	323	100	foco
8	05° 20' 28.0"	73° 32' 20.6"	234	100	
9	05° 20' 27.6"	73° 32' 20.2"	124	100	
10	05° 20' 27.0"	73° 32' 19.7"	52	100	
11	05° 20' 26.6"	73° 32' 19.3"	172	100	
12	05° 20' 26.2"	73° 32' 19.1"	119	100	
13	05° 20' 26.4"	73° 32' 19.4"	30	100	
14	05° 20' 26.8"	73° 32' 19.7"	49	100	
15	05° 20' 27.2"	73° 32' 20.1"	31	100	
16	05° 20' 27.7"	73° 32' 20.5"	546	100	foco
17	05° 20' 28.0"	73° 32' 20.9"	339	100	foco
18	05° 20' 28.6"	73° 32' 21.1"	757	100	foco
19	05° 20' 28.5"	73° 32' 21.4"	190	100	
20	05° 20' 27.9"	73° 32' 21.0"	133	100	
21	05° 20' 27.5"	73° 32' 20.7"	39	100	
22	05° 20' 27.2"	73° 32' 20.4"	68	100	
23	05° 20' 26.8"	73° 32' 20.0"	106	100	foco
24	05° 20' 26.4"	73° 32' 19.7"	66	100	
25	05° 20' 26.5"	73° 32' 20.0"	185	100	foco
26	05° 20' 26.9"	73° 32' 20.3"	48	100	
27	05° 20' 27.0"	73° 32' 20.5"	41	100	
28	05° 20' 27.3"	73° 32' 20.7"	37	100	
29	05° 20' 27.7"	73° 32' 21.1"	70	100	
30	05° 20' 28.2"	73° 32' 21.6"	95	100	foco

---

ANEXO 9: Analisis

**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)**  
**ENCUESTA NEMATODOS**  
**OLGA PEREZ**  
**PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA**  
**8 DE ENERO DE 2014**

The FREQ Procedure

Frequency Percent Row Pct Col Pct	Table of PRESENCIA_QIUST by MUNICIPIO		
	PRESENCIA_QIUST(PRESENCIA_QIUST)	MUNICIPIO(MUNICIPIO)	
		TAUSA	VENTAQUEMADA
NO	8	3	11
	20.00	7.50	27.50
	72.73	27.27	
	32.00	20.00	
SI	17	12	29
	42.50	30.00	72.50
	58.62	41.38	
	68.00	80.00	
Total	25	15	40
	62.50	37.50	100.00

estadístico.

Statistics for Table of PRESENCIA\_QIUST by MUNICIPIO

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	1	0.6771	0.4106
Likelihood Ratio Chi-Square	1	0.6980	0.4035
Continuity Adj. Chi-Square	1	0.2090	0.6476
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	0.6602	0.4165
Phi Coefficient		0.1301	
Contingency Coefficient		0.1290	
Cramer's V		0.1301	

WARNING: 25% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.

Fisher's Exact Test	
Cell (1,1) Frequency (F)	8
Left-sided Pr <= F	0.8841
Right-sided Pr >= F	0.3288
Table Probability (P)	0.2129
Two-sided Pr <= P	0.4861

Sample Size = 40

Frequency Percent Row Pct Col Pct	Table of PRESENCIA_QIUST by TOPGRA				
	PRESENCIA_QIUST(PRESENCIA_QIUST)	TOPGRA(TOPGRA)			
		0_15	15_30	30_45	Total
NO	0	9	2	11	
	0.00	22.50	5.00	27.50	
	0.00	81.82	18.18		
	0.00	31.03	33.33		
SI	5	20	4	29	
	12.50	50.00	10.00	72.50	
	17.24	68.97	13.79		
	100.00	68.97	66.67		
<b>Total</b>	5	29	6	40	
	12.50	72.50	15.00	100.00	

Statistics for Table of PRESENCIA\_QIUST by TOPGRA

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	2	2.1807	0.3361
Likelihood Ratio Chi-Square	2	3.4915	0.1745
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	1.3259	0.2495
Phi Coefficient		0.2335	
Contingency Coefficient		0.2274	
Cramer's V		0.2335	

WARNING: 67% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.

