

**I. COMPORTAMIENTO DE 24 ACCESIONES DE PAPA  
(nativas, comerciales y clones promisorios) AL  
PARASITISMO DEL NEMATODO DEL QUISTE DE LA  
PAPA (*Globodera pallida*) EN INVERNADERO.  
CUTUGLAGUA – PICHINCHA.**

**II. INTRODUCCIÓN**

En Ecuador, la papa es el cultivo más importante de la región Sierra; constituye base de la dieta alimenticia de la población de esta región, es fuente importante de trabajo porque requiere, 90 jornales por hectárea y a su cultivo se destina una superficie significativa (SICA, 2006). En el año 2009 se estimó una superficie sembrada de 48,999.00 ha, una producción de 286,790.00 toneladas y un rendimiento promedio de 5.9 t / ha (FAOSTAT, 2009). Los factores abióticos que afectan la producción del cultivo de papa a nivel de América Latina son las heladas, baja fertilización y la sequía. Mientras que entre los factores bióticos se tiene: enfermedades, insectos plaga y nematodos. Entre estos últimos los nematodos del quiste de la papa (*Globodera rostochiensis* y *G. pallida*) y el nematodo (*Nacobus aberrans*) tienen importancia económica en el cultivo de papa (Oyarzún, 2002; Franco, 2002).

Los nematodos son microorganismos vermiformes (forma de gusano), redondos en sección transversal, simetría bilateral (cuerpo en dos mitades diferentes), hialinos (transparentes), no segmentados que habitan principalmente en el suelo y en el agua (Ruano ,1999).

Más de 40 especies infectan al cultivo de la papa, alimentándose de raíces y /o tubérculos. Entre las especies de importancia que afectan el cultivo de papa se han identificado a los géneros *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida* las que se encuentran distribuidas en casi en todo el mundo (Ruano, 1999).

Existen países en donde la falta de control de estas especies puede causar pérdidas de hasta el 80 % en los rendimientos del cultivo de papa. Esta plaga, no solamente ocasiona reducción del rendimiento, sino que una vez establecida en el campo es imposible de erradicar. La importancia económica es cada vez mayor debido a la creciente diseminación a través de los tubérculos usados como semilla y a la disminución del período de rotación, ya que pueden permanecer latentes en el suelo por décadas (González y Franco, 1997; Sullivan *et al.*, 2007; CFIA, 2009).

La especie de mayor importancia en Ecuador es *G. pallida*; con pérdidas promedio en el rendimiento de hasta el 30 %. La especie se encuentra distribuida en la zona Centro y Sur del país, debido a la siembra continua de papa, períodos cortos de rotación, existencia de minifundios y el desconocimiento de agricultores de la existencia de la plaga. Los daños causados por esta plaga dependen del nivel de infestación, fertilidad del suelo y suministro de agua (Revelo, 1984; 1985; 2003).

Varias de las estrategias de control que se han estudiado en otros países están dirigidas a disminuir la infección radicular. Así, se han realizado estudios con aplicaciones de organismos antagónicos como *Agrobacterium radiobacter* y *Bacillus sphaericus* que lograron reducir la infección en un 24 a 41 % (Racke y Sikora, 2002). También, se han determinado disminución de las infecciones en un 48 y 51 % respectivamente con aplicaciones de *Pochonia chlamydosporia* y Fosthiazato (insecticida – nematicida) (Tobina y Haydocka, 2008). No obstante, según estudios, hay indicios de que la aplicación se vería limitada por los altos costos (Racke y Sikora, 2002).

Con respecto a las estrategias de control de *G. pallida* en Ecuador, se han realizado estudios orientados a reducir la población del nematodo para mantener los rendimientos en niveles tolerables mediante la práctica de rotación con cultivos no hospederos (maíz, trigo, quinua, haba) y la siembra de variedades de papa determinadas como tolerantes al nematodo. Además se destaca la necesidad de disponer de variedades resistentes por la dificultad en implementar rotaciones efectivas en ciertas zonas de (Revelo, 1984).

También Scurrah (1981), Franco y Rincón (1985) reportan como método de manejo importante de nematodos el uso de variedades resistentes y tolerantes de papa. Franco y González (1986) manifiestan que un cultivar de papa puede contribuir a la multiplicación o disminución de los nematodos según el grado de resistencia<sup>1</sup> y / o tolerancia<sup>1</sup>; esta resistencia se determina por la relación entre la densidad de población de nematodo y / o tolerancia. Según Scurra (1981) el uso de un cultivar cuya resistencia se basa en la restricción de alimento a los nematodos y que causa la interrupción del ciclo de vida; puede ser más efectiva que la rotación con un cultivo no hospedero o lo que se podría comparar con los resultados obtenidos al no sembrar papa durante 5 a 7 años.

---

<sup>1</sup>Scurrah (1981), Franco y Rincón (1985):

**Resistencia:** está determinada por la relación de la densidad de población del nematodo antes de la siembra y la densidad de población al final.

**Tolerancia:** es independiente de la resistencia y se refiere a la capacidad de la planta para producir a pesar de encontrarse en un suelo infestado.

Las variedades nativas de papa por la diversidad y la persistencia en el tiempo podrían ser fuentes de genes de resistencia a *Globodera pallida* (Franco *et al.*, 1990) como en el caso de los especies *S. tuberosum spp. andigena*, *juzepzukii* y *curtilobum* (Scurrah, 2008).

Ecuador con más de 400 variedades nativas de papa (Cuesta *et al.*, 2005), sólo en unas pocas se han evaluado el comportamiento al parasitismo de *G. pallida* (Revelo, 2003; Riera, 2008).

El presente trabajo aportaría con información importante respecto al comportamiento de un grupo de variedades nativas que de poseer características de resistencia y/o tolerancia podrían ser incluidas como progenitores en los programas de cruza del PNRT – papa<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> **PNRT**: Programa Nacional de Raíces y tubérculos Rubro papa, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina, Pichincha –Ecuador.

## **A. OBJETIVOS**

### **General**

Determinar el comportamiento de 24 accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en invernadero. Cutuglagua – Pichincha.

### **Específicos**

- a. Evaluar la resistencia de 24 accesiones de papa al parasitismo de *Globodera pallida*.
- b. Evaluar la tolerancia de 24 accesiones de papa al parasitismo de *Globodera pallida*.
- c. Seleccionar accesiones de papa que sean resistentes y tolerantes.

## **B. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>:** En la colección nacional de variedades de papa, se observa si existen accesiones con resistencia y tolerancia al nematodo del quiste (*Globodera pallida*).

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **1.1 NEMATODO DEL QUISTE DE LA PAPA (*Globodera pallida*)**

##### **1.1.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

Más de 40 especies de nematodos infectan a la papa pero sólo unas pocas son de importancia. La mayoría de estos nematodos que causan daño está distribuida en el mundo y tiene una gama relativamente amplia de hospedantes. En el caso de *G. pallida* se distribuye en climas desde Moderado tropical (Mt), Subtropical (St) y Templado (T); siendo Mt y T los de mejor adaptación (Jatala, 1986).

En Ecuador el nicho ecológico de este nematodo que parasita a las variedades de papa está entre 2,600.00 a 3,200.00 msnm, con clima templado, suelos franco arenosos. En zonas ubicadas a 3200 m de altitud, es posible encontrar lotes libres de este nematodo o con poblaciones bajas de 0 – 2 huevos y larvas por gramo de suelo (h y l / g s), aptos para la producción de tubérculo semilla de papa (Revelo, 1984; 1985; 2003).

En estudios (sobre la presencia de este nematodo en Ecuador) se determinó que el nematodo se encuentra en la mayoría de las zonas paperas de la región andina, excepto en las provincias de Azuay y Loja, donde el cultivo de la papa es esporádico. En la región centro y sur andina que corresponden a las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo presentaron niveles altos de población mayores a 100 h y l / g s; Cañar y Bolívar presentaron niveles medios de población (50 h y l / g s) respectivamente y en la región norte andina que corresponde a las provincias de Imbabura y Carchi niveles bajos de población (1 a 10 h y l / g s); debido a que en esta zona la rotación de cultivos es bien empleada especialmente en el Carchi (Revelo, 1984; 1985; 2003).

### 1.1.2 ESPECIE

A nivel mundial, el cultivo de la papa es infectado por dos especies de nematodos formadores de quistes *Globodera rostochiensis* Wollenweber (1923) y *Globodera pallida* Stone (1973) llamados, el primero “nematodo dorado de la papa” y el segundo “nematodo blanco de la papa”. Ambos nematodos han coevolucionado con el cultivo de papa en Sudamérica por cientos de miles de años (Turner y Evans, 1998).

Los nematodos del quiste de la papa (NPQ) pertenecen al Phylum nematoda, al orden Tylenchida y a la familia Heteroderidae (Tacconi y Ambrogioni, 1995). Estudios realizados por Turner y Evans (1998) indican que *G. rostochiensis* y *G. pallida* se separaron hace 10,000.00 a 90,000.00 años, sin embargo, recientes estudios moleculares demostraron que la separación se dio hace millones de años (Fullaondo *et al.*, 1999).

### 1.1.3 TAXONOMÍA

#### 1.1.3.1 GÉNEROS DEL NEMATODO DEL QUISTE

En 1973, unas nuevas especies del nematodo del quiste de la papa (*Heterodera pallida*) fueron descubiertas (Stone, 1973a). Mucho antes datos técnicos referidos para *Heterodera rostochiensis sensu lato*, que incluyeron ambas especies, más esto no siempre fue posible determinar en publicaciones anteriores. Para posicionar a los nematodos del quiste de la papa, Skarbilovich (1959) lo ascendió al subgénero *Globodera* y por último fue elevado a género por Behrens (1975), quedando así:

Phylum:	NEMATODA
Orden:	Tylenchida
Superfamilia:	Heteroderoidea
Familia:	Heteroderidae
Género:	<i>Globodera</i>
Especie:	<i>pallida</i> y <i>rostochiensis</i> (CABI and EPPO, 2008).

### **1.1.4 PATOTIPOS**

Los patotipos también llamados razas fisiológicas son poblaciones del patógeno que se diferencian por el grado de virulencia que poseen y muestran diferentes niveles de habilidad para multiplicarse en cultivares diferentes (CABI and EPPO, 2008), es decir que son poblaciones de una misma especie que superan la resistencia de ciertas variedades de plantas huésped y son capaces de reproducirse en ellas (Hernández, 1999). Estos patotipos pueden convivir entre ellos sin antagonismos (CABI and EPPO, 2008). En el ámbito mundial se han identificado seis patotipos de *G. pallida*: tres en Europa (P<sub>1</sub>A, P<sub>2</sub>A2 y P<sub>3</sub>A) y tres en la zona andina (P<sub>4</sub>A, P<sub>5</sub>A y P<sub>6</sub>A) (INIA, 2008).

Doce poblaciones colectadas en varias zonas del Ecuador del NPQ fueron probadas en hospederos diferenciales (especies diferentes de papa) europeos. De acuerdo con el índice de reproducción del nematodo registrado en los diferenciales se identificaron los patotipos P<sub>3</sub>A, P<sub>4</sub>A y P<sub>5</sub>A. De estos, P<sub>4</sub>A presentó la frecuencia más alta (66.7%), seguido por P<sub>3</sub>A (25%) y P<sub>5</sub>A (8,3%). Según los resultados y la distribución de las poblaciones, los estudios de resistencia se deben realizar con el patotipo P<sub>4</sub>A (Revelo, 1984; 1985; 2003).

### **1.1.5 BIOLOGÍA**

#### **1.1.5.1 CICLO DE VIDA**

En función del hospedante y la temperatura del suelo, el ciclo de vida de *G. pallida* es de 90 a 100 días y produce una generación por ciclo de cultivo de papa a 10 °C (Revelo, 1984; 1985; 2003). En el interior del quiste las larvas pueden pasar por una fase de reposo, en la cual la capacidad de eclosión o emergencia de las mismas se ve disminuida o interrumpida, en función de las condiciones ambientales: temperatura (> 30 – 35 °C quedan inactivos) y de la iluminación (a iluminación constante no existe reposo) (Hernández, 1999). En la ausencia hospederos, muchos huevos en los quistes mueren gradualmente. En reportes anuales (en las varias áreas geográficas) la tasa de

mortalidad de huevos varía en regiones templadas con menos del 50% y en las regiones calientes con más del 75% (Sullivan *et al.*, 2007).

El ciclo de vida comprende un estado de huevo, cuatro estados juveniles y un estado adulto, tras producirse cuatro mudas. Las hembras secretan feromonas para atraer a los machos de su propia especie, pero también existe atracción a machos de otras especies (siempre y cuando sean del mismo grupo) (Volcy, 1998). La primera se presenta dentro del huevo. En el estado adulto es donde se produce un marcado dimorfismo sexual; el macho conserva la forma filiforme y las hembras fecundadas aumentan de tamaño y se vuelven esféricas (Revelo, 1984; 1985; 2003). Las hembras establecen su área de alimentación en el xilema (Volcy, 1998). Las hembras maduras tienen el cuello prominente, miden entre 0.5 y 0.8 mm de longitud con tamaño variable que depende probablemente de las características del hospedero y de la nutrición durante el desarrollo (CABI and EPPO, 2000). Los machos miden de 0.93 – 1.30 mm de largo, estilete y espícula (estuche) de 27 y 32 – 40  $\mu\text{m}$  de largo respectivamente, número base de cromosomas  $n = 9$  (Volcy, 1998) (*Ver Anexos, Gráfico 1 y 2*).

La velocidad de multiplicación y proporción de sexos son influenciados por la densidad de la población de los nematodos y por las características del hospedero. La disponibilidad de alimento estimula la multiplicación, la que puede alcanzar hasta 60 veces más. Cuando el alimento es limitado y la población numerosa (100 h y l / g s), la densidad de nematodos puede llegar a disminuir (Mai *et al.*, 1980).

En condiciones ambientales adversas al desarrollo del nematodo, la relación numérica entre sexos se inclina a favor de los machos, que tienen menor necesidad nutritiva respecto de las hembras ya que éstos cuando están dentro de la raíz no son activos, mientras que las hembras continúan alimentándose. También influyen la densidad de población del nematodo y las características genéticas del cultivo huésped (Hernández, 1999).

La hembra luego de ser fertilizada, produce y retiene de 200 a 600 huevos en el cuerpo. Los huevos comienzan su desarrollo embrionario hasta alcanzar la primera fase larvaria en la que la larva se encuentra doblada o replegada en el interior de la cubierta del huevo (Revelo; 1984; 1985; 2003). En el huevo se desarrolla el primer estado juvenil, el cual por estímulo de los exudados de la raíz, realiza *la primera muda de cutícula*; en esta etapa se forma el estilete (Baunacke, 1923; Triffit, 1930), para convertirse en el segundo estado juvenil (J<sub>2</sub>) que sale del huevo e infecta a la raíz; los J<sub>2</sub> con sus estiletes cortan el cono vulvar (abertura natural del quiste entre la cabeza y la vulva, que se forma al morir la hembra fecundada) para poder salir (Mulder and Van der Wal, 1997).

Las células que se encuentran en los ápices de las raíces son muy activas, están en constante crecimiento y desarrollo, además secretan diferentes exudados, más que en otras regiones de las raíces. Esta actividad se debe a la producción de fitohormonas, entre ellas las auxinas, que son detectadas por los anfidios (quimiorreceptores que son producto de invaginaciones ciegas, tubulares o sacciformes de la cutícula, que contienen un poro exterior, un conducto y una bolsa anfidial) de los nematodos. Uno de los sitios de infección preferidos por los J<sub>2</sub>, son las zonas de elongación, esto a causa de los gradientes de potencial eléctrico (Cepeda, 1996; Perry, 1998). Las larvas mediante las sustancias enzimáticas inyectadas a través del estilete, provocan (a nivel de los tejidos más internos) la formación de células gigantes multinucleadas (síncitos) que se forman por la disolución de las paredes y absorben las sustancias nutritivas hasta que el nematodo alcanza la madurez. La penetración de las larvas hasta los vasos conductores de savia se realiza a nivel de los pelillos radiculares, cerca de la cofia. Dependiendo de la temperatura la segunda etapa juvenil (J<sub>2</sub>) se completa alrededor de 7 días después de la invasión (Hernández, 1999).

Cuando las larvas no emergen de los huevos, es 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 (Hernández, 1999).

Dentro de la raíz se produce la *segunda muda* para entrar a la tercera etapa juvenil (J<sub>3</sub>) que se completa entre 10 a 11 días después de la invasión, en esta etapa los juveniles se diferencian en hembras con ovarios pares, y los machos con un solo testículo. Después una *tercera muda* para entrar a la cuarta etapa juvenil (J<sub>4</sub>) tras la cual se puede observar el tipo sexo que depende de la calidad y cantidad de alimento que el hospedero le proporcione, el juvenil femenino de cuarta etapa es en forma de botella y mide alrededor de 0.4 mm de largo, la cavidad del cuerpo comienza a ser casi completa con los ovarios en desarrollo. Tras la *cuarta muda* el sistema reproductor se abre al exterior a través de la formación de la vulva, las hembras permanecen sésiles (adheridas), con el cuerpo hinchado de 0.5 – 0.8 mm de diámetro que sobresale a través de la epidermis de la raíz (Franklin, 1951) y el macho abandona la raíz y vive en la rizósfera, se transforma en un gusano alargado y delgado, donde busca a las hembras para fecundarlas. Es atraído por la feromona de la hembra joven, llega hasta ella y se aparea, muchos machos pueden rodear a la hembra y tener múltiples apareamientos. Tras fecundarla muere, ya que solo puede vivir en el suelo unos diez días (Hernández, 1999).