Sample Size = 40

Frequency Percent Row Pct Col Pct	Table of PRESENCIA_QIUST by TEXTURA				
	PRESENCIA_QIUST(PRESENCIA_QIUST)	TEXTURA(TEXTURA)			
		ARCILLOSO	FRANCO	FRANCO ARCILLOSO	FRANCO ARENOSO
NO	0	4	6	1	11
	0.00	10.00	15.00	2.50	27.50
	0.00	36.36	54.55	9.09	
	0.00	26.67	30.00	33.33	
SI	2	11	14	2	29
	5.00	27.50	35.00	5.00	72.50
	6.90	37.93	48.28	6.90	
	100.00	73.33	70.00	66.67	
<b>Total</b>	2	15	20	3	40
	5.00	37.50	50.00	7.50	100.00

Statistics for Table of PRESENCIA\_QIUST by TEXTURA

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	3	0.8777	0.8308
Likelihood Ratio Chi-Square	3	1.4024	0.7050
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	0.4890	0.4844
Phi Coefficient		0.1481	
Contingency Coefficient		0.1465	
Cramer's V		0.1481	
<b>WARNING: 63% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.</b>			

Sample Size = 40

Frequency Percent Row Pct Col Pct	Table of PRESENCIA_QIUST by ORIENT_SURCA				
	PRESENCIA_QIUST(PRESENCIA_QIUST)	ORIENT_SURCA(ORIENT_SURCA)			
		a favor	contra	diagonal	Total
	<b>NO</b>	3	6	2	11
		7.50	15.00	5.00	27.50
		27.27	54.55	18.18	
		21.43	26.09	66.67	
	<b>SI</b>	11	17	1	29
		27.50	42.50	2.50	72.50
		37.93	58.62	3.45	
		78.57	73.91	33.33	
	<b>Total</b>	14	23	3	40
		35.00	57.50	7.50	100.00

Statistics for Table of PRESENCIA\_QIUST by ORIENT\_SURCA

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	2	2.5901	0.2739
Likelihood Ratio Chi-Square	2	2.2838	0.3192
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	1.4349	0.2310
Phi Coefficient		0.2545	
Contingency Coefficient		0.2466	
Cramer's V		0.2545	

Sample Size = 40

Frequency Percent Row Pct Col Pct	Table of PRESENCIA_QIUST by VAR_SEM								
	PRESENCIA_QIUST(PRESENCIA_QIUST)	VAR_SEM(VAR_SEM)							Total
		Criolla	Diacol capiro	Ica Huila	P. PASTUSA	SUPERIOR	SUPREMA	suprema	
NO	0	0	2	1	0	8	0	11	
	0.00	0.00	5.00	2.50	0.00	20.00	0.00	27.50	
	0.00	0.00	18.18	9.09	0.00	72.73	0.00		
	0.00	0.00	40.00	33.33	0.00	42.11	0.00		
SI	2	2	3	2	5	11	4	29	
	5.00	5.00	7.50	5.00	12.50	27.50	10.00	72.50	
	6.90	6.90	10.34	6.90	17.24	37.93	13.79		
	100.00	100.00	60.00	66.67	100.00	57.89	100.00		
Total	2	2	5	3	5	19	4	40	
	5.00	5.00	12.50	7.50	12.50	47.50	10.00	100.00	

Statistics for Table of PRESENCIA\_QIUST by VAR\_SEM

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	6	7.4069	0.2848
Likelihood Ratio Chi-Square	6	10.6404	0.1001
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	0.4075	0.5232
Phi Coefficient		0.4303	
Contingency Coefficient		0.3953	
Cramer's V		0.4303	
WARNING: 86% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.			