En la hembra fecundada los ovarios comienzan a aumentar de tamaño y en última instancia llenan todo su cuerpo haciéndose globosa. Unas cuatro semanas después de la fecundación la hembra sufre una transformación al engrosar las paredes de su cuerpo y se transforma en quiste al morir (Whitehead, 1998), el cual contiene huevos embrionados que provoca la ruptura del tejido radicular, sobresaliendo al exterior de la raíz con casi todo su cuerpo, pero queda fijada a la raíz por el cuello (Turner y Evans, 1998). Al principio el color de quiste es blanquecino y luego se hace de color marrón (Hernández, 1999).

Tras formarse el quiste, los huevos permanecen en latencia por un mes y pueden permanecer protegidos dentro del quiste por hasta 10 o más años antes de morir. Sin estímulo de su hospedante puede presentarse eclosión espontánea afectando la viabilidad de los juveniles ( $J_1$ ). Esta eclosión espontánea tiene una magnitud en el primer año de 20 – 30% según la especie (Volcy, 1998). El quiste o cuerpo de la madre, protege los huevos de las condiciones desfavorables de humedad, temperatura y les permite permanecer en el suelo por hasta 20 años o más en ausencia de su hospedante (Turner y Evans, 1998; Guerra, 2009). Así la salida de las larvas 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 (Hernández, 1999). Además los juveniles no pueden sobrevivir sin hospedero en el suelo por más de 20 días (Bello *et al.*, 2000).

En los campos infestados las hembras maduras se pueden encontrar en las raíces de la papa dentro de 6 – 7 semanas después de la emergencia del cultivo y los huevos completamente desarrollados dentro del quiste un mes más tarde. Los machos también se pueden encontrar desde 6 – 7 semanas después de la emergencia del cultivo (Mulder and Van der Wal, 1997).

La distribución espacial horizontal de este nematodo en el campo es en parches, es decir gregario, con tendencia a dispersarse en sentido de los surcos y de la pendiente. Mayor concentración de población se encuentra en la parte baja de los lotes y también en el sitio donde se realiza la selección de tubérculos a la cosecha por desprendimiento de los quistes de los tubérculos. (Revelo, 1984; 1985; 2003).

En cuanto a la distribución espacial vertical, la mayor población del nematodo se encuentra entre 1 y 20 cm de profundidad, aspecto importante a considerar para tomar muestras de suelo para diagnóstico (Revelo, 1984; 1985; 2003).

La diseminación en el suelo lo hace adherido a herramientas, llantas del tractor, arado, botas, agua de riego y por semilla infestada. Por si solo se desplaza a 30 cm por mes (Revelo, 1984; 1985; 2003).

Tipo de nematodo

Basándose en los hábitos de alimentación se ha clasificado a los nematodos en tres categorías:

- Ectoparásitos, que normalmente no entran en los tejidos.
- Semiendoparásitos, los cuales normalmente se alimentan introduciendo la parte anterior del cuerpo en la raíz de la planta.
- Endoparásitos, los cuales penetran completamente en el tejido de la raíz y durante parte de su ciclo de vida se alimentan teniendo todo el cuerpo dentro del tejido vegetal. Este es el hábito de alimentación que tiene la mayoría de las especies de *Globodera* (Jatala, 1986).

#### **1.1.5.2 EPIDEMIOLOGÍA**

A partir de la presencia de un quiste en el suelo pasan de 7 a 15 años hasta que su número aumenta lo suficiente como para que los primeros síntomas se manifiesten. La población de quistes en el suelo aumenta cada año cuando se establece un cultivo de papas en el terreno. La proporción en la que aumenta el número de quistes depende del nivel de infestación inicial del mismo, produciéndose los mayores aumentos cuando hay entre 0,5 y 1,5 quistes / gramo de suelo a lo que se le denomina “zona peligrosa (Ruiz, 1987).

A pesar de que a niveles altos de infestación la proliferación de nematodos disminuye; pues no hay competencia por el espacio y el alimento en las raíces. Lo que da origen a que se produzcan continuamente oscilaciones anuales en las poblaciones y siempre van a moverse alrededor de un umbral que normalmente ya es

perjudicial para el cultivo (Ruiz, 1987), sin embargo la severidad de los síntomas no está correlacionada con la cantidad del patógeno en la planta (Cook, 1974).

Aunque la población de nematodos no se incrementa tan rápidamente como sucede con los hongos o bacterias patógenos de la papa, una vez que se encuentran bien establecidos en las áreas de cultivo, aún con la tecnología moderna, son imposibles de erradicar.

Las condiciones ambientales que aseguran el éxito de un cultivo comercial de papa, proporcionan también las condiciones óptimas para la multiplicación y supervivencia de estos nematodos. Las larvas se vuelven activas a 10 °C y la máxima invasión de las raíces se realiza a 16 °C. Temperaturas del suelo de 26 °C por períodos prolongados limitan el desarrollo del nematodo y reducen su proporción. Se desarrolla bien en suelos arcillosos mediano a pesados bien drenados o arenosos con suficiente aireación, suelos sedimentados o de musgo con un contenido de humedad de 50 a 75 % de la capacidad de campo. El pH del suelo tolerable para la planta de papa, puede aparentemente ser tolerado también por los nematodos. El nivel nutricional del suelo parece tener poco o ningún efecto sobre los nematodos, con excepción de aquel que ejerce sobre el comportamiento del cultivo (Mai *et al.*, 1980).

La presencia del nematodo se puede verificar extrayendo plantas en la época de floración. Al examinar las raíces se observan adheridas pequeñísimas estructuras a manera de perlas de 0.5 a 1 mm de diámetro de color blanco, crema a café marrón. Estas estructuras se llaman quistes; es el cuerpo de la hembra que contiene más de 500 huevos. A la madurez los quistes se desprenden con facilidad y pueden sobrevivir en el suelo por más de 20 años. Los huevos pueden activarse en el momento que se siembra la papa y las larvas emergen con el estímulo el exudado de las raíces (Oyarzún, 2002).

### **1.1.5.3. SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS**

Los nematodos del quiste de la papa no causan inmediatamente síntomas, pueden permanecer por muchos años en el suelo sin que se detecte su presencia. En bajas densidades estos nematodos no causan síntomas aéreos visibles y pueden permanecer por años en el suelo sin que se detecte su presencia, pero sí se continúa con el cultivo de papa en el mismo campo (monocultivo), es posible observar un crecimiento retardado en manchas o parches en uno o más puntos del campo, que se agrandan cada año.

Cuando las densidades son altas se observan síntomas parecidos a los que causa la deficiencia de agua o nutrientes (reducción del crecimiento, amarillamiento), tendencia al marchitamiento durante las horas más calurosas y secas del día, reducción de la masa radicular ocasionando retraso en el crecimiento del extremo de la raíz, engrosamiento de la punta de la raíz con una reducción del número y peso de los tubérculos, es decir un rendimiento reducido. El efecto sobre el rendimiento del cultivo depende de la densidad de los nematodos en el suelo.

El follaje de la planta atacada por una alta población de nematodos se vuelve amarillento y se marchita cuando no hay suficiente humedad en el suelo, llegando incluso a detener su crecimiento y a morir prematuramente. Se produce una proliferación de raíces laterales, aunque en el sistema radicular está menos desarrollado que en las plantas sanas, existen lesiones en la raíz causadas por parásitos secundarios (González y Franco, 1997; Alonzo, 2002; Olsson, 2009).

De manera general, en cultivos afectados se observan plantas o grupos de plantas pequeñas distribuidas en forma de parches, con cierta decoloración y marchitez en días soleados, síntomas que pueden ser confundidos con deficiencias nutricionales. Los parches se agrandan por el frecuente cultivo de papa en la parcela hasta homogenizar la infestación en todo el campo. En este punto el suelo ya no es fértil, un fenómeno conocido como fatiga (Oyarzún, 2002).

Se han determinado pérdidas de hasta dos toneladas por hectárea cuando la infestación supera a los 20 h y l / g s y reducciones proporcionales similares al aumento de la población. En casos severos, puede llegarse inclusive a cosechar menos tubérculos que los sembrados. Un suelo fértil con contenido adecuado de humedad puede enmascarar una infestación mayor (Oyarzún, 2002).

En consecuencia la reducción de las plantas infectadas por el nematodo es el resultado de diversos efectos sobre la fisiología de la planta, por que las plantas muestran una baja relación tallo / raíz ya que los fotosintatos son desviados hacia el desarrollo de las raíces y no del tallo. La infección disminuye también el contenido de Potasio, Fósforo y Magnesio, aumenta la absorción de calcio y altera por ende el balance K / Ca (Volcy, 1998). Por consiguiente el retraso en el crecimiento provoca pérdidas de dos maneras: en primer lugar pocos tubérculos se desarrollan y en segundo lugar la reducción del periodo de crecimiento por el retraso en el crecimiento inicial y la rápida senescencia de la planta causada por la poca intercepción luminosa al poseer reducida área foliar (Van der Wal *et al.*, 1997).

Por último los nematodos del género *Globodera* tienen interacciones con otros patógenos, principalmente con hongos de las especies *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani*, bacterias como *Pseudomonas solanacearum* y otros. Se trata de “asociaciones” o “complejos”, en los cuales los daños producidos son más graves que los ocasionados por cada patógeno por separado (Ruiz, 1987; Bello *et al.*, 2000).

#### **1.1.5.4 FACTORES DEL SUELO**

Debido a que el hábitat de los nematodos es el suelo, los principales factores que afectan al suelo pueden influir directa e indirectamente en la severidad del daño causado por los nematodos. Los más importantes son:

*Temperatura:* es un factor importante en la eclosión del nematodo del quiste (*G. pallida*) requiere un régimen de temperatura estable en relación a la escotilla (Perry, 1998). Según Franco *et al.* (1999), la temperatura óptima de incubación en el campo es de 13,4 °C, pero en la emergencia se puede observar que a 10 °C, afecta la producción de huevos, con respecto a la reproducción, el desarrollo y la supervivencia, determinando así la localización y el parasitismo del nematodo. La temperatura óptima es diferente para cada especie la cual varía entre 15 y 30 °C.

*Humedad:* la fluctuación de la humedad del suelo debida a la lluvia o a la irrigación es el factor más importante para la dinámica de la población de nematodos. El exceso de humedad propicia la carencia de oxígeno e incrementa las toxinas de los microorganismos anaeróbicos. La ausencia de humedad del suelo y la desecación conducen a la inactividad y eventualmente a la muerte de los nematodos a no ser que posean adaptaciones para la supervivencia como es el caso de *Globodera* (Jatala, 1986).

*Textura:* la actividad y los movimientos de los nematodos en el suelo para alcanzar la raíz, están relacionados con la porosidad del suelo, con el tamaño de las partículas del suelo, con el espesor de la película de agua que exista, y con el movimiento específico del nematodo. La estructura del suelo y la humedad del suelo son factores importantes para una máxima incubación del nematodo del quiste y para los nematodos transmitidos por el suelo. Suelos de textura gruesa favorecen la incubación y cuando el contenido de agua está a capacidad de campo la eclosión es máxima. La sequía y el anegamiento inhiben la eclosión de los nematodos parásitos de plantas (Perry, 1998).

*Aireación:* la aireación escasa reduce la supervivencia y la densidad de población de los nematodos, como, cuando se irriga un suelo (Jatala, 1986).

*Química del suelo*: la salinidad, el pH, la materia orgánica, la fertilización y el uso de biocidas afectan la emergencia y la actividad de los nematodos (Jatala, 1986).

#### **1.1.5.5 RANGO DE HOSPEDEROS**

El rango de hospederos conocidos para los nematodos del quiste de la papa (*Globodera pallida* y *Globodera rostochiensis*) incluye principalmente especies del género *Solanum* y algunas especies de *Datura*, *Hyoscyamus*, *Lycopersicum*, *Physalis*, *Physoclaina*, *Salpiglossis* y *Saracha* todas en la familia *Solanaceae* (Sullivan *et al.*, 2007). Así el rango de hospederos del nematodo blanco (*G. pallida*) está confinado a las solanáceas especialmente la papa *Solanum tuberosum*, el tomate *Lycopersicum esculentum* e híbridos y la berenjena *Solanum melonogena* (CABI, 2000).

Los hospederos de *Globodera pallida* del quiste de la papa identificados en Ecuador son: las variedades comerciales de papa, hierba mora (*Solanum nigrum*) y el guanto (*Datura sanguinea*) que crecen en los linderos o cercas de los caminos agrícolas, por lo cual no constituyen mayor problema. En invernadero se determinó al tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*) como hospedero de este nematodo. Según resultados de investigaciones realizadas el único hospedero de *Globodera* es la papa, lo cual facilita su control mediante la rotación de cultivos (Revelo, 1984; 1985; 2003).

## **1.2 CULTIVARES DE PAPA**

### **1.2.1 ANTECEDENTES**

Los orígenes de la papa se encuentran en la región Andina, donde en inmediaciones del lago Titicaca (sur del Perú y norte de Bolivia) su domesticación inició hace 10,000.00 años y su cultivo hace 7,000.00 años. En esta región es posible encontrar parientes silvestres de la papa y desde allí el cultivo se ha propagado en una amplia área geográfica que se extiende desde Venezuela hasta Chile (Hawkes, 1994).

La papa posee una enorme diversidad genética compuesta por especies cultivadas y silvestres; siendo la mayoría cruzables entre sí (Estrada *et al.*, 1994). La mayoría de los cultivares nativos son originarios de Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Argentina; y a pesar de que más del 80 % se encuentran en el banco de germoplasma del Centro internacional de la Papa CIP, la mayor diversidad de la región Andina es mantenida en los campos de los agricultores (Huamán, 1994).

La región de los Andes acoge, a nivel mundial, la mayor diversidad genética que resulta de su gran diversidad de ecosistemas. Las comunidades nativas y locales se han adaptado a ello basando sus estrategias alimenticias y agricultura tradicional en estas especies con el fin de asegurar la provisión alimenticia y otros insumos (Iriarte *et al.*, 1999).

La papa en la región Andina es un ejemplo de esta sinergia entre la riqueza biológica y la dinámica socio cultural. La papa y sus diferentes variedades cumplen importantes funciones socioeconómicas y culturales en la vida cotidiana de las familias campesinas andinas. A nivel socioeconómico, la papa es uno de los cultivos que más dinamiza el empleo rural (producción y comercialización). Además, es la base de la alimentación en las zonas andinas. Esta importancia en la alimentación ha permitido la conservación de variedades nativas como estrategia de provisión de estabilidad a la producción y equilibrio a la dieta familiar. En esta relación diversidad – alimentación, la participación de la mujer es muy importante debido a que ella influye en el tipo de variedades nativas a sembrar ya que busca la seguridad alimentaria y el balance nutricional provisto por diferentes variedades (Iriarte *et al.*, 1999).

En Ecuador se encuentran más de 400 variedades. La gran mayoría de las papas nativas son cultivadas sobre los 3000 msnm, a esta altura la fuerte radiación solar y los suelos orgánicos andinos brindan a estas papas una naturalidad especial, las cuales además son cultivadas generalmente sin el uso de fertilizantes químicos y casi sin aplicación de pesticidas (Cuesta *et al.*, 2005).

Estas papas son valoradas por científicos y agricultores indígenas, por sus propiedades organolépticas (sabor, color, textura, forma), agrícolas, así como por la identidad cultural (Cuesta *et al.*, 2005).

#### **1.2.1.1 MORFOLOGÍA, DISTRIBUCIÓN Y ORIGEN DE LAS SUBESPECIES DE *Solanum tuberosum***

Pertenece a la subsección *Potatoe* del género *Solanum*, la cual se distingue de las restantes subsecciones del género debido a que las especies que agrupa presentan tubérculos verdaderos formados en el extremo de rizomas. La Serie *Tuberosa*, a su vez, se caracteriza por sus hojas imparipinnadas o simples, corola rotada o pentagonal y bayas redondeadas. La especie *S. tuberosum* se diferencia de las otras especies de la misma serie taxonómica por presentar la articulación del pedicelo en el tercio medio, los lóbulos del cáliz cortos y dispuestos de modo regular, las hojas frecuentemente arqueadas, los folíolos siempre ovados a lanceolados, aproximadamente del doble de largo que de ancho y los tubérculos con un período de dormición bien marcado (Hawkes, 1990).

*Solanum tuberosum* se divide en dos subespecies: *tuberosum* y *andigena*. La subespecie *tuberosum* es la ampliamente cultivada en todo el mundo y es nativa de la isla de Chiloé, el archipiélago de Chonos y áreas adyacentes de Chile. La subespecie *andigena* se cultiva en ciertas regiones de América Central y América del Sur siendo nativa de los Andes del Perú y se distribuye desde Venezuela hasta el noroeste de Argentina (Hawkes, 1990).