Sample Size = 40

Frequency Percent Row Pct Col Pct	Table of PRESENCIA_QIUST by SEMILLA_CERT			
	PRESENCIA_QIUST(PRESENCIA_QIUST)	SEMILLA_CERT(SEMILLA_CERT)		Total
		NO	si	
NO	8	3	11	
	20.00	7.50	27.50	
	72.73	27.27		
	25.81	33.33		
SI	23	6	29	
	57.50	15.00	72.50	
	79.31	20.69		
	74.19	66.67		
Total	31	9	40	
	77.50	22.50	100.00	

Statistics for Table of PRESENCIA\_QIUST by SEMILLA\_CERT

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	1	0.1982	0.6562
Likelihood Ratio Chi-Square	1	0.1928	0.6606
Continuity Adj. Chi-Square	1	0.0004	0.9831
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	0.1932	0.6602
Phi Coefficient		-0.0704	
Contingency Coefficient		0.0702	
Cramer's V		-0.0704	
<b>WARNING: 25% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.</b>			

Fisher's Exact Test	
Cell (1,1) Frequency (F)	8
Left-sided Pr <= F	0.4768
Right-sided Pr >= F	0.8099
Table Probability (P)	0.2866
Two-sided Pr <= P	0.6861

Sample Size = 40

Sample Size = 40

Frequency Percent Row Pct Col Pct	Table of PRESENCIA_QIUST by ORIGEN_SEMILLA									
	PRESENCIA_QIUST(PRESENCIA_QIUST)	ORIGEN_SEMILLA(ORIGEN_SEMILLA)								Total
		COGUA	FEDEPAPA	ICA	PROPIA	SINGENTA	TIBAITATÁ	Villapinzon	vetaquemada	
NO	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	1 2.50 9.09 50.00	8 20.00 72.73 26.67	0 0.00 0.00 0.00	2 5.00 18.18 100.00	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	11 27.50
SI	1 2.50 3.45 100.00	2 5.00 6.90 100.00	1 2.50 3.45 50.00	22 55.00 75.86 73.33	1 2.50 3.45 100.00	0 0.00 0.00 0.00	1 2.50 3.45 100.00	1 2.50 3.45 100.00	1 2.50 3.45 100.00	29 72.50
Total	1 2.50	2 5.00	2 5.00	30 75.00	1 2.50	2 5.00	1 2.50	1 2.50	1 2.50	40 100.00

Statistics for Table of PRESENCIA\_QIUST by ORIGEN\_SEMILLA

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	7	8.0669	0.3267
Likelihood Ratio Chi-Square	7	9.4860	0.2196
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	0.4384	0.5079
Phi Coefficient		0.4491	
Contingency Coefficient		0.4097	
Cramer's V		0.4491	
<b>WARNING: 88% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.</b>			

Sample Size = 40

**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)  
ENCUESTA NEMATODOS  
OLGA PEREZ  
PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA  
8 DE ENERO DE 2014**

The LOGISTIC Procedure

Model Information		
Data Set	WORK.UNO	
Response Variable	PRESENCIA_QIUST	PRESENCIA_QIUST
Number of Response Levels	2	
Model	binary logit	
Optimization Technique	Fisher's scoring	

Number of Observations Read	40
Number of Observations Used	40

Response Profile		
Ordered Value	PRESENCIA_QIUST	Total Frequency
1	SI	29
2	NO	11



Probability modeled is PRESENCIA\_QIUST='SI'.

**Model Convergence Status**

Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.

**Model Fit Statistics**

Criterion	Intercept Only	Intercept and Covariates
AIC	49.054	46.499
SC	50.742	49.877
-2 Log L	47.054	42.499

R-Square	0.1076	Max-rescaled R-Square	0.1556
----------	--------	-----------------------	--------

**Testing Global Null Hypothesis: BETA=0**

Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	4.5544	1	0.0328
Score	5.0368	1	0.0248
Wald	3.6352	1	0.0566

**Analysis of Maximum Likelihood Estimates**

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	1.5965	0.4953	10.3899	0.0013
AREA	1	-0.1514	0.0794	3.6352	0.0566