La principal diferencia entre las dos subespecies es que la *andigena* depende de un fotoperiodo corto para tuberizar. Además de las diferencias morfológicas están diferenciadas a nivel del genoma cloroplástico y nuclear (tabla 1) (Hawkes, 1990).

**Tabla 1.** Diferencias entre *S. tuberosum* y *S. andigena*.

<b>Características</b>	<b><i>ssp. andigena</i></b>	<b><i>ssp. tuberosum</i></b>
Tuberización	Fotoperiodo corto	Fotoperiodo largo
Período vegetativo	5 – 7 meses	3 – 4 meses
Floración	Abundante por varios meses	Escasa y por corto período
Dormancia	Larga	Corta
Producción de bayas	Abundante	Poca
Forma	Variada	Uniforme
Ojos	Profundos	Superficiales
Contenido de almidón	Alto	Bajo
Porcentaje de biomasa seca	Alta	Baja
Tamaño de tubérculo	Mediano a grande	Grande en mayor porcentaje
Disección de la hoja	Alta	Baja

Fuente: Contreras, 2006 y Roa *et al.*, 2010.

Respecto al origen genético de ambas subespecies, actualmente la gran diversidad genética de la subespecie *andigenum* (con innumerable cantidad de variedades criollas descritas y una gran diversidad a nivel del genoma nuclear y cloroplástico) es la subespecie original y la que ha dado origen a *tuberosum*. Así, se ha documentado que existen 5 genotipos de cloroplastos para la subespecie *andigenum* (denominados A, C, S, T y W), mientras que la subespecie *tuberosum* presenta solo 3 tipos (A, T y W). El tipo más frecuentemente hallado en la subespecie *tuberosum* es el T, caracterizado por una delección de 241 pares de bases. Los estudios del ADN cloroplástico de variedades de ambas subespecies permitieron concluir que la subespecie *tuberosum* se originó a partir de la subespecie *andigenum* después de que esta última se cruzara con una especie tuberosa silvestre que se distribuye por el sur de Bolivia y el noroeste de Argentina, *Solanum tarijense* (Hawkes, 1990).

### **1.2.1.2 TAXONOMÍA DE LAS ESPECIES DE PAPA**

La papa (*Solanum tuberosum*) fue descrita por Linneo en 1753, es una planta dicotiledónea herbácea anual, pertenece a las familia de las Solanáceas que comprende géneros tan diversos como *Nicotianas*, *Lycopersicum*, *Petunia*, *Datura*,

*Mandragora*, *Capsicum* y *Physalis*. La taxonomía de las papas cultivadas y sus parientes silvestres ha sido reevaluado varias veces y los métodos moleculares han provisto información adicional (Cuesta *et al.*, 2005).

Dodds (1962), la clasificó en cinco grupos *andigena*, *chaucha*, *phureja*, *tuberosum*, provenientes de *stenotomum*. Luego incluyendo a *curtilobum*, *juzepczukii*. En total ocho grupos. Hawkes (1990), a *tuberosum* y *andigenum* les dio la categoría de sub especie y a las otras seis les categorizó como especie. Huamán y Spooner (2002), volvió a los ocho grupos originales y finalmente Spooner *et al.* (2007) propone en base a sus estudios moleculares una nueva clasificación basada en cuatro especies:

1. *S. tuberosum* con dos grupos de cultivares (Grupo *andigenum* de las tierras altas de los Andes conteniendo individuos diploides, triploides, tetraploides y el grupo *Chilotanum* de las tierras bajas chilenas conteniendo variedades nativas tetraploides.
2. *S. ajanhuiri* originada con carácter híbrido génico a partir de STN el cual se ha hibridado con la especie silvestre resistente a heladas *S. megistacrolobum* (Franco, 2002).
3. *S. juzepczukii* triploide seleccionado de la hibridación de la especie tetraploide silvestre *S. acaule* con la cultivada *stenotomun*. Se cultiva en las partes altas de los Andes desde el centro del Perú hasta el noroeste argentino, sus tubérculos son amargos. Se le consume deshidratada en forma de "chuño" o "moraya" (Franco, 2002).
4. *S. curtilobum* especie pentaploide de origen híbrido; sus tubérculos pertenecen al grupo de papas amargas y las plantas son de buena tolerancia a heladas. Se ha originado del cruce natural entre *S. x juzepczukii* que habría aportado gametos de  $n = 3x = 36$  cromosomas con la *sub-sp. andigena* como progenitor polinizador que aportó  $n = 2x = 24$  cromosomas (Franco, 2002).

### 1.2.1.3 REACCIÓN A FACTORES BIÓTICOS

Factores bióticos (plagas o agentes patógenos) (UPOV, 2009):

- **Inmunidad:** cuando un organismo no sufre infección por una plaga o agente patógeno determinado.
- **Resistencia:** es la capacidad de una variedad vegetal de restringir el crecimiento y desarrollo de una plaga o agente patógeno específico y / o el daño que éstos puedan causar, cuando se comparan con variedades vegetales susceptibles de sufrirlas en similares condiciones medioambientales y de intensidad de plaga o de elementos patógenos. Las variedades resistentes pueden mostrar algunos síntomas de la enfermedad o algunos daños en condiciones de intensa presencia de plaga o del agente patógeno.
- **Tolerancia:** es la capacidad de una planta de limitar los efectos negativos de una plaga o agente patógeno específico. Dichos efectos deberán estar relacionados con aspectos como la pérdida de rendimiento.
- **Susceptibilidad:** es la incapacidad de una variedad vegetal de restringir el crecimiento y desarrollo de una plaga o agente patógeno específico.

El nivel de resistencia (sobre la base de la reproducción de nematodos) puede ser Completa, Intermedia (parcial), o No resistentes (susceptible). Evans y Cook (1987) indicaron que la tolerancia no es un tipo de resistencia. Sugiere que este término se utilice exclusivamente para describir la cantidad de lesiones del hospedero o la supresión del rendimiento. La tolerancia y la resistencia pueden ocurrir simultáneamente, pero Trudgill (1991) llegó a la conclusión de que son independientes. Esta independencia, sin embargo, no puede discernirse claramente ya que muchos cultivares resistentes también pueden ser moderadamente tolerantes (Barker, 1993).

#### 1.2.1.4 REACCIONES A FACTORES ABIÓTICOS

Factores abióticos (por ejemplo, productos químicos, temperatura) (UPOV, 2009):

- **Tolerancia:** es la capacidad de una variedad vegetal de soportar el estrés abiótico sin que se produzcan consecuencias importantes para el crecimiento, aspecto o rendimiento.
- **Sensibilidad:** es la incapacidad de una variedad vegetal de soportar el estrés abiótico sin que se produzcan consecuencias importantes en el crecimiento, aspecto o rendimiento.

#### 1.2.1.5 FUENTES DE RESISTENCIA A NEMATODOS

Posiblemente las civilizaciones preincaicas seleccionaron consciente o inconscientemente papa resistente y así contribuyeron al desarrollo de la especie cultivada de *Solanum tuberosum ssp. andigena*, la cual es una fuente básica de resistencia a nematodos. Adicionalmente, algunas especies silvestres de *Solanum* pueden aportar genes de resistencia útiles en mejoramiento (Scurrah, 1981).

El cultivo de la papa es atacado por varios patógenos, entre los que se encuentran virus, hongos, bacterias y nematodos. Centros de investigación y de mejoramiento de cultivos están introduciendo en sus rutinas la selección asistida por marcadores, porque la mayoría de los rasgos importantes en los cultivos tales como producción, calidad y algunas formas de resistencia a enfermedades son controlados por genes que pueden asociarse a marcadores moleculares (Collard *et al.*, 2005). Gracias al advenimiento de los marcadores moleculares, se ha ampliado el conocimiento de la resistencia en papa y se ha podido generar un mapa funcional que contiene las regiones cromosomales para estos loci (Gebhardt y Valkonen, 2001).

En papa se han encontrado dos tipos de resistencia genética a patógenos: la de hipersensibilidad, cualitativa o monogénica y la resistencia cuantitativa, de campo o poligénica (Bormann *et al.*, 2004).

La resistencia monogénica involucra dos procesos básicos: percepción del ataque del patógeno y una respuesta para limitar la enfermedad. La percepción implica receptores específicos para cepas patogénicas, que son decodificadas por genes de resistencia. En una planta se encuentra un gran repertorio de genes de resistencia ubicados en diferentes sitios del genoma. Se han clonado varios genes R. Estos genes expresan diferentes proteínas que pueden ser agrupadas en varias familias. La mayoría de proteínas R contiene repeticiones en grupos, ricas en leucina (LRR), las cuales pueden tener un papel importante en el reconocimiento específico (Gebhard y Valkonen, 2001).

La resistencia cuantitativa, a diferencia de la cualitativa, es controlada por loci de rasgos cuantitativos (QTL) o por varios genes (Agrios, 2005; Collard *et al.*, 2005) y comprende reacciones como: velocidad de penetración, restricciones a la penetración, restricciones a la tasa de invasión del tejido celular y velocidad de esporulación del patógeno en la planta. Estos genes actúan juntos para la defensa de la planta y la actuación de un gen puede ser insuficiente si se expresa solo. Cada planta tiene un cierto nivel de resistencia cuantitativa que responde a diferentes patógenos (no específicos). Este tipo de resistencia no es absoluta, sino que atenúa o detiene el progreso de la enfermedad y puede ser afectada por cambios en el ambiente (Agrios, 2005). Gebhardt y Valkonen (2001) sugirieron que genes similares a los R pueden contribuir a la resistencia cuantitativa. En papa se ha encontrado que 18 QTL contribuyen a resistencia cuantitativa, aunque en cada caso sólo actúan entre uno y cuatro QTL.

En papa se han mapeado 20 genes de resistencia de tipo cualitativa a virus, nematodos y oomicetos, utilizando marcadores moleculares. La mayoría de estos

genes R fueron introducidos de especies silvestres. Así genes de resistencia al nematodo del quiste de la papa, *Globodera pallida*, patotipos P<sub>2</sub>A y P<sub>3</sub>A, de *S. spegazzinii* han sido mapeados (Kreike *et al.*, 1994; Rouppe van der Voort *et al.*, 1997).

Los clúster (ubicación de los genes en el cromosoma) de los genes para Gpa2 (*G. pallida*) (Gebhardt y Valkonen, 2001), se encuentran ubicados en el brazo largo posición distal del cromosoma XII.

#### **1.2.1.6 NATURALEZA DE LA RESISTENCIA Y TOLERANCIA AL NEMATODO**

Bajo el estímulo de un exudado de la raíz, el segundo estado juvenil de los nematodos del quiste de la papa eclosiona, y emerge de los quistes; recientemente, la fórmula de uno de estos exudados o gradientes ha sido identificado y es un pequeño agente molecular (M - 498) producido por las raíces de la papa, el cual se denomina *Solano eclepin A*, con la fórmula C<sub>27</sub>H<sub>30</sub>O<sub>9</sub> (Mulder *et al.*, 1996), además de otros gradientes como el de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aminoácidos, iones, pH y los gradientes de azúcar (Perry, 1998). Durante el desarrollo siguiente, las hembras se vuelven sedentarias en las raíces (Scurrah, 1981).

Las células radiculares que rodean a la cabeza de cada hembra se agrandan y forman las células de transferencia multinucleadas (síncitos) desarrolladas por la digestión parcial de la pared celular y la fusión posterior de protoplasma de las células que les dan una forma alargada y muestran remanentes de las paredes celulares parcialmente digeridas, un síncito puede incorporar más de 200 células en últimas instancias (Williamson y Hussey, 1996).

La respuesta de la planta al ataque de la plaga es la producción de calosa (polisacárido común de la pared de las células de las áreas cribosas y puede observarse también en las células parenquimatosas como consecuencia de lesiones)

alrededor del estilete del nematodo y a lo largo de la superficie interior de las células afectadas (Aist, 1976).

Debido a que los géneros de *Globodera* presentan alta demanda de nutrientes, estimulan crecimiento invaginados de las paredes celulares, los cuales son adyacentes a los tejidos de conducción, especialmente a los elementos traqueidales del xilema y están alineados con el plasmalema, lo que mejora a su vez el transporte de solutos a corta distancia entre el apoplasto y el simplasto (Volcy, 1998). Los síncitos son vitales para el desarrollo de la hembra, porque le suministran alimento, y también son un factor clave de los mecanismos de la resistencia varietal (Scurrah, 1981; Williamson, 1999).

Según varios investigadores hay dos tipos de resistencia (Scurrah, 1981; Franco y González, 1986):

- Tipo 1. Las raíces no exudan la sustancia que estimula la emergencia del segundo estado juvenil.
- Tipo 2. Los síncitos no se forman o no funcionan como fuentes de alimento para la hembra del nematodo.

En el segundo caso se presenta una gran ventaja: el segundo estado juvenil emerge ante el estímulo del exudado, pero no llega a completar su ciclo de vida. La densidad de población de los nematodos se reduce drásticamente cuando se interrumpe su ciclo de vida. La reducción puede ser mayor que cuando se rota con un cultivo no hospedero o que cuando se deja la tierra en barbecho o descanso.

La siembra de una variedad resistente puede ser tan efectiva como no sembrar papa durante 5 a 7 años en el mismo campo. Además, utilizar variedades resistentes es menos costoso para el agricultor que otras medidas de control, no perjudica la ambiente, ayuda a reducir el peligro de diseminación de los nematodos, y a mantener

la infestación dentro de los niveles tolerables de daño (Scurrah, 1981; Franco y González, 1986).

Los sínctos no se forman cuando se presenta una interacción controlada genéticamente entre los nematodos y la planta de papa, a este fenómeno se le conoce como incompatibilidad. Esta interacción es específica para cada patotipo. La eficiencia de la resistencia depende de los patotipos existentes en un área y debe ser evaluada mediante experimentación. La siembra repetida de una variedad con resistencia específica, en suelos de niveles altos de infestación, puede ocasionar una selección de patotipos compatibles con la planta, hasta el grado en que la resistencia deje de ser efectiva (Scurrah, 1981).

En cuanto a la naturaleza de la tolerancia a los nematodos se percibe como un proceso defensivo que se ha desarrollado por la presión de selección de los factores abióticos y no de los nematodos en sí mismos. Se sugiere que los nematodos no causan peculiar efecto que destaca en las plantas, por lo tanto, la planta sólo responde a las consecuencias de sus actividades perturbadoras. Aunque la mayoría de las plantas nativas son probablemente tolerantes y susceptibles a los nematodos con las que están asociadas, muchas plantas agrícolas han perdido esta capacidad durante la selección artificial para rendimiento y calidad. Se sugiere además que las plantas que son tolerantes a determinadas agresiones causadas por factores abióticos también pueden ser resistentes a los nematodos que causan las mismas tensiones. En los ecosistemas naturales, es posible que la tolerancia haya permitido un menor nivel desarrollado de resistencia tanto en el cultivo de plantas, como para maximizar la tolerancia mejorando los rendimientos, por tanto minimizar la resistencia puede ser una estrategia útil, entonces la tolerancia es percibida como una función de la fisiología de toda la planta en la que hay muchos factores que contribuyen a la expresión de ésta (Wallace, 1992).

### **1.3 RESISTENCIA Y TOLERANCIA**

En investigaciones de *Globodera pallida* se han utilizado especies silvestres de *S. brevicaule*, *S. brevidens*, *S. bulbocastanum*, *S. gourlayi*, *S. hondelmanii*, *S. oplocense*, *S. multidissectum*, *S. sparsipilum*, *S. spagazzinii*, *S. sucrense* y *S. vernei*, en cruzamientos con *S. phureja*. Estos materiales mayormente tienen resistencia al nematodo (Julio *et al.*, 2001). Sin embargo, la resistencia y tolerancia a los patotipos conocidos han sido fruto de la acumulación de genes de estas especies en los estudios de programas de fitomejoramiento a nivel mundial. La segregación observada en poblaciones híbridas sugiere la resistencia a patotipos específicos, por tanto, esta resistencia generalmente se rompe de 4 a 6 años en campos infectados (Stone, 1985; Turner *et al.*, 1983). A continuación se presenta las ideas más relevantes de investigaciones.

#### **1.3.1 Resistencia**

Varias fuentes de resistencia al nematodo del tipo monogénica o cualitativa y otras de herencia poligénica o cuantitativa del quiste de la papa (NPQ) se han descrito en especies relacionadas de *Solanum* (Caromel, 2002; Jolivet *et al.*, 2007). En todos los casos, varios retrocruzamientos y entrecruzas son necesarios para introducir estos factores de resistencia (Bourgeois *et al.*, 1995). De una u otra manera los NPQ son plagas cuarentenarias, las pruebas de selección son muy difíciles de manejar. Por tanto, la mejor opción sería la mejora genética con la ayuda de la selección asistida por marcadores (Caromel, 2002; Mc Carter, 2008).