**Association of Predicted Probabilities and Observed Responses**

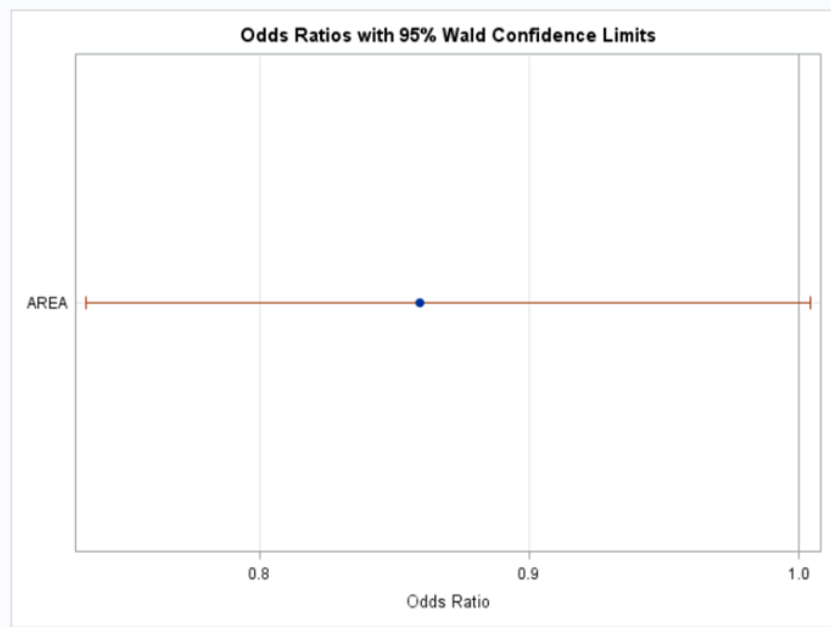
Percent Concordant	69.6	Somers' D	0.473
Percent Discordant	22.3	Gamma	0.515
Percent Tied	8.2	Tau-a	0.194
Pairs	319	c	0.737

**Parameter Estimates and Profile-Likelihood Confidence Intervals**

Parameter	Estimate	95% Confidence Limits	
Intercept	1.5965	0.6908	2.6634
AREA	-0.1514	-0.3465	-0.0119

**Odds Ratio Estimates and Wald Confidence Intervals**

Effect	Unit	Estimate	95% Confidence Limits	
AREA	1.0000	0.859	0.736	1.004



**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)**  
**ENCUESTA NEMATODOS**  
**OLGA PEREZ**  
**PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA**  
**8 DE ENERO DE 2014**

Obs	AREA	PROB_PRESENCIA
1	20.0	0.19285
2	20.0	0.19285
3	18.0	0.24439
4	9.0	0.55820
5	8.0	0.59515
6	6.0	0.66554
7	5.0	0.69836

21	2.0	0.78478
22	2.0	0.78478
23	2.0	0.78478
24	2.0	0.78478
25	1.0	0.80925
26	1.0	0.80925
27	1.0	0.80925
28	1.0	0.80925
29	0.5	0.82066
30	0.5	0.82066
31	0.5	0.82066
32	0.5	0.82066
33	0.5	0.82066
34	0.5	0.82066
35	0.5	0.82066
36	0.5	0.82066
37	0.5	0.82066
38	0.5	0.82066
39	0.5	0.82066
40	0.2	0.82725

CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)  
ENCUESTA NEMATODOS  
OLGA PEREZ  
PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA  
8 DE ENERO DE 2014

The LOGISTIC Procedure

Model Information		
Data Set	WORK.UNO	
Response Variable	PRESENCIA_QIUST	PRESENCIA_QIUST
Number of Response Levels	2	
Model	binary logit	
Optimization Technique	Fisher's scoring	

Number of Observations Read	40
Number of Observations Used	40

Response Profile		
Ordered Value	PRESENCIA_QIUST	Total Frequency
1	SI	29
2	NO	11

Probability modeled is PRESENCIA\_QIUST='SI'.

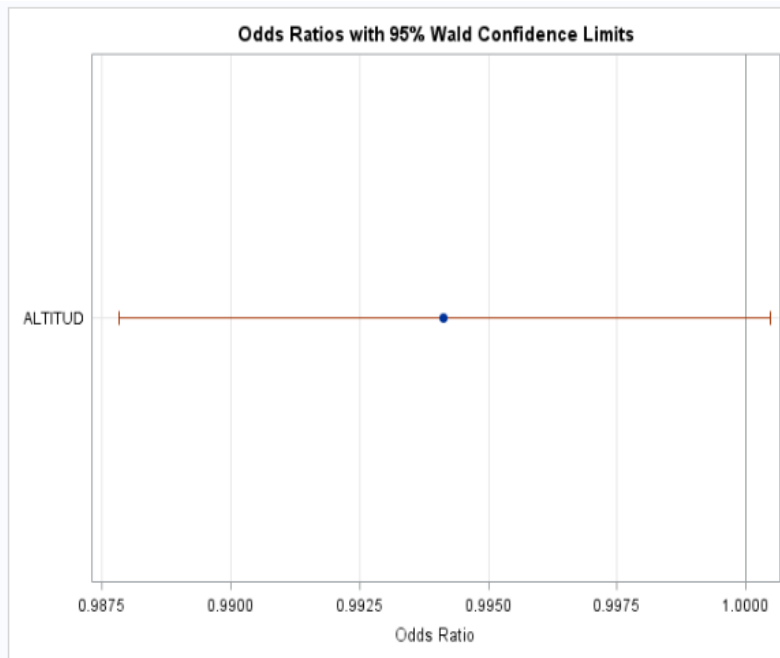
Model Convergence Status
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.

Model Fit Statistics		
Criterion	Intercept Only	Intercept and Covariates
AIC	49.054	46.660
SC	50.742	50.038
-2 Log L	47.054	42.660

R-Square	0.1040	Max-rescaled R-Square	0.1504
----------	--------	-----------------------	--------

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	4.3934	1	0.0361
Score	3.7681	1	0.0522
Wald	3.2957	1	0.0695

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	19.0212	10.0388	3.5902	0.0581
ALTITUD	1	-0.00588	0.00324	3.2957	0.0695



**Odds Ratio Estimates and Wald Confidence Intervals**

Effect	Unit	Estimate	95% Confidence Limits	
ALTITUD	1.0000	0.994	0.988	1.000

**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)  
ENCUESTA NEMATODOS  
OLGA PEREZ  
PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA  
8 DE ENERO DE 2014**

Obs	ALTITUD	PROB_PRESENCIA
1	3271	0.44495
2	3236	0.49620
3	3204	0.54316
4	3200	0.54899
5	3193	0.55916
6	3192	0.56061
7	3186	0.56929
8	3174	0.58650
9	3172	0.58936
10	3155	0.61332
11	3148	0.62304
12	3133	0.64353
13	3132	0.64488
14	3128	0.65025
15	3125	0.65425
16	3125	0.65425
17	3108	0.67651
18	3102	0.68419
19	3094	0.69427
20	3092	0.69676

21	3087	0.70294
22	3082	0.70904
23	3080	0.71146
24	3070	0.72339
25	3057	0.73843
26	3020	0.77825
27	2965	0.82907
28	2933	0.85412
29	2933	0.85412
30	2932	0.85485
31	2928	0.85774
32	2926	0.85917
33	2912	0.86885
34	2895	0.87983
35	2828	0.91567
36	2785	0.93326
37	2780	0.93507
38	2770	0.93855
39	2722	0.95296
40	2644	0.96974

**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)  
ENCUESTA NEMATODOS  
OLGA PEREZ  
PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA  
8 DE ENERO DE 2014**

The LOGISTIC Procedure

Model Information		
Data Set	WORK.UNO	
Response Variable	PRESENCIA_QIUST	PRESENCIA_QIUST
Number of Response Levels	2	
Model	binary logit	
Optimization Technique	Fisher's scoring	

Number of Observations Read	40
Number of Observations Used	40

Response Profile		
Ordered Value	PRESENCIA_QIUST	Total Frequency
1	SI	29
2	NO	11

Probability modeled is PRESENCIA\_QIUST='SI'.