Algunos genes (quantifield locus – QTLs) para *G. pallida* han sido mapeados en papa, entre ellos: un QTL *Gpa* de *Solanum spagazzinii* en el cromosoma V (Kreike *et al.*, 1994), un gen mayor *Gpa2* de *S. Tuberosum ssp. andigena* para el patotipo 2 (*Gpa2*); en el cromosoma XII (Van der Voort *et al.*, 1997), un QTL *Grp1* para las dos especies de *Globodera* (*rostochiensis* y *pallida*) de *S. tuberosum ssp. tuberosum* ubicado en el brazo corto del cromosoma V (Van der Voort *et al.*, 1998), Un QTL de *S. tuberosum ssp. andigena* ubicado en el cromosoma IV (Bradshaw *et al.*, 1998).

Dos QTLs *Gpa5* y *Gpa6* de un complejo origen de *Solanum vernei* ubicados en los cromosomas V y IX respectivamente (Van der Voort *et al.*, 2000), dos QTLs *Gpa M1* y *Gpa M3* de *Solanum spegazzinii* para los patotipos 2 y 3, ubicados en los cromosomas V y XII respectivamente (Caromel, 2002).

Las variedades hasta el momento estudiadas, provienen de estas especies. En Perú se lanzó el material “María Huanca”, un cultivar resistente a las razas P4A y P5A de *G. pallida* y también con un gran número de clones avanzados (G84131.12, 281415.3, 281334.4,...) que están siendo probados a nivel nacional para confirmar su resistencia en condiciones de campo. Con los cultivares resistentes se busca evitar las pérdidas y disminuir la población del nematodo, lo que en muchos casos equivale a 5 a 7 años de rotación (González y Franco, 1997).

El uso de variedades resistentes es, sin duda, el método de control más efectivo, sin embargo al existir 6 patotipos de *G. pallida* esta medida puede presentar limitaciones. Aun conociendo la raza presente, el uso de variedades resistentes debe ser cuidadoso ya que generalmente en un campo infestado coexisten más de una raza (además de que pueden estar presentes las dos especies de *Globodera*); una domina sobre las otras de tal forma que no todas son detectadas, sin embargo, si se persiste en cultivar una variedad por mucho tiempo esta pequeña cantidad de quistes pertenecientes a otras razas, pueden, poco a poco incrementar su población y convertirse en un nuevo problema (Crozzoli, 2000).

Por otra parte, aún cuando se reconocen ciertos cultivares con resistencia parcial a diversos patotipos de *G. pallida*, la identificación e incorporación de resistencia es más difícil como consecuencia de su naturaleza poligénica y por la existencia de poblaciones genéticamente complejas o heterogéneas (González y Franco, 1997). Se ha llegado a concluir que se debe trabajar en dos procesos importantes de la dinámica poblacional del nematodo que corresponden al poder de penetración de los estados juveniles infectivos ( $J_2$ ) y la fecundidad de las hembras, así una combinación de los

diferentes tipos de resistencia reducirá la tasa de desarrollo de los patotipos con genes correspondientes de virulencia y aumentar así la durabilidad de la resistencia (Lidwine *et al.*, 1987). Por tanto, cuanto menos le permita el cultivar la formación de quistes al nematodo, menor será la presión de selección de las sub poblaciones de *G. pallida* para vencer la resistencia (Caromel *et al.*, 2005).

### **1.3.2 Tolerancia**

Se ha reportado que las variedades peruanas mejoradas Yungay y Revolución son tolerantes a *G. pallida*, porque al relacionar la Población inicial y final (Pf / Pi) del nematodo el coeficiente fue  $> 1$ , lo que significa que se incrementó la población del nematodo y a su vez este incremento no afectó el rendimiento. Pero hay que tomar en cuenta que si se monocultiva estas variedades, se puede seleccionar una población que rompa esta tolerancia (Canto *et al.*, 1992).

Se concluye que cuanto mayor sea el nivel de tolerancia, mayor será la multiplicación de los nematodos. Por tanto, la resistencia al NPQ es necesaria para prevenir la acumulación de los niveles de población hasta tal punto que la tolerancia también falla. Con respecto a la multiplicación del NPQ, las diferencias entre cultivares se han encontrado tanto en presencia y en ausencia de la reacción de hipersensibilidad (Huijsman, 1974; Kort, 1970).

En Holanda estudios de 15 genotipos resistentes – tolerantes a *G. pallida* se analizaron en campo y en invernadero, los cuales tuvieron mucha relación en los resultados, determinando que se puede analizar la tolerancia tanto en campo como invernadero al relacionar la biomasa del cultivo y el nivel de infestación de los cultivares. Esta puede ser una herramienta útil para analizar el comportamiento de variedades al parasitismo del nematodo y tener una idea clara de los materiales vegetales con los que se trabaja (Arntzen y Wouters, 1994).

#### **1.4 EFECTO DEL MANEJO INTEGRADO**

La caracterización de las variedades de papa en términos de nivel de tolerancia (umbral de daño – “T”) o población de *G. pallida* bajo la cual no ocurre daño (densidad o nivel de daño – “E”) o nivel de equilibrio de la población en la cual la población del nematodo no se incrementa ni decrece y rango máximo de reproducción del nematodo (“a”), es necesario determinar para evitar el daño y saber cuándo rotar con cultivos no hospederos.

De 1980 a 1983 en Ecuador se ejecutaron tres ensayos de campo con el objeto de conocer estos parámetros en 10 variedades comerciales de papa, presentando las variedades mejoradas de papa I–Gabriela e I–Esperanza presentan un umbral de daño (UD) de 40 a 47 huevos y larvas/gramo de suelo (h y l/g s) y un nivel de equilibrio de la población (NE) de 410 a 437 h y l / g s ; I–María, I–Catalina, I–Cecilia e I–Violeta, 12 a 23 h y l / g s de UD y 174 a 280 h y l/g s de NE y las variedades nativas Chola, Leona, Uvilla y Chaucha, 3 a 11 h y l / g s de UD y 150 a 275 h y l/g s. de NE (Revelo, 1984; 1985; 2003). Con esta información y al integrar los componentes de: i) barbecho enmalezado, ii) preparación de suelo, iii) eliminación de plantas de papa voluntarias, iv) rotación de variedades con diferentes umbrales de daño, se diseñaron ocho esquemas de rotación y se evaluaron en campos de agricultores durante cuatro ciclos. Se determinó la eficiencia de los componentes y la utilidad de los umbrales para evitar el daño, al sembrar primero variedades con un UD de 3 a 11 h y l / g s, luego variedades con UD de 12 a 23 h y l / g s y finalmente variedades con UD de 40 a 47 h y l / g s. En esta secuencia no se registraron pérdidas (Revelo, 1984; 1985; 2003).

#### **1.5 EFECTO DE CULTIVARES TRANSGÉNICOS**

En investigaciones estadounidenses con cultivares transgénicos de papa que afectan la quimiosensación de la respuesta de los nematodos a los gradientes químicos radiculares, se trabajó con la inserción de un gen que promueve la formación una sustancia emitida por los exudados radiculares que imita a la sustancia

acetilcolinesterasa (Aldicarb) e inhibe la quimiosensación del nematodo redujo la infección radicular de un 36 – 48% (Liu *et al.*, 2005).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. MATERIALES**

#### ***1.1 MATERIAL BIOLÓGICO***

##### ***1.1.1 DESCRIPCIÓN***

- Variedades de papa nativa.
- Inóculo de *Globodera pallida*.

#### ***1.2 MATERIAL DE LABORATORIO***

##### ***1.2.1 DESCRIPCIÓN***

- Pipetas
- Caja de pinceles
- Acetona
- Balanza
- Cajas contadoras de nematodos
- Tamices de 250  $\mu$
- Elermeyers de 150 cc.
- Beaker de 100 cc.
- Piceta de plástico de 250 cc
- Papel filtro
- Cámara de viabilidad
- Siracusas
- Canastillas

#### ***1.3 EQUIPO DE LABORATORIO***

##### ***1.3.1. DESCRIPCIÓN***

- Elutriador de Fenwick

- Microscopio
- Estéreo microscopio
- Bomba de aire para pecera
- Contador de quistes

## ***1.4 MATERIALES DE INVERNADERO***

### ***1.4.1 DESCRIPCIÓN***

- Suelo esterilizado
- Cámara fotográfica
- Fundas de 5 kg
- Etiquetas
- Marcadores

## ***1.5 MATERIAL DE OFICINA***

### ***1.5.1 DESCRIPCIÓN***

- Computadora
- Calculadora
- Papelería

## **2. METODOLOGÍA**

### ***2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL***

#### ***2.1.1 UBICACIÓN***

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Mejía
Parroquia:	Cutuglagua
Altitud:	3058 msnm.
Latitud:	0° 22' 04'' S
Longitud:	78° 33' 15'' O

*Información registrada por GPS y carta topográfica del cantón Mejía.*

### 2.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL INVERNADERO

Temperatura máxima promedio:	28 °C
Temperatura mínima promedio:	7.0 °C
Humedad relativa:	70 – 90 %

Fuente PRNT – papa.

## 2.2 FACTORES EN ESTUDIO

### 2.2.1 Factor A: Accesiones (V<sub>x</sub>):

Niveles: 24 (V<sub>1</sub>,..., V<sub>24</sub>)

**Cuadro 1.** Accesiones de papa evaluadas en el ensayo de parasitismo al nematodo del quiste de la papa. Cutuglagua – Pichincha, 2010 (Ver Anexos, Foto 1).

N°	Accesión	N°	Accesión	N°	Accesión	N°	Accesión
1	Uva	7	Leona Negra norte	13	I-Natividad	19	99 – 18 – 9
2	Ratona – Lagartija	8	Tandapapa	14	I-Gabriela*	20	98 – 2 – 6
3	Sta. Rosa Blanca	9	Roja acha	15	Súper Chola	21	05 – 24 – 3
4	Sta. Rosa Amarilla	10	Corazón Lila	16	I-Cecilia	22	05 – 28 – 3
5	Mula Chaqui	11	Cuchiisma	17	I-Pan	23	06 – 92 – 1
6	Huagrasinga	12	I-Fripapa	18	I-Suprema	24	08 – 20 – 19

\*Testigo referencial

Fuente: Base de datos INIAP – PNRT – papa, 2010.

### 2.2.2 Factor B: Nematodo (n<sub>x</sub>)

Niveles: 2 (n<sub>0</sub>, n<sub>1</sub>)

n<sub>0</sub> = sin nematodos

n<sub>1</sub> = con nematodos

## 2.3 TRATAMIENTOS

### 2.3.1 DESCRIPCIÓN

Se evaluaron 24 tratamientos, resultantes de la combinación de los niveles de los factores en estudio; incluido un testigo referencial (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Tratamientos (*t*) evaluados de las accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste de la papa. Cutuglagua – Pichincha, 2010.

<b>CÓDIGO</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>CODIGO</b>	<b>TRATAMIENTO</b>
v1n0	Uva sin nematodos	v13n0	I - Natividad sin nematodos
v1n1	Uva con nematodos	v13n1	I – Natividad con nematodos
v2n0	Ratona – Lagartija sin nematodos	v14n0	I - Gabriela sin nematodos
v2n1	Ratona – Lagartija con nematodos	v14n1	I - Gabriela con nematodos
v3n0	Sta. Rosa Blanca sin nematodos	v15n0	Súper Chola sin nematodos
v3n1	Sta. Rosa Blanca con nematodos	v15n1	Súper Chola con nematodos
v4n0	Sta. Rosa Amarilla sin nematodos	v16n0	I - Cecilia sin nematodos
v4n1	Sta. Rosa Amarilla con nematodos	v16n1	I - Cecilia con nematodos
v5n0	Mula Chaqui sin nematodos	v17n0	I - Pan sin nematodos
v5n1	Mula Chaqui con nematodos	v17n1	I - Pan con nematodos
v6n0	Huagrasinga sin nematodos	v18n0	I - Suprema sin nematodos
v6n1	Huagrasinga con nematodos	v18n1	I - Suprema con nematodos
v7n0	Leona Negra norte sin nematodos	v19n0	99 – 18 – 9 sin nematodos
v7n1	Leona Negra norte con nematodos	v19n1	99 – 18 – 9 con nematodos
v8n0	Tandapapa sin nematodos	v20n0	98 – 2 – 6 sin nematodos
v8n1	Tandapapa con nematodos	v20n1	98 – 2 – 6 con nematodos
v9n0	Roja acha sin nematodos	v21n0	05 – 24 – 3 sin nematodos
v9n1	Roja acha con nematodos	v21n1	05 – 24 – 3 con nematodos
v10n0	Corazón Lila sin nematodos	v22n0	05 – 28 – 3 sin nematodos
v10n1	Corazón Lila con nematodos	v22n1	05 – 28 – 3 con nematodos
v11n0	Cuchiisma sin nematodos	v23n0	06 – 92 – 1 sin nematodos
v11n1	Cuchiisma con nematodos	v23n1	06 – 92 – 1 con nematodos
v12n0	I - Fripapa sin nematodos	v24n0	08 – 20 – 19 sin nematodos
v12n1	I - Fripapa con nematodos	v24n1	08 – 20 – 19 con nematodos

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

## ***2.4 REPETICIONES***

### ***2.4.1 DESCRIPCIÓN***

Se consideraron 5 repeticiones por tratamiento.

## ***2.5 ENSAYO***

### ***2.5.1 UNIDAD EXPERIMENTAL***

La unidad experimental estuvo constituida por una maceta (funda de plástico negra con 4,0 kg de sustrato compuesto) y un tubérculo sembrado (*Ver Anexos, Foto 2H*).

### **2.5.2 CARACTERÍSTICA DEL ENSAYO**

Número de unidades experimentales:	240
Área total del ensayo:	96 m <sup>2</sup>
Distancia entre unidades experimentales:	0.15m x 0.20m
Número de tubérculos:	uno por unidad experimental.

### **2.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO**

Tratamientos:	48
Repeticiones:	5
Unidades experimentales totales	240

## **2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **2.6.1 DESCRIPCIÓN**

Se utilizó un diseño de parcela dividida, en donde la parcela grande fueron los niveles de inoculación y la subparcela las variedades, sólo para distribución de tratamientos en invernadero (Ver Anexos, Cuadro 2).

## **2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **2.7.1 Prueba “t” Student**

Se utilizó el cálculo “t” Student para datos pareados. La manera de calificar en forma definitiva las variedades como Tolerantes o No Tolerantes se lo hizo al comparar el valor “t” tabulado con el valor “T” calculado de cada variedad, así las variedades que presentaron valores “T” calculados iguales al “t” tabulado se las consideró como Tolerantes y los valores “T” calculados que superaron al “t” tabulado, se observó la diferencia entre las medias de cada variedad para calificarlas como Tolerantes o no Tolerantes, estos resultados pueden ser observados en el Cuadro 19. El valor “t” tabulado con (GL n - 1 = 4) al 5% de probabilidad fue de GL: 4;  $t_{0.05} = 2.78$ , que al compararlo con el valor “T” calculado (Caso: datos pareados) manualmente y ratificado con el programa estadístico *Info Stat. Ink. Sistem.*

Fórmulas utilizadas:

$$\hat{t} = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}} \quad \bar{d} = |x_1 - x_2|$$

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n}}{n(n-1)}} \quad \text{GL} = n - 1$$

Donde:

$\hat{t}$  = valor tabulado.  $\bar{d}$  = diferencia de medias.  
 $x_1$  = media del primer grupo.  $x_2$  = media del segundo grupo.  
 $S_{\bar{d}}$  = Desviación estándar.  $n$  = número de datos.  
 $\sum D^2$  = Sumatoria de la diferencia de datos a comparar al cuadrado.

GL= Grados de libertad.

### 3. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

#### 3.1 CALIBRACIÓN DEL INÓCULO

##### 3.1.1 PRUEBA DE VIABILIDAD TOTAL (VT)

La prueba de VT de los quistes realizada en laboratorio nos permitió determinar la cantidad de “*individuos infectivos potenciales*” para dosificar la cantidad de inóculo en las unidades experimentales.

Esta cantidad de inóculo resultado del procedimiento para este tipo de pruebas dio la cantidad de quistes a dosificar. Para lo cual se tomaron 3 alícuotas, en las cuales se contabilizó la cantidad de huevos y larvas por alícuota (*Ver Capítulo V, Cuadro 1 - 5*).

Fórmula para calcular la cantidad de h y l en 100 cc de suspensión (h y l / 100 cc):

$$N_{h y l}^o = \frac{VsT \times n}{m}$$

Donde:

$VsT$  = Volumen de la suspensión total expresado en centímetros cúbicos (cc)

$N^{\circ}_{h y l}$  = Número de h y l de la suspensión total.

$n$  = Número de h y l de la lectura.

$m$  = Volumen tomado de la suspensión total, expresado en centímetros cúbicos (cc).

Fórmula para calcular la cantidad de h y l por quiste (h y l / quiste):

$$N^{\circ}_{h y l / quiste} = \frac{1 \times N^{\circ}_{h y l}}{nq}$$

Donde:

$N^{\circ}_{h y l / quiste}$  = Es el número de h y l por quiste.

$N^{\circ}_{h y l}$  = Es el número de h y l de la suspensión total.

$nq$  = Es el número de quistes triturados.

### **3.1.2 PRUEBA DE VIABILIDAD INFECTIVA (VI)**

La prueba de VI de los quistes, realizada en laboratorio, nos permitió determinar la cantidad de “*individuos infectivos efectivos*” para dosificar la cantidad de inóculo en las unidades experimentales; relacionada con el porcentaje de la prueba de VT.