Model Convergence Status	
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.	

Model Fit Statistics		
Criterion	Intercept Only	Intercept and Covariates
AIC	49.054	50.973
SC	50.742	54.351
-2 Log L	47.054	46.973

R-Square	0.0020	Max-rescaled R-Square	0.0029
----------	--------	-----------------------	--------

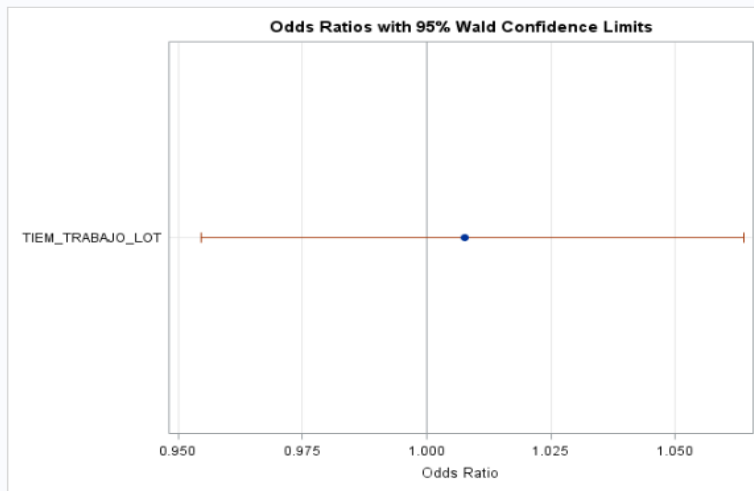
Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	0.0800	1	0.7773
Score	0.0779	1	0.7801
Wald	0.0776	1	0.7806

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	0.8714	0.4931	3.1229	0.0772
TIEM_TRABAJO_LOT	1	0.00769	0.0276	0.0776	0.7806

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses			
Percent Concordant	45.5	Somers' D	-0.013
Percent Discordant	46.7	Gamma	-0.014
Percent Tied	7.8	Tau-a	-0.005
Pairs	319	c	0.494

Parameter Estimates and Profile-Likelihood Confidence Intervals			
Parameter	Estimate	95% Confidence Limits	
Intercept	0.8714	-0.0713	1.8894
TIEM_TRABAJO_LOT	0.00769	-0.0431	0.0702

Odds Ratio Estimates and Wald Confidence Intervals				
Effect	Unit	Estimate	95% Confidence Limits	
TIEM_TRABAJO_LOT	1.0000	1.008	0.955	1.064



**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)**  
**ENCUESTA NEMATODOS**  
**OLGA PEREZ**  
**PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA**  
**8 DE ENERO DE 2014**

Obs	TIEM_TRABAJO_LOT	PROB_PRESENCIA
1	1	0.70664
2	1	0.70664
3	1	0.70664
4	2	0.70823
5	3	0.70982
6	3	0.70982
7	3	0.70982
8	3	0.70982
9	3	0.70982
10	3	0.70982
11	4	0.71140
12	4	0.71140
13	4	0.71140
14	4	0.71140
15	5	0.71298
16	5	0.71298
17	5	0.71298
18	6	0.71455
19	6	0.71455

20	6	0.71455
21	6	0.71455
22	8	0.71768
23	10	0.72079
24	10	0.72079
25	13	0.72541
26	15	0.72846
27	15	0.72846
28	15	0.72846
29	18	0.73300
30	20	0.73600
31	20	0.73600
32	20	0.73600
33	20	0.73600
34	20	0.73600
35	30	0.75068
36	30	0.75068
37	40	0.76480
38	40	0.76480
39	40	0.76480
40	60	0.79134

**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)**  
**ENCUESTA NEMATODOS**  
**OLGA PEREZ**  
**PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA**  
**8 DE ENERO DE 2014**

The LOGISTIC Procedure

Model Information		
Data Set	WORK.UNO	
Response Variable	PRESENCIA_QIUST	PRESENCIA_QIUST
Number of Response Levels	2	
Model	binary logit	
Optimization Technique	Fisher's scoring	

Number of Observations Read	40
Number of Observations Used	40

Response Profile		
Ordered Value	PRESENCIA_QIUST	Total Frequency
1	SI	29
2	NO	11

Probability modeled is PRESENCIA\_QIUST='SI'.