Esta cantidad de inóculo resultado del procedimiento para este tipo de pruebas nos dio la cantidad de quistes efectivos a dosificar. Para lo cual se hicieron cinco repeticiones, en las cuales periódicamente con un intervalo de un día entre lecturas se contabilizó la cantidad de larvas eclosionadas, las cuales fueron registradas en un formato adecuado para observar claramente la evolución de la eclosión de los huevos (Ver Capítulo V, Cuadros 7 - 9).

En la repetición I, los quistes fueron incubados por 4 días en agua destilada por cuatro días periodo de estímulo en el que se observó la presencia de larvas, al finalizar el

cuarto día se procedió a remplazar el agua destilada por exudado radicular correspondiente a la variedad I – Gabriela testigo referencial.

Previo al remplazo del agua destilada en la repetición I se realizó la lectura de larvas eclosionadas en las siracusas (pocillos de cristal) con ayuda de un estéreo microscopio y una placa de conteo, en las cuales, no se observó la presencia de larva alguna, lo que significa que el estímulo para que se produzca la eclosión de las larvas juveniles dos ( $J_2$ ) es el exudado radicular de la planta; que se evidenció al remplazar el agua destilada con exudado radicular y después de 4 días al realizar las lecturas se observó larvas eclosionadas. Resultados que concuerdan con lo expuesto por Baunacke (1923); Triffit (1930), en el huevo se desarrolla el primer estado juvenil, el cual por estímulo de los exudados de la raíz, realiza la primera muda de cutícula, resultando los juveniles dos ( $J_2$ ) infectivos de la raíz.

En las repeticiones II – V los quistes fueron expuestos directamente a exudado radicular, los cuales pasado el periodo de 4 días se observó larvas eclosionadas. La repetición en que los quistes fueron incubados en agua destilada y al realizar la primera lectura se observó que el porcentaje de eclosión de larvas fue mayor a las otras repeticiones representando un 36 % del total, que corresponde a una tasa aproximada de eclosión de 20 %, mayor que las otras repeticiones. Se puede decir que el periodo de incubación en agua destilada estimuló aunque en bajo porcentaje a la eclosión masiva aunque necesariamente debe haber el estímulo total del exudado radicular (*Ver Capítulo V, Gráficos 1 - 7*).

En el seguimiento de la prueba de viabilidad infectiva de los quistes, se lo hizo por 80 días. En primera instancia, se notó que la eclosión primaria fue abrupta en forma similar en todas las repeticiones y conforme avanzaban los días se observó la declinación eclosiva de los quistes con ciertos picos numéricos entre lecturas, sin representación cuantitativa (*Ver Capítulo V, Gráficos 1 - 7*).

En total se realizaron 30 lecturas y a partir de la lectura 11 se observó la declinación eclosiva de los quistes, por que se notó la ausencia de larvas en la mayoría de siracusas leídas en todas las repeticiones (*Ver Capítulo V, Gráficos 1 - 7*). En la lectura 29 y 30 se observó la ausencia total de larvas en la mayoría de repeticiones, por lo cual se suspendió las lecturas.

### **3.1.3 PRUEBA DE VIABILIDAD RESIDUAL (VR)**

Para asegurar de que no hubiera huevos y larvas remanentes dentro los quistes de las pruebas VI, se procedió a triturarlos en forma individual por repetición. Terminado este proceso, se realizó las lecturas correspondientes, observando huevos y larvas remanentes y algunas larvas con movimiento que fueron registradas y comparadas con el porcentaje de larvas eclosionadas en la prueba de viabilidad infectiva (VI).

En varias de las repeticiones resultó que la VR estaba dentro del rango de 30 a 40 % de la VT, Lo que concuerda con lo expuesto por Gonzales y Franco (1993) respecto a la prolongada resistencia de estos nematodos en los campos donde se localizan. Normalmente la viabilidad residual corresponde del 30 – 40 % del total. Sin embargo, el promedio general de las repeticiones en las pruebas VR fue del 45 %, lo que significa que la mayoría de los J<sub>2</sub> eclosionaron y se escogió el porcentaje más alto de VI (86 %) para la dosificación del inóculo por unidad experimental (*Ver Capítulo V, Cuadro 11*).

## **3.2 TOLERANCIA**

### **3.2.1 Procedimiento**

Para medir la tolerancia se evaluó el rendimiento de cada variedad, para lo cual, los tubérculos con madurez fisiológica se separaron del sustrato de la maceta y se registró el peso en kg / planta.

La media de rendimiento de las 5 plantas inoculadas fue comparada con la media de las cinco plantas sin inocular, con la prueba “t de *Student*” al 5% para determinar diferencias estadísticas, en cada variedad.

El rendimiento en las plantas inoculadas que fue mayor al de las plantas sin inocular se calificó como tolerantes y el rendimiento en las plantas inoculadas que no fue mayor al de las plantas sin inocular se calificó como no tolerantes (*Ver Capítulo V, Cuadro 13*).

### **3.3 RESISTENCIA.**

#### **3.3.1 Procedimiento**

Para medir esta variable se utilizó la relación tasa de incremento propuesta por Seinhorst (1970):

$$I = \frac{Pf}{Pi}$$

Donde:

I = número de veces que se incrementa la población

Pi = población inicial

Pf = población final del nematodo en la planta o maceta, a la cosecha.

La relación tasa de incremento entre la población final Pf y la población inicial Pi (inóculo) (Pf / Pi) que fue < 1 fueron calificadas como resistentes, y la relación (Pf / Pi) que fue ≥ 1 fueron calificadas como susceptibles (*Ver Capítulo V, Cuadro 14*).

### 3.4 SELECCIÓN DE LAS ACCESIONES

#### 3.4.1 PROCEDIMIENTO

Para la selección de las accesiones en base a su resistencia y tolerancia se utilizaron los criterios de Cook (1974), Canto y Sáenz (1985), seleccionando aquellas que presenten resistencia y tolerancia al parasitismo del *Globodera pallida*. (Cuadro 3.)

**Cuadro 3.** Términos para describir la respuesta de las accesiones de papa en el ensayo al parasitismo de *Globodera pallida*. Cutuglahua – Pichincha, 2010.

Determinación del nivel de resistencia	Determinación de la tolerancia	
	Tolerante (T) (RdPn1 > RdPn0)	No Tolerante(NT) (RdPn1 < RdPn0)
Resistente (R) (Pf / Pi) <1	RT	RNT
Susceptible (S) (Pf / Pi) ≥ 1	ST	SNT

Pf: Población final del nematodo

RT: Resistente tolerante

Pi: Población inicial del nematodo

RNT: Resistente No Tolerante

RdPn1: Rendimiento de planta inoculada

ST: Susceptible Tolerante

RdPn0: Rendimiento de planta sin inocular

SNT: Susceptible No Tolerante

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

### 3.5 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

#### 3.5.1 OBTENCIÓN Y EXTRACCIÓN DEL INÓCULO DE *Globodera pallida*

El inóculo se obtuvo de una muestra de suelo proveniente de un lote de papa recién cosechado del sector de Quero (Tungurahua). De la muestra obtenida se extrajeron los quistes que presentaron las características típicas de la especie de nematodo *G. pallida*. Los quistes del nematodo se extrajeron del suelo mediante la metodología indicada por Fenwick (1940), para lo cual se procesó la cantidad suficiente de suelo para obtener la cantidad de quistes requerida (Ver Anexos, Foto 4).

##### 3.5.1.1 Procedimiento

- Lote de papa ya cosechado para ser muestreado.
- Se georeferenció el lugar con un GPS (Global Position System).

- Se muestreó los primeros 20 cm de profundidad, con una pala de desfonde, eliminando los primeros 5 cm.
- Se ensacó e identificó la muestra para su embarque y transporte (*Ver Anexos, Foto 3*).

### **3.5.1.2 Procedimiento para extracción de quistes (Método de Fenwick)**

Inicialmente, se llenó el aparato de Fenwick<sup>1</sup> con agua y se mojaron los tamices; se colocó la muestra dentro del embudo en el cedazo y se incorporó agua a presión; procediendo a la extracción de los quistes (*Ver Anexos, Foto 4A - C*).

---

<sup>1</sup>Este consiste en un aparato hecho de acero, con una altura de 30 cm; este se estrecha hacia la cima y presenta una base inclinada; tiene un agujero de 2.5 cm de diámetro, ubicado en el lado más bajo de la base inclinada, que se cierra con un tapón de caucho cuando se utiliza; debajo del borde del Fenwick hay un cuello inclinado con un borde vertical de 6 cm de alto; el cuello se estrecha hacia la salida hasta 4 cm de ancho; opcionalmente puede presentar un pequeño tubo de entrada a 5 cm de la cima, conectado al abastecimiento de agua para llenar el Fenwick; además posee un embudo grande de acero de 20.5 cm de diámetro, con un eje de 20.5 cm de largo, el cual en su interior posee un cedazo de 1 mm de abertura; de la salida del cuello se colocan tamices de 840 µm y 250 µm. Inicialmente, se llena el aparato con agua y se mojan los tamices; se coloca la muestra dentro del embudo, en el cedazo se incorpora agua a presión; la materia orgánica y algunas partículas de suelo rápidamente flotan hasta el cuello y pasan a los tamices; utilizando este método se recuperan el 70 % de los quistes (Shepherd, 1986).

### **3.6 CALIBRACIÓN DEL INÓCULO**

Para la calibración del inóculo se procedió con lo siguiente:

En 200 quistes, se estimó la cantidad promedio de huevos y larvas por quiste (VT), para conocer el número de quistes que se debía tomar para alcanzar 70000 huevos y larvas a inocular en cada maceta, siendo 18 h y 1 /g s; recomendación dada para obtener respuesta de las accesiones<sup>1</sup>.

Se trituró los quistes de cada muestra y el contenido se colocó en 100 cc de agua en un Erlenmeyer de 150 cc de capacidad; se homogenizó con una bomba pecera la suspensión agua – nematodos y se tomó una alícuota de 1cc con una pipeta automática y luego se colocó en una caja contadora para determinar el número de huevos y larvas con ayuda de un estéreo microscopio (González y Franco, 1993).

Para ajustar la cantidad de inóculo efectiva, se realizaron pruebas de VI colocando 25 quistes, en un recipiente al cual se le añadió exudado radicular de papa y se realizó un seguimiento de la eclosión de los estados juveniles dos (J<sub>2</sub>) infectivos por varios días hasta observar la declinación eclosiva de los huevos. Se determinó el número efectivo de quistes para la inoculación de las unidades experimentales (*Ver Capítulo V, Cuadro 11 y Anexos, Fotos 5 - 7*).

#### **3.6.1 Prueba de Viabilidad Total (VT)**

**Procedimiento** (*Ver Anexos, Fotos 5 – 7*):

- Se tomaron al azar 25 quistes purificados y se los colocó en 1 cc de agua en un triturador de quistes de Huijsman, procediendo a triturarlos.
- Se transfirió los huevos y larvas a un Beaker ajustando el volumen de agua a 100 cc.
- Se homogenizó con una bomba de aire para pecera.

---

<sup>1</sup> Revelo, J. 2010. Calibración de *G. pallida* (comunicación personal). Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Cutuglagua, Pichincha.

- Se tomó 1 cc de la suspensión con una pipeta y se vertió en una placa de contaje; se repitió este procedimiento por tres veces (tres alícuotas).
- Con un estéreo microscopio se contabilizó el número de huevos y larvas de cada repetición.

### **3.6.2 Prueba de Viabilidad Infecciosa (VI)**

**Procedimiento** (*Ver Anexos, Foto 6*):

- Se hizo 5 repeticiones, colocando 25 quistes divididos en 5 siracusas (pocillos de cristal) dentro de una canastilla de malla y a su vez, en un recipiente plástico de 5 cc. Luego se añadió agua destilada y se procedió a incubarlos a 20 °C.
- Después de 4 días se eliminó el agua destilada del recipiente y se reemplazó por exudado radicular de papa de la variedad Gabriela para luego regresar el recipiente a la incubadora.
- Se contabilizó las larvas eclosionadas cada dos días.
- Se repitió la secuencia anterior durante 80 días, hasta la emergencia de todos los juveniles ( $J_2$ ).
- Se obtuvo el promedio de  $J_2$  por quiste dividiendo el número total de juveniles eclosionados para el número de quiste colocados en la canastilla.

### **3.6.3 Prueba de Viabilidad Residual (VR)**

**Procedimiento** (*Ver Anexos, Foto 7*):

- Se procedió a triturar los quistes evaluados de la Viabilidad Infecciosa (VI), para observar los remanentes.

## **4. INSTALACIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES**

Se dispuso de cada variedad 10 tubérculos – semilla de 40 g. Se sembró un tubérculo por maceta. Cinco de las macetas sembradas fueron inoculadas con el nematodo y las cinco restantes no (*Ver Anexos, Foto 8*).

## **5. INOCULACIÓN Y SIEMBRA**

Para cada maceta se utilizó 4 kg de sustrato esterilizado (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Composición del sustrato para el ensayo, Cutuglagua – Pichincha, 2010.

<b>COMPONENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>
Suelo negro	60 %
Arena lavada de río	40 %

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

La inoculación se realizó al momento de la siembra de los tubérculos, colocando primero los quistes en la parte media de la maceta y luego el tubérculo, el cual se lo cubrió con suelo y se regó (*Ver Anexos, Foto 8*).

## **6. RIEGO**

Se regó el sustrato hasta capacidad de campo, la cantidad de 250 cc / unidad experimental pero se doblaba la dosis de acuerdo a los requerimientos fenológicos del cultivo y lapsos entre riegos (*Ver Anexos, Foto 9*).

## **7. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

El control de plagas y enfermedades se realizó con productos de contacto para no afectar a la población de *G. pallida* y no altere los resultados de la investigación (*Ver Anexos, Foto 10*).

## **8. DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO DE LA POBLACIÓN**

La población final del nematodo se determinó mediante el siguiente procedimiento (*Ver Anexos, Foto 11*):

- a. Previa homogenización del suelo de cada maceta de cada unidad experimental (UE) preinoculada, se tomó una muestra de 500 g y se procedió mediante la metodología de Fenwick (1940) citado por Van Eck *et al.*, (1984) para extraer los quistes del nematodo.
- b. Una vez extraídos los quistes de cada unidad experimental se secó al ambiente en un secador metálico al aire ambiente.

- c. Una vez secas las muestras cada una se procedió a la separación de quistes de la materia orgánica en acetona, metodología propuesta por Kort (1960) (González y Franco, 1993):
- Cuando los quistes y restos orgánicos estuvieron secos, fueron transferidos a una fiola (Balón de vidrio) de 250 cc utilizando un embudo.
  - Se llenó hasta la mitad con acetona, se agitó y fue completado con acetona hasta los 10mm del borde superior de la fiola. Se dejó en reposo de 15 a 20 segundos para que los quistes floten y la materia orgánica se precipite.
  - Después se colocó en un embudo conteniendo un papel filtro sobre un Erlenmeyer de 500 cc.
  - Para luego ser decantado sobre el papel filtro quistes y algunos restos de materia orgánica que estuvieron en la superficie de la acetona, haciendo girar muy rápidamente la fiola; sin transferirse toda la acetona.
  - Los quistes quedaron retenidos en el papel filtro y la acetona restante se recuperó del Erlenmeyer, para luego ser reutilizada. Así se procedió con todas la muestras (*Ver Anexos, Foto 12*).
- d. Todos los quistes extraídos de la muestra de cada unidad experimental se trituraron en 1 cc de agua y se homogenizaron con una bomba de pecera en un Erlenmeyer ajustado a 100 cc de agua. De esta suspensión, se tomó 1 cc con una pipeta, se colocó en una caja contadora y con ayuda del estéreo microscopio, se contabilizó el número de huevos y larvas a tres alícuotas por muestra. (*Ver Anexos Fotos 5 y 7*).

La confiabilidad de los datos se comprobó por la relación incremento de la población ( $Pf / Pi < 1$ ) del nematodo en el testigo referencial no tolerante (I- Gabriela).

## V. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

### 1. CALIBRACIÓN DEL INÓCULO

#### 1.1 PRUEBAS DE VIABILIDAD

##### 1.1.1 PRUEBA DE VIABILIDAD TOTAL (VT)

Los resultados obtenidos en las pruebas de VT muestran la cantidad de huevos y larvas por quiste potenciales que sirvieron de base para el cálculo del inóculo complementando con las pruebas de VI y VR. La cantidad promedio fue de 595 h y 1 / quiste, que corresponde al 100 % de la viabilidad. Resultado que se encuentra en el intervalo referido por Revelo (1984; 1985; 2003), la hembra luego de ser fertilizada, produce y retiene en el interior de su cuerpo de 200 a 600 huevos (Cuadros 1 – 6).

**Cuadro 1.** Cantidad de huevos y larvas por alícuota de 1 cc de suspensión (h y l / 1 cc). Cutuglagua – Pichincha, 2010.

CONCEPTO	ALÍCUOTA (A)		
	1 cc		
	A1	A2	A3
N° Huevos (h)	103	87	94
N° Larvas (l)	54	46	61
<b>Total (h y l)</b>	<b>157</b>	<b>133</b>	<b>155</b>

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

*Alícuota:* muestra de solución (agua – nematodos) tomada con pipeta.

**Cuadro 2.** Cantidad promedio de huevos y larvas por alícuota de 1 cc de suspensión (h y l / 1 cc). Cutuglagua – Pichincha, 2010.

CONCEPTO	ALÍCUOTA (A)
	1 cc
Huevos (h)	95
Larvas (l)	54
<b>Promedio (h y l)</b>	<b>149</b>

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 3.** Cantidad total de huevos y larvas por alícuota de 100 cc de suspensión (h y l / 100 cc). Cutuglagua – Pichincha, 2010.

CONCEPTO	ALÍCUOTA (A)		
	1 cc		
	A1	A2	A3
<b>Total (h y l)</b>	157	133	155
<b>N° h y l / 100 cc</b>	<b>15700</b>	<b>13300</b>	<b>15500</b>

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 4.** Cantidad promedio de huevos y larvas por alícuota de 100 cc de suspensión (h y l / 100 cc). Cutuglagua – Pichincha, 2010.

CONCEPTO	ALÍCUOTA (A)
	1 cc
<b>Promedio (h y l)</b>	149
<b>Promedio N° h y l / 100 cc</b>	<b>14867</b>

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 5.** Cantidad total de huevos y larvas por quiste. (h y l / quiste). Cutuglagua – Pichincha, 2010.

CONCEPTO	ALÍCUOTA (A)		
	100 cc		
	A1	A2	A3
<b>N° h y l / nq<sup>*1</sup></b>	15700	13300	15500
<b>N° h y l / quiste</b>	<b>628</b>	<b>532</b>	<b>620</b>

\*<sup>1</sup> De un total de 25 quistes (llenos) triturados, purificados y tomados al azar.

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 6.** Cantidad promedio de huevos y larvas por quiste. (h y l / quiste). Cutuglagua – Pichincha, 2010.

CONCEPTO	ALÍCUOTA (A)
	1 cc
<b>N° h y l / nq</b>	14867
<b>Promedio N° h y l / quiste</b>	<b>595*</b>

\*Esto representa el 100% de la viabilidad de los quistes de *Globodera pallida*.

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

### ***1.1.2 PRUEBA DE VIABILIDAD INFECTIVA (VI)***

Los resultados obtenidos en las pruebas de VI de acuerdo al seguimiento de la tasa de eclosión se llegó a obtener el porcentaje de la VI con relación al porcentaje obtenido en las pruebas de VR; para el cálculo de la calibración del inóculo y la dosificación para cada unidad experimental (Cuadro 7 – 9 y Gráficos 1 - 7).

**Cuadro 7.** Resultados de las pruebas de viabilidad infectiva (VI) de los quistes de *Globodera pallida*. Cutuglagua – Pichincha, 2010.

		N° de larvas eclosionadas												
Fecha		25/01/2010	27/01/2010	29/01/2010	01/02/2010	03/02/2010	08/01/2010	10/02/2010	12/02/2010	19/02/2010	22/02/2010	24/02/2010	26/02/2010	01/03/2010
Repetición	Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI <sup>*1</sup>	1	790	476	185	28	115	763	53	32	78	101	14	13	15
	2	2108	315	150	81	26	37	3	1	0	0	0	1	1
	3	1301	271	133	83	19	303	33	9	132	48	0	0	3
	4	1243	423	160	41	12	57	18	5	6	14	0	7	5
	5	1590	514	300	223	53	44	8	2	1	0	0	0	0
RII <sup>*2</sup>	1	1194	567	408	105	57	39	20	11	7	6	0	0	12
	2	649	339	295	166	44	39	1	4	7	4	0	0	2
	3	1150	580	389	161	165	208	4	13	14	6	4	1	0
	4	1156	96	59	12	3	0	0	0	1	2	0	0	0
	5	584	491	409	259	113	105	29	3	4	4	1	2	6
RIII <sup>*2</sup>	1	934	273	154	152	19	6	2	2	1	1	0	0	0
	2	824	260	167	49	17	7	8	4	3	5	0	0	1
	3	308	337	322	60	28	8	2	3	1	0	0	0	1
	4	468	319	83	10	5	9	1	2	2	3	1	0	1
	5	85	40	214	77	8	15	0	0	1	3	0	0	0
RIV <sup>*2</sup>	1	433	99	210	251	43	19	3	0	5	1	0	1	1
	2	681	251	64	8	1	23	6	1	17	11	3	1	3
	3	751	316	227	283	201	32	5	3	20	14	0	0	2
	4	344	99	49	67	17	3	7	5	27	3	3	1	1
	5	484	151	159	268	24	71	7	5	13	3	1	0	0
RV <sup>*2</sup>	1	156	145	89	24	0	45	11	41	27	12	0	0	0
	2	636	314	115	47	25	7	0	0	0	0	0	3	19
	3	753	292	101	42	30	158	16	6	42	23	1	1	3
	4	465	402	469	147	41	31	4	1	2	0	15	6	7
	5	365	400	423	128	48	33	2	1	146	112	2	0	1

\*<sup>1</sup>Tuvo un periodo de incubación en agua destilada.

\*<sup>2</sup> No tuvo periodo de incubación.

**Cuadro 7.** Resultados de las pruebas de viabilidad infectiva (VI) de los quistes de *Globodera pallida*. Cutuglagua – Pichincha, 2010. (Continuación).

Repetición	Fecha	N° de larvas eclosionadas												
		03/03/2010	05/03/2010	08/03/2010	10/03/2010	12/03/2010	15/03/2010	19/03/2010	22/03/2010	24/03/2010	26/03/2010	29/03/2010	31/03/2010	05/04/2010
RI <sup>+1</sup>	Muestra	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	1	14	8	0	4	14	7	4	5	6	1	1	0	3
	2	0	0	0	1	3	0	0	0	1	1	0	2	0
	3	9	5	7	6	3	3	0	2	3	1	5	1	5
	4	16	7	0	13	46	3	40	1	0	0	0	0	2
RII <sup>+2</sup>	5	0	0	0	0	4	1	1	1	0	1	2	7	3
	1	2	3	1	3	37	2	16	9	1	2	15	0	25
	2	0	1	0	0	2	3	2	0	0	0	0	3	0
	3	2	10	1	10	46	3	23	4	10	0	7	4	15
	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	7	2
RIII <sup>+2</sup>	5	1	5	0	3	9	5	12	1	4	7	22	0	18
	1	0	3	0	2	3	0	5	2	0	0	0	1	2
	2	0	2	1	4	4	0	1	0	4	0	0	0	2
	3	0	5	0	0	15	0	3	0	1	1	0	0	0
	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RIV <sup>+2</sup>	5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
	2	8	2	0	12	5	4	5	1	10	0	1	0	1
	3	3	0	0	3	5	4	7	1	8	0	0	0	11
	4	6	0	0	3	6	0	10	0	1	0	0	1	0
RV <sup>+2</sup>	5	2	3	0	8	4	0	12	3	7	2	0	1	3
	1	0	0	0	1	4	0	1	2	1	0	0	0	0
	2	5	7	5	3	15	14	8	0	2	0	3	1	1
	3	0	5	0	6	8	0	6	2	9	0	0	0	1
	4	0	0	3	3	7	1	5	0	1	1	4	1	4
5	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	

**Cuadro 7.** Resultados de las pruebas de viabilidad infectiva (VI) de los quistes de *Globodera pallida* (Continuación). Cutuglagua – Pichincha, 2010.

Repetición	N° de larvas eclosionadas					SUMA	PROMEDIO	% VI
	Fecha	07/04/2010	09/04/2010	12/04/2010	14/04/2010			
	Muestra	27	28	29	30			
RI*1	1	0	2	1	0	2733	547	92
	2	0	1	2	0	2734	547	92
	3	0	0	1	0	2386	477	80
	4	1	9	2	0	2131	426	72
	5	0	1	0	0	2756	551	93
RII*2	1	1	1	3	0	2547	509	86
	2	0	0	1	0	1562	312	53
	3	1	0	2	0	2833	567	95
	4	1	0	4	0	1349	270	45
	5	1	2	4	1	2105	421	71
RIII*2	1	0	0	0	0	1562	312	53
	2	0	1	0	0	1364	273	46
	3	0	1	1	0	1097	219	37
	4	0	0	1	0	906	181	30
	5	0	0	0	0	445	89	15
RIV*2	1	0	0	0	0	1069	214	36
	2	0	3	0	0	1122	224	38
	3	0	2	0	0	1898	380	64
	4	0	4	0	0	657	131	22
	5	0	0	1	0	1232	246	41
RV*2	1	0	0	1	0	560	112	19
	2	0	0	0	0	1230	246	41
	3	0	1	1	0	1507	301	51
	4	0	0	1	0	1621	324	54
	5	0	0	0	0	1666	333	56
<b>Prom tot.</b>						<b>1643</b>	<b>329</b>	<b>55</b>

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 8.** Resultados de las pruebas de viabilidad infectiva (VI) de los quistes de *Globodera pallida*, promedio por repetición. Cutuglagua – Pichincha, 2010.

Fecha	N° de larvas eclosionadas												
	25/01/2010	27/01/2010	29/01/2010	01/02/2010	03/02/2010	08/01/2010	10/02/2010	12/02/2010	19/02/2010	22/02/2010	24/02/2010	26/02/2010	01/03/2010
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	1406	400	186	91	45	241	23	10	43	33	3	4	5
RII	947	415	312	141	76	78	11	6	7	4	1	1	4
RII	524	246	188	70	15	9	3	2	2	2	0	0	1
RIV	539	183	142	175	57	30	6	3	16	6	1	1	1
RV	475	311	239	78	29	55	7	10	43	29	4	2	6

Fecha	N° de larvas eclosionadas													
	03/03/2010	05/03/2010	08/03/2010	10/03/2010	12/03/2010	15/03/2010	19/03/2010	22/03/2010	24/03/2010	26/03/2010	29/03/2010	31/03/2010	05/04/2010	
Muestra	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
RI	8	4	1	5	14	3	9	2	2	1	2	2	3	
RII	1	4	0	3	19	3	11	3	3	2	10	3	12	
RII	0	2	0	1	5	0	2	1	1	0	0	0	1	
RIV	4	1	0	5	4	2	7	1	5	0	0	0	3	
RV	1	2	2	3	7	4	4	1	3	0	1	0	1	

Fecha	07/04/2010	09/04/2010	12/04/2010	14/04/2010	SUMA	PROMEDIO	% INFECT.
Muestra	27	28	29	30			
RI	0	3	1	0	2548	510	86
RII	1	1	3	0	2079	416	70
RII	0	0	0	0	1075	215	36
RIV	0	2	0	0	1196	239	40
RV	0	0	1	0	1317	263	44

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

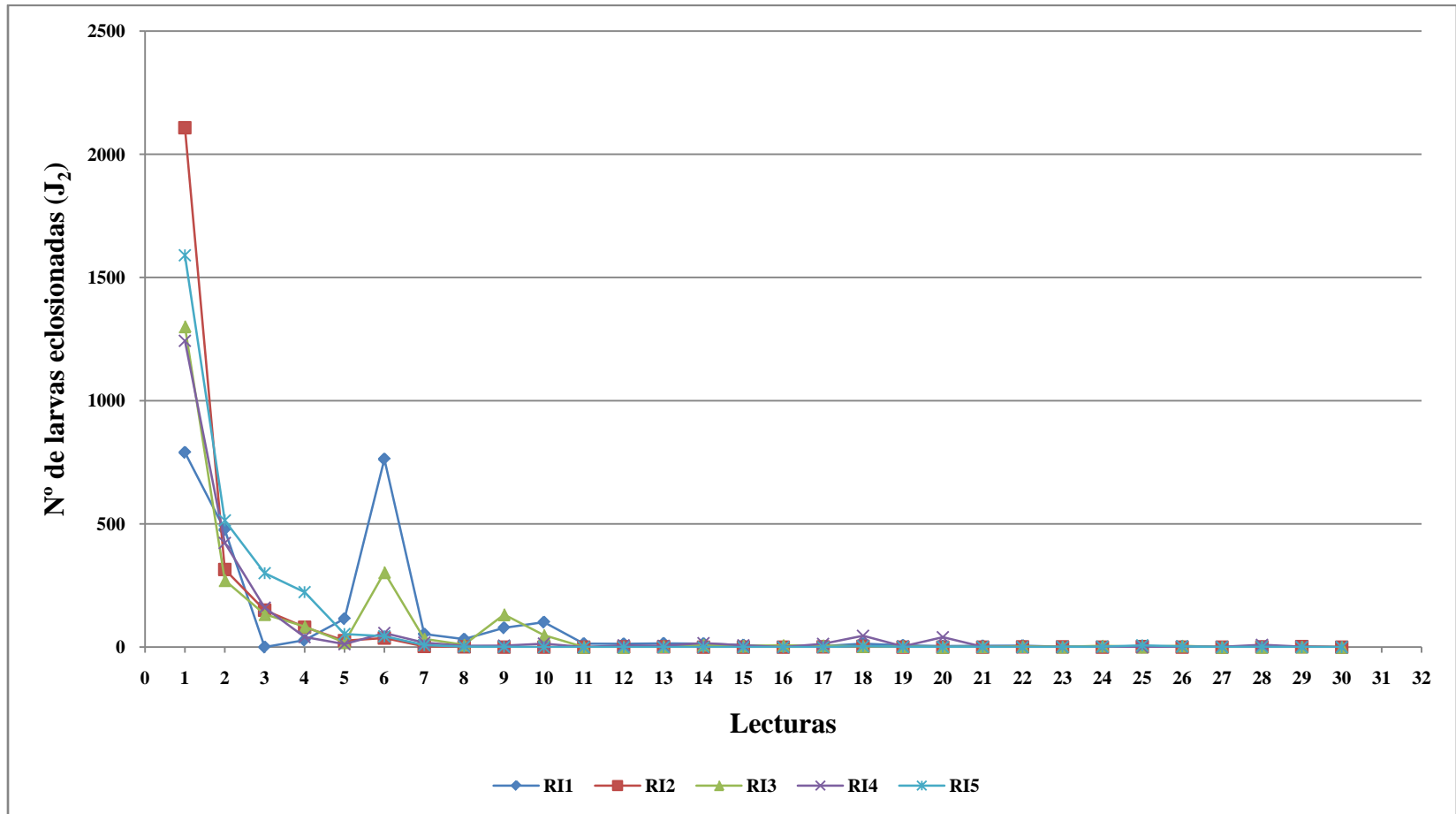
**Cuadro 9.** Resultados de las pruebas de viabilidad infectiva (VI) de los quistes de *Globodera pallida*, promedio general. Cutuglagua – Pichincha, 2010.

N° de larvas eclosionadas													
Fecha	25/01/2010	27/01/2010	29/01/2010	01/02/2010	03/02/2010	08/01/2010	10/02/2010	12/02/2010	19/02/2010	00/01/1900	00/01/1900	00/01/1900	01/01/1900
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
General	778	311	213	111	45	82	10	6	22	15	2	1	3

N° de larvas eclosionadas													
Fecha	02/01/1900	00/01/1900	00/01/1900	00/01/1900	01/01/1900	03/01/1900	00/01/1900	00/01/1900	00/01/1900	01/01/1900	01/01/1900	00/01/1900	02/01/1900
Muestra	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
General	3	3	1	3	10	2	6	1	3	1	3	1	4

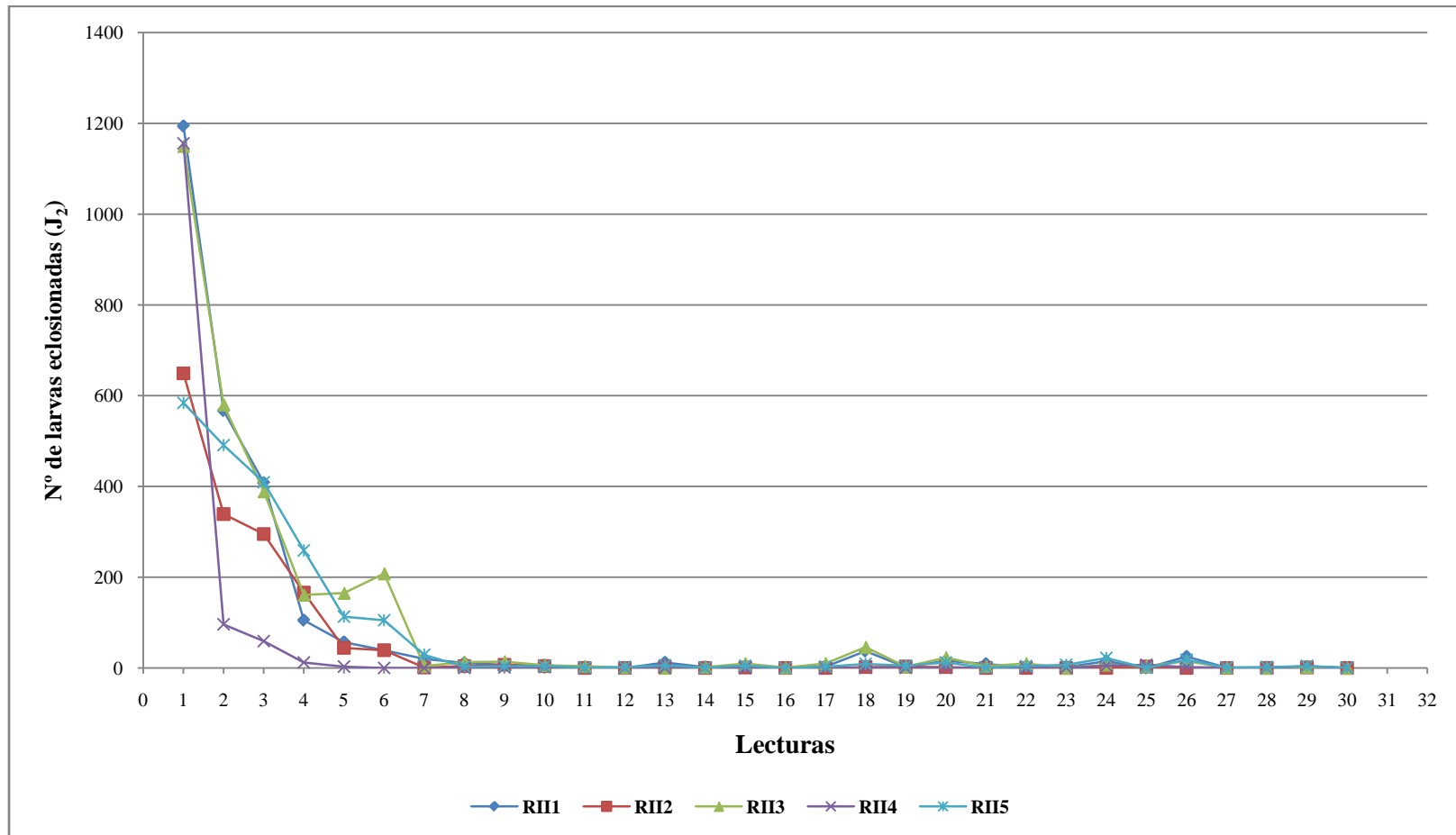
N° de larvas eclosionadas					SUMA	PROMEDIO	%INFECT.
Fecha	07/04/2010	09/04/2010	12/04/2010	14/04/2010			
Muestra	27	28	29	30			
General	0	1	1	0	1643	329	55

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.