**Model Convergence Status**  
 Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.

Model Fit Statistics		
Criterion	Intercept Only	Intercept and Covariates
AIC	49.054	49.874
SC	50.742	53.251
-2 Log L	47.054	45.874

R-Square 0.0291    Max-rescaled R-Square 0.0420

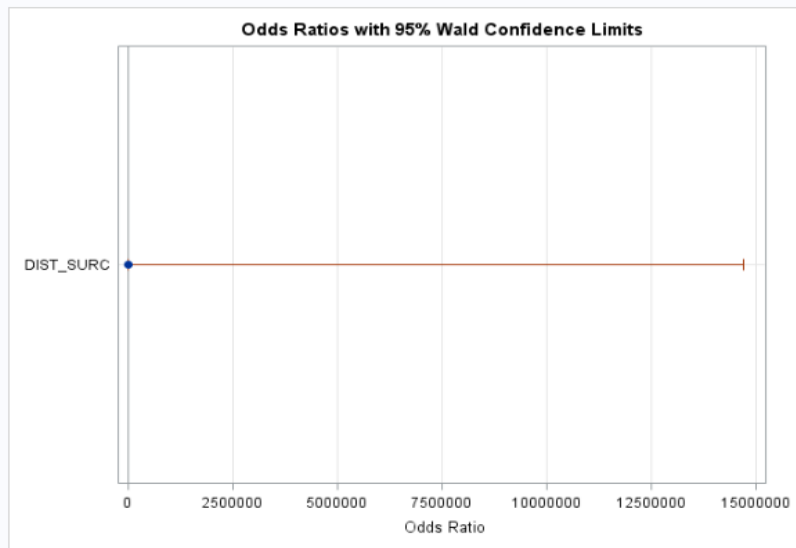
Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	1.1798	1	0.2774
Score	1.2149	1	0.2704
Wald	1.0954	1	0.2953

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-4.6494	5.3655	0.7509	0.3862
DIST_SURC	1	5.7451	5.4891	1.0954	0.2953

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses			
Percent Concordant	19.4	Somers' D	0.053
Percent Discordant	14.1	Gamma	0.159
Percent Tied	66.5	Tau-a	0.022
Pairs	319	c	0.527

Parameter Estimates and Profile-Likelihood Confidence Intervals			
Parameter	Estimate	95% Confidence Limits	
Intercept	-4.6494	-17.0212	5.6155
DIST_SURC	5.7451	-4.6842	18.3963

Odds Ratio Estimates and Wald Confidence Intervals				
Effect	Unit	Estimate	95% Confidence Limits	
DIST_SURC	1.0000	312.641	0.007	>999.999



**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)**  
**ENCUESTA NEMATODOS**  
**OLGA PEREZ**  
**PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA**  
**8 DE ENERO DE 2014**  
 The LOGISTIC Procedure

Model Information		
Data Set	WORK.UNO	
Response Variable	PRESENCIA_QIUST	PRESENCIA_QIUST
Number of Response Levels	2	
Model	binary logit	
Optimization Technique	Fisher's scoring	

Number of Observations Read	40
Number of Observations Used	40

Response Profile		
Ordered Value	PRESENCIA_QIUST	Total Frequency
1	SI	29
2	NO	11

Probability modeled is PRESENCIA\_QIUST='SI'.

Model Convergence Status	
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.	