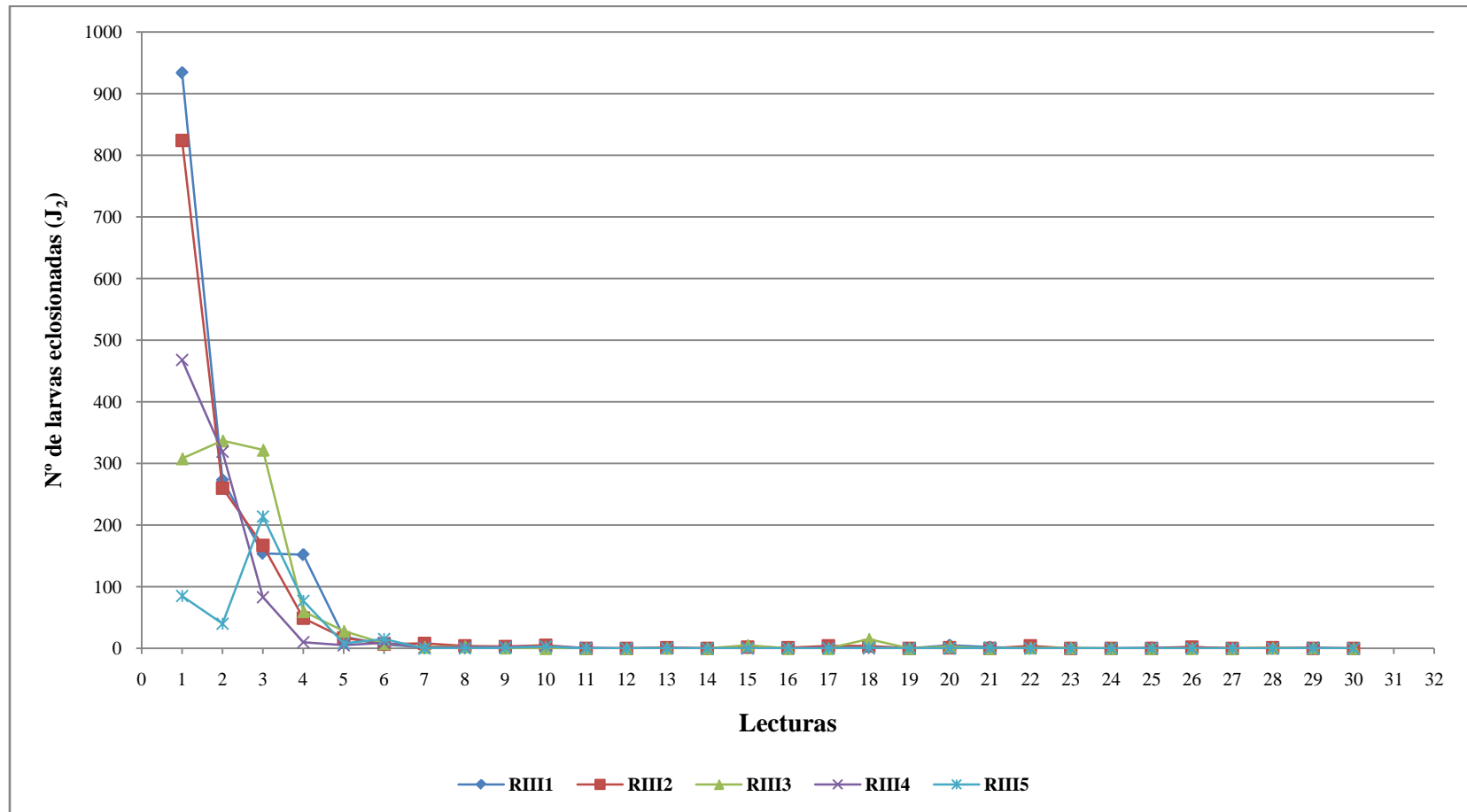
Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 1.** Eclosión de los estados larvales  $J_2$  de *Globodera pallida* en las pruebas de viabilidad infectiva (VI) en la primera repetición (RI). Cutuglagua – Pichincha, 2010.



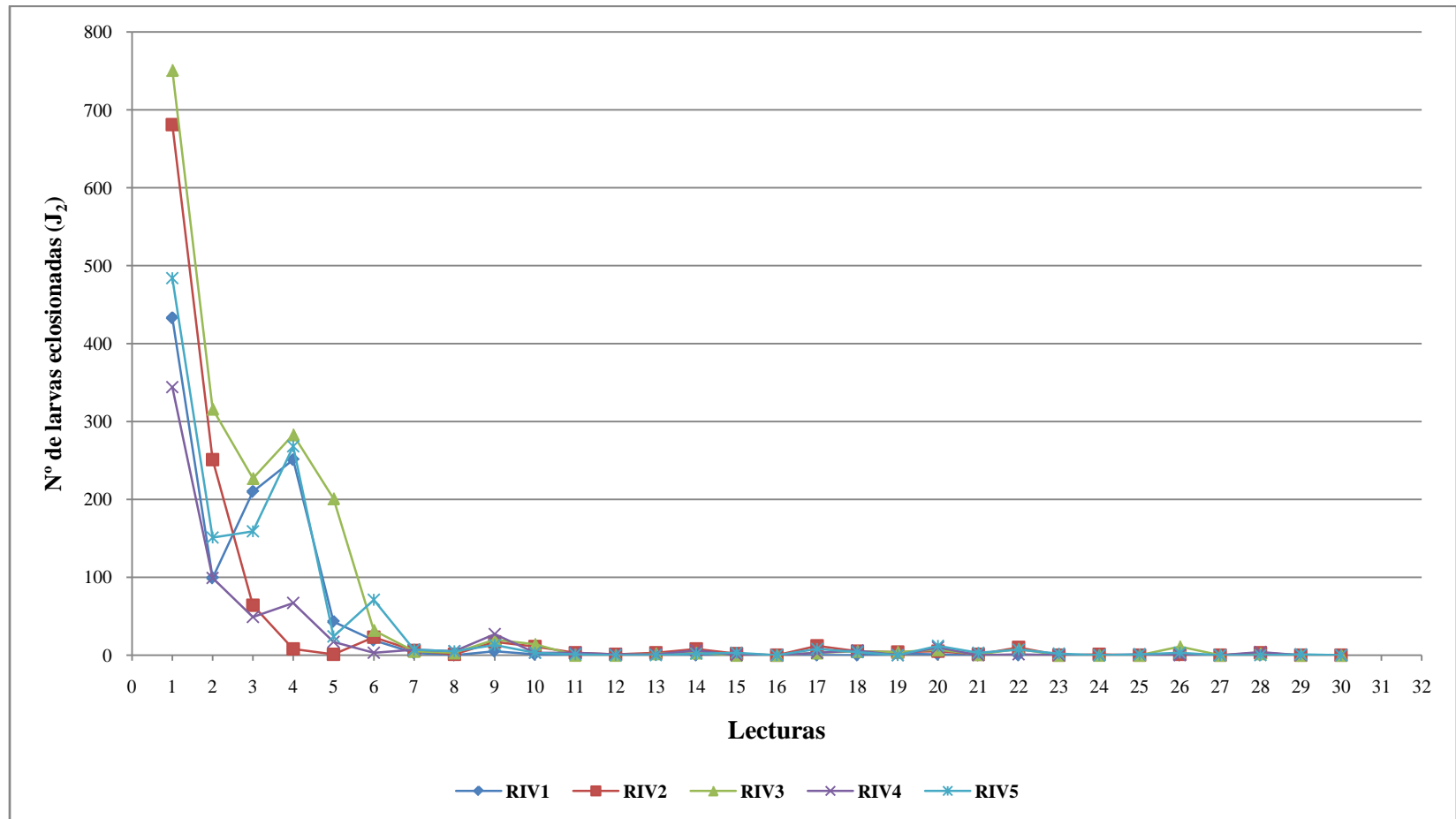
Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 2.** Eclosión de los estados larvales J<sub>2</sub> de *Globodera pallida* en las pruebas de viabilidad infectiva (VI) en la segunda repetición (RII). Cutuglagua – Pichincha, 2010.



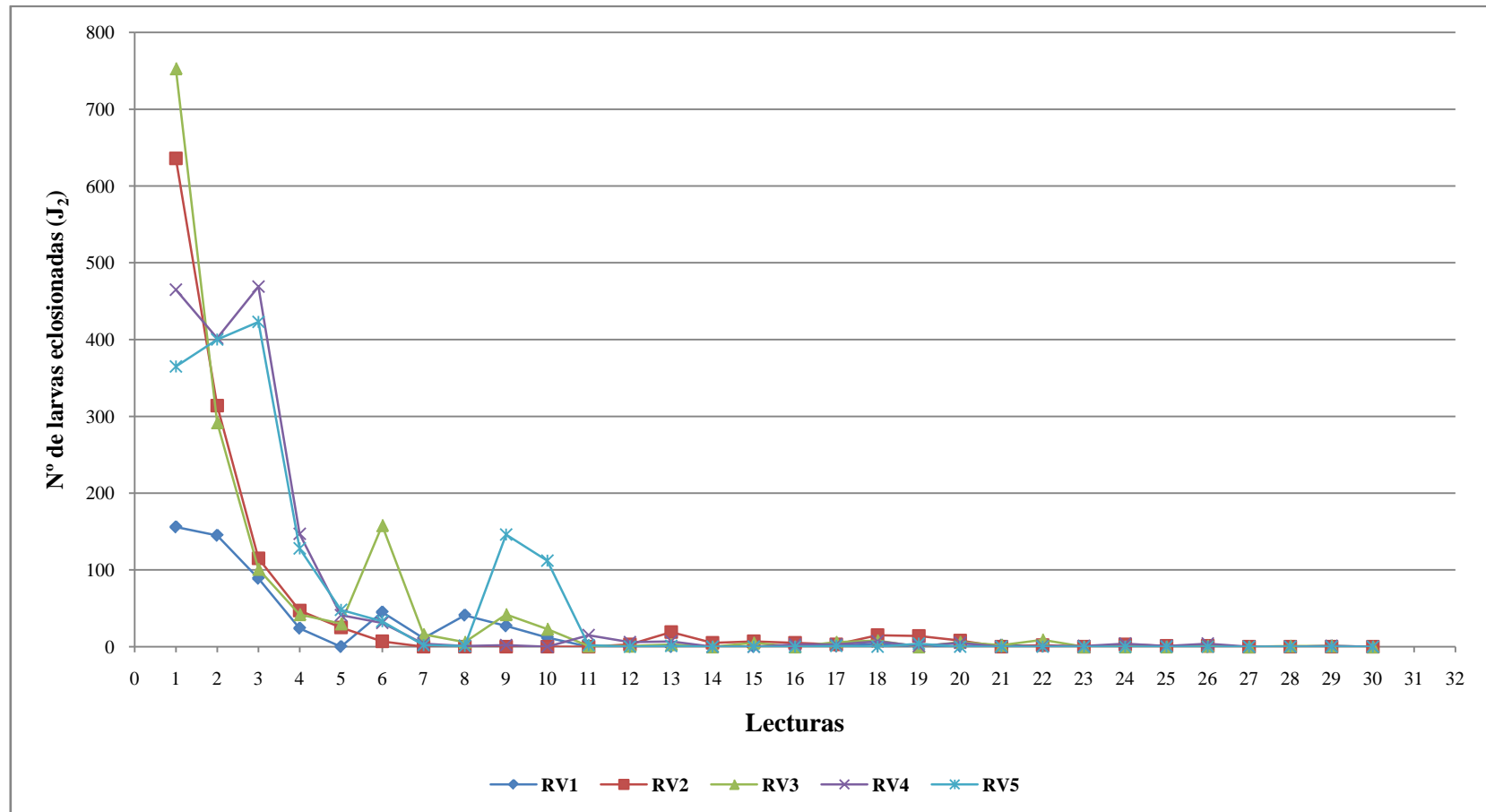
Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 3.** Eclosión de los estados larvales  $J_2$  de *Globodera pallida* en las pruebas de viabilidad infectiva (VI) en la tercera repetición (RIII). Cutuglagua – Pichincha, 2010.



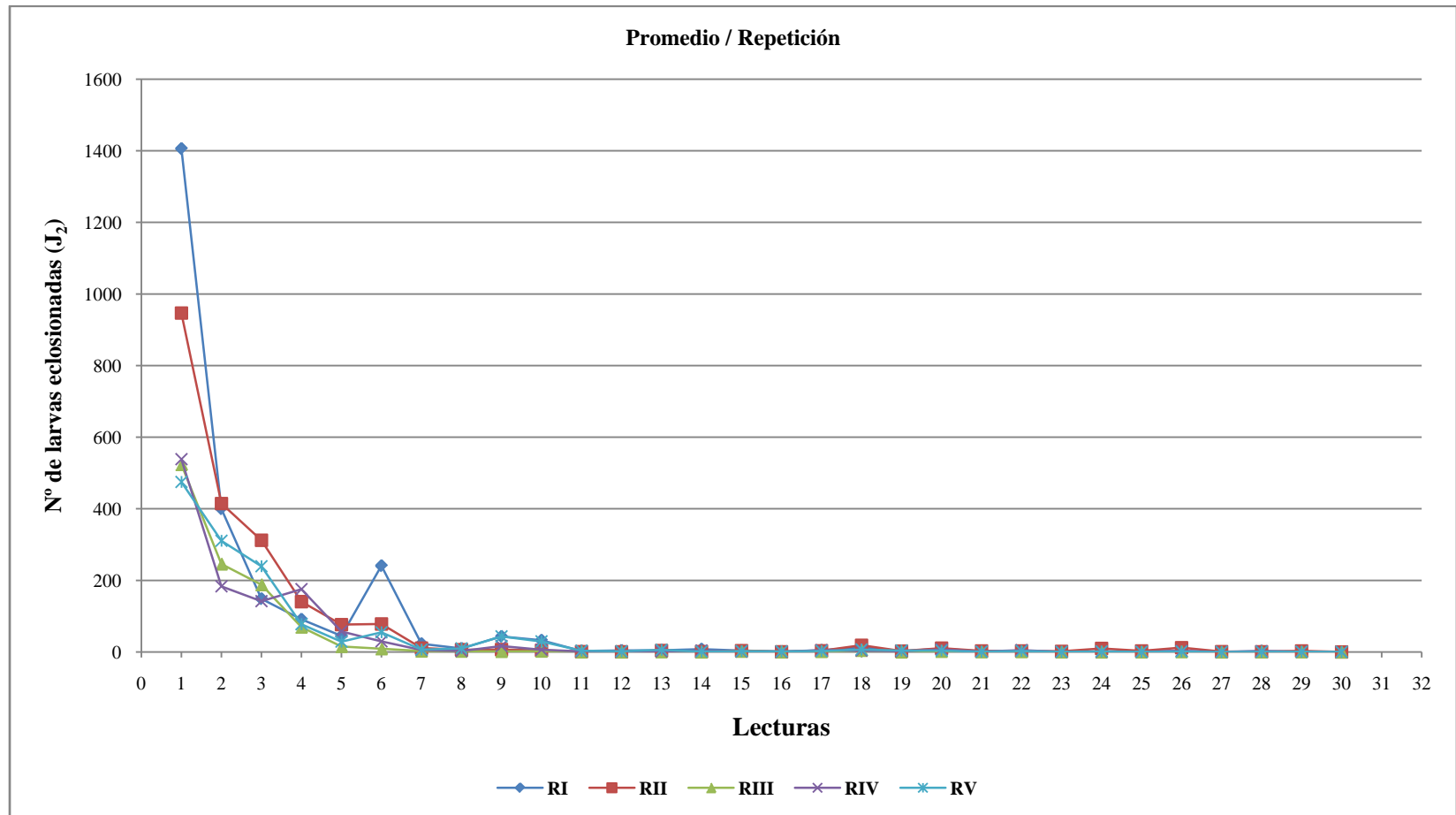
Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 4.** Eclosión de los estados larvales J<sub>2</sub> de *Globodera pallida* en las pruebas de viabilidad infectiva (VI) en la cuarta repetición (RIV). Cutuglagua – Pichincha, 2010.