Model Fit Statistics		
Criterion	Intercept Only	Intercept and Covariates
AIC	49.054	50.464
SC	50.742	53.841
-2 Log L	47.054	46.464

R-Square	0.0146	Max-rescaled R-Square	0.0212
----------	--------	-----------------------	--------

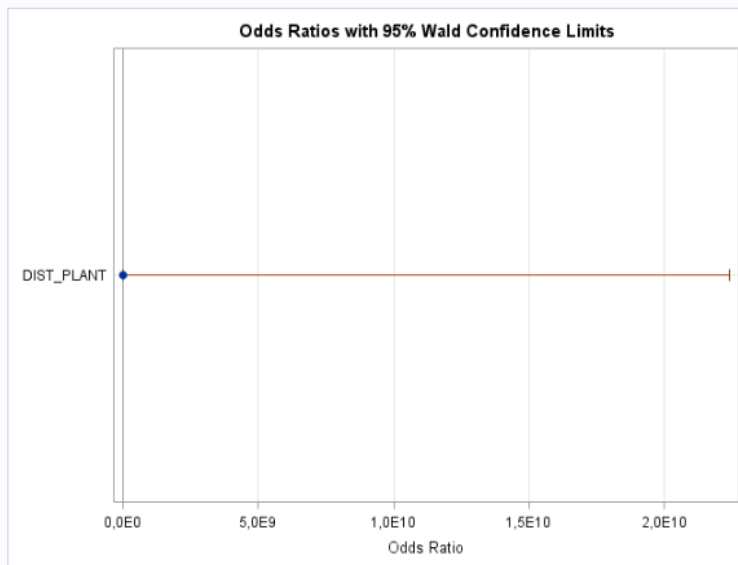
Testing Global Null Hypothesis: BETA=0			
Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	0.5898	1	0.4425
Score	0.6024	1	0.4377
Wald	0.5893	1	0.4427

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-1.4468	3.1494	0.2110	0.6459
DIST_PLANT	1	6.7074	8.7373	0.5893	0.4427

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses			
Percent Concordant	41.4	Somers' D	0.232
Percent Discordant	18.2	Gamma	0.389
Percent Tied	40.4	Tau-a	0.095
Pairs	319	c	0.616

Parameter Estimates and Profile-Likelihood Confidence Intervals			
Parameter	Estimate	95% Confidence Limits	
Intercept	-1.4468	-7.9033	4.9431
DIST_PLANT	6.7074	-10.7470	24.7758

Odds Ratio Estimates and Wald Confidence Intervals				
Effect	Unit	Estimate	95% Confidence Limits	
DIST_PLANT	1.0000	818.472	<0.001	>999.999



**CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (CORPOICA)**  
**ENCUESTA NEMATODOS**  
**OLGA PEREZ**  
**PROCES: UNIDAD DE BIOMETRIA**  
**8 DE ENERO DE 2014**

Obs	DIST_PLANT	PROB_PRESENCIA
1	0.25	0.55725
2	0.25	0.55725
3	0.30	0.63770
4	0.30	0.63770
5	0.35	0.71111
6	0.35	0.71111
7	0.35	0.71111
8	0.35	0.71111
9	0.35	0.71111
10	0.35	0.71111
11	0.35	0.71111
12	0.35	0.71111
13	0.35	0.71111
14	0.35	0.71111
15	0.35	0.71111
16	0.35	0.71111
17	0.35	0.71111
18	0.35	0.71111
19	0.35	0.71111

20	0.35	0.71111
21	0.35	0.71111
22	0.35	0.71111
23	0.35	0.71111
24	0.35	0.71111
25	0.35	0.71111
26	0.40	0.77489
27	0.40	0.77489
28	0.40	0.77489
29	0.40	0.77489
30	0.40	0.77489
31	0.40	0.77489
32	0.40	0.77489
33	0.40	0.77489
34	0.40	0.77489
35	0.40	0.77489
36	0.40	0.77489
37	0.40	0.77489
38	0.40	0.77489
39	0.40	0.77489
40	0.45	0.82800

**Anexo 10:** Formato de encuesta



10	Ciracusa, vidrio reloj, cajas de petri, beaker de plastico	12
11	Esteroscopio y microscopio	4
12	Papel periodico	100 hojas
13	Gramera	2
14	Frasco lavador	2
15	Pinceles	2
16	Hojas Blancas tamaño carta	10
17	Marcadores	4
18	Cuaderno o libro de laboratorio	1
12	Vehículo para movilización (camioneta 4 x 4)	1