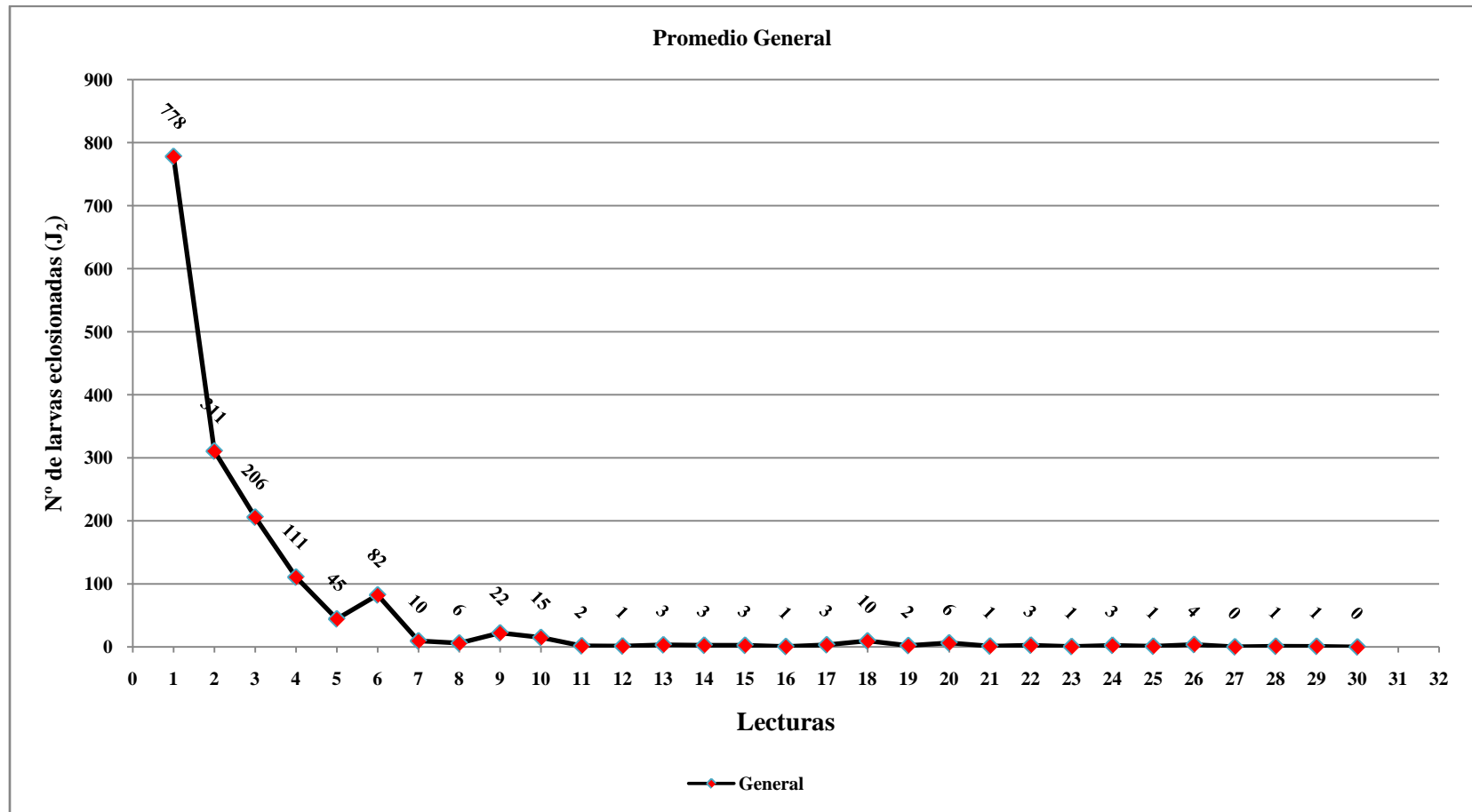
Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 5.** Eclosión de los estados larvales  $J_2$  de *Globodera pallida* en las pruebas de viabilidad infectiva (VI) en la quinta repetición (RV). Cutuglagua – Pichincha, 2010.



Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 6.** Eclosión promedio de los estados larvales  $J_2$  de *Globodera pallida* en las pruebas de viabilidad infecciosa (VI) por repetición. Cutuglagua – Pichincha, 2010.



Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 7.** Eclosión promedio general de los estados larvales J<sub>2</sub> de *Globodera pallida* en las pruebas de viabilidad infectiva (VI) general. Cutuglagua – Pichincha, 2010.

### ***1.1.3 PRUEBA DE VIABILIDAD RESIDUAL (VR)***

Los resultados obtenidos en las pruebas de VR permitieron verificar la dinámica eclosional del nematodo y escoger el porcentaje de VI para la dosificación en número de quistes por unidad experimental. Se escogió el porcentaje más alto (VI de 86 %) para el cálculo, por que se observó que los remanentes (larvas J<sub>2</sub>) de todas las repeticiones fueron viables y por tanto, la cantidad de quistes a dosificar fue de 140 quistes que corresponde a una población de 70,000.00 individuos para la respuesta de las accesiones, recomendación dada por Revelo (2010) (Cuadro 10 y 11).

**Cuadro 10.** Resultados de las pruebas de las pruebas de Viabilidad Residual (VR).  
Cutuglagua – Pichincha, 2010.

<b>Muestras</b>	<b>Repetición I (RI)</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Huevos (H)	296	791	256	343	91
Larvas (L)	50	227	38	54	15
<b>Total remanente</b>	346	1018	294	397	106
<b>Individuos / quiste</b>	69	204	59	79	21

<b>Muestras</b>	<b>Repetición II (RII)</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Huevos (H)	293	403	57	652	200
Larvas (L)	127	79	13	124	112
<b>Total remanente</b>	420	482	70	776	312
<b>Individuos / quiste</b>	84	96	14	155	62

<b>Muestras</b>	<b>Repetición III (RIII)</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Huevos (H)	53	39	55	59	57
Larvas (L)	20	19	85	16	16
<b>Total remanente</b>	73	58	140	75	73
<b>Individuos / quiste</b>	15	12	28	15	15

<b>Muestras</b>	<b>Repetición IV (RIV)</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Huevos (H)	18	298	113	56	165
Larvas (L)	14	52	47	34	86
<b>Total remanente</b>	32	350	160	90	251
<b>Individuos / quiste</b>	6	70	32	18	50

<b>Muestras</b>	<b>Repetición V (RV)</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Huevos (H)	114	144	173	58	192
Larvas (L)	9	113	40	26	47
<b>Total remanente</b>	123	257	213	84	239
<b>Individuos / quiste</b>	25	51	43	17	48

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 11:** Resultados de las pruebas de Viabilidad, para la calibración de inóculo.

Cutuglagua – Pichincha, 2010.

VT %	N° Indiv. / quiste	Repetición	VI %	N° Indiv. / quiste	VR %	N° Indiv. / quiste
100	595	I	<b>86</b>	<b>512</b>	14	83
		II	70	417	30	179
		III	36	214	64	381
		IV	40	238	60	357
		V	44	262	56	333
		<b>Promedio:</b>	55	328	45	267

VT: Viabilidad Total, VI: Viabilidad Infecciosa, VR: Viabilidad Residual, Indiv.: Individuos.

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

Cálculo de la cantidad de inóculo (CI):

Fórmulas:

$$N^{\circ} \text{ Individuos VI} = \frac{\% \text{ VI} \times 100}{N^{\circ} \text{ Individuos (VT)}}$$

$$N^{\circ} \text{ Individuos VI} = \frac{86 \times 100}{595} = 512$$

$$CI = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos a inocular}}{N^{\circ} \text{ de Individuos VI}}$$

$$CI = \frac{70000}{512} = 137 \sim \mathbf{140 \text{ quistes}}$$

La cantidad de quistes a inocular fue 140 quistes por unidad experimental.

## **2. TOLERANCIA**

### **2.1 RENDIMIENTO**

Se observó de manera individual la diferencia en rendimiento de las accesiones no inoculadas (*n0*) e inoculadas (*n1*) para esta variable. En el *Cuadro12* (*Ver Anexos, Cuadros 3 - 5*) se puede apreciar los rendimientos de las variedades *n0* respecto a *n1*.

En los *Gráficos 8 – 9* y *Cuadro 13* se puede observar el comportamiento de las variedades *n0* y *n1*. Las accesiones que se destacaron como tolerantes en primera instancia fueron las variedades nativas *v1, v3, v4, v7*, las variedades comerciales o mejoradas *v13 y v16* y los clones promisorios *v20, v22 y v24*, porque los rendimientos de las accesiones que fueron inoculadas (*n1*) superaron a los rendimientos de aquellas sin inocular (*n0*); en este grupo así, el promedio general de rendimiento corresponde a un 26 % más; en las variedades *n1*, lo que significa que aunque las accesiones estaban afectadas con el nematodo no se afectó el rendimiento e incluso produjeron más; que pueden considerarse como muy tolerantes (*Ver Cuadro 13 y en Anexos Foto 14*).

En las accesiones calificadas parcialmente como no tolerantes la diferencia promedio general en rendimientos correspondió al 36 %, pero en la variedad *v17* fue de 0,1 %, por lo que surgió la duda de ubicarla en este grupo, sometiendo por tanto los resultados a una prueba “*t*” al 5 % de probabilidad.

En el *Cuadro 12* se observa que el número de tubérculos de las accesiones inoculadas fue superior en un 9 % al de las accesiones sin inocular debido a la baja relación tallo / raíz en las accesiones afectadas por el nematodo, es decir que la mayor cantidad de raíces formadas por efecto del nematodo para colonizarlas, sumado a esto la tolerancia de los cultivares, produjo raíces potenciales para tuberizar, situación que concuerda con lo expuesto por Volcy (1998) que dice: en consecuencia la reducción

de las plantas infectadas por el nematodo es el resultado combinado de variados efectos sobre la fisiología de la planta, por que las plantas muestran una baja relación tallo / raíz ya que los fotosintatos son desviados hacia el desarrollo de las raíces y no del tallo, lo cual afecta positivamente la cantidad de tubérculos pero de menor tamaño.

**Cuadro 12.** Resultados promedio del rendimiento en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Cutuglagua – Pichincha, 2010.

Variedad	Rendimiento (g/planta)	Tubérculos / planta	Rendimiento (g/planta)	Tubérculos / planta
	n 0		n 1	
v1	163.8	9	207.6	5
v2	152.0	27	129.6	20
v3	130.6	5	174.2	8
v4	119.4	17	191.8	37
v5	189.8	10	91.6	5
v6	149.2	11	88.4	6
v7	159.2	23	232.2	20
v8	268.4	15	184.0	14
v9	184.0	8	103.8	3
v10	100.2	7	11.8	1
v11	193.8	8	96.2	6
v12	147.8	7	141.4	7
v13	162.2	15	181.0	13
v14	82.8	6	16.0	3
v15	165.0	8	86.8	6
v16	103.2	17	128.8	17
v17	415.8	11	415.4	13
v18	140.2	6	16.0	2
v19	155.8	10	83.6	8
v20	102.2	10	131.2	7
v21	97.6	5	52.0	4
v22	130.2	7	162.8	8
v23	211.2	10	174.4	10
v24	162.8	6	200.2	7
$\Sigma =$	<b>4502.3</b>	<b>290</b>	<b>3793.0</b>	<b>264</b>
<b>Promedio =</b>	<b>187.6</b>	<b>12</b>	<b>158.1</b>	<b>11</b>

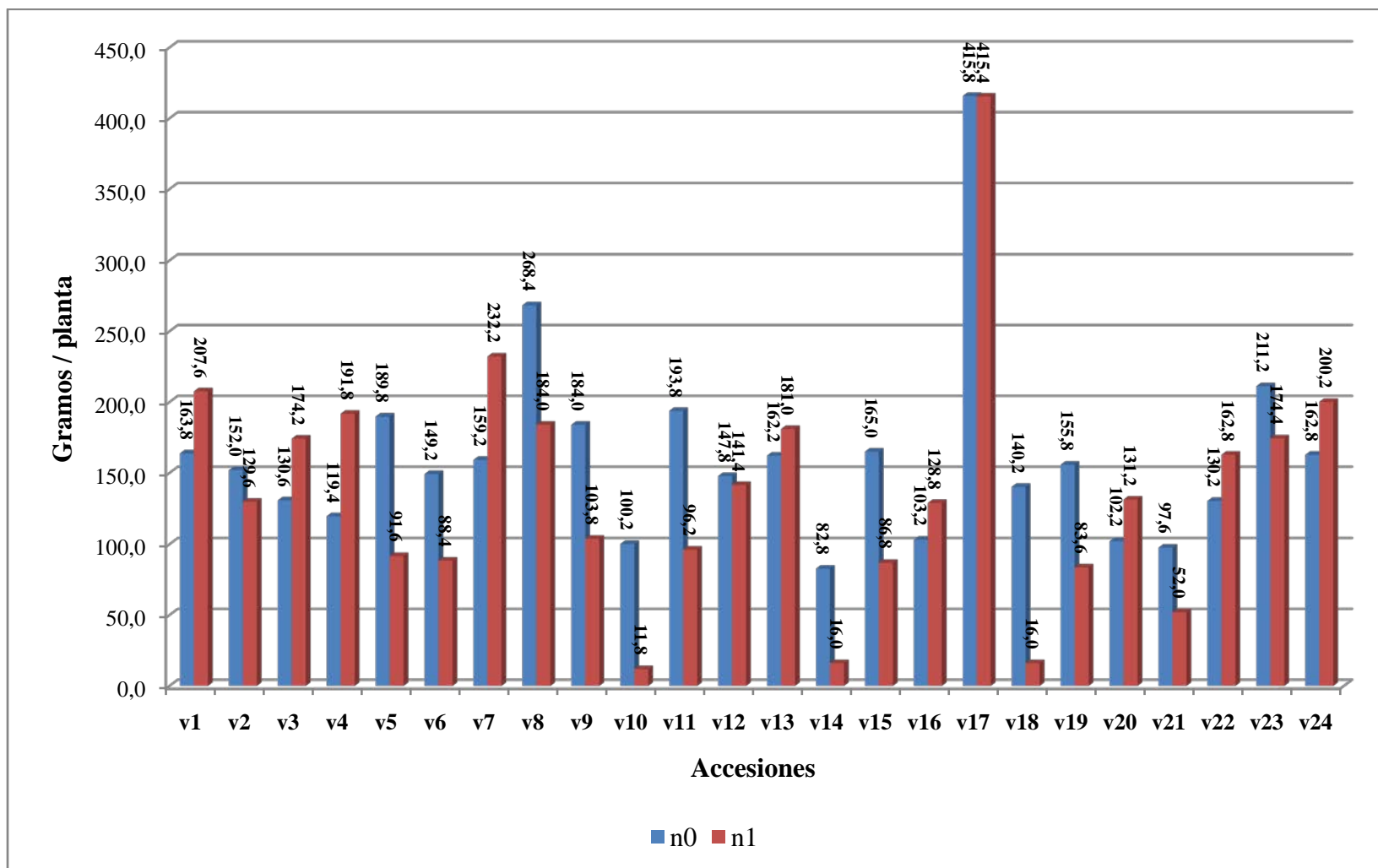
Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 13.** Calificación parcial de los resultados obtenidos en las accesiones n0 y n1 en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Cutuglagua – Pichincha, 2010.

Accesiones	Código	Rendimiento (g/planta)	Rendimiento (g/planta)	Calificación parcial
		n0	n1	
Uva <sup>1</sup>	v1	163,8	207,6	Tolerante
Ratona Lagartija <sup>1</sup>	v2	152,0	129,6	No Tolerante
Sta. Rosa Blanca <sup>1</sup>	v3	130,6	174,2	Tolerante
Sta. Rosa Amarilla <sup>1</sup>	v4	119,4	191,8	Tolerante
Mula Chaqui <sup>1</sup>	v5	189,8	91,6	No Tolerante
Huagrasinga <sup>1</sup>	v6	149,2	88,4	No Tolerante
Leona Negra norte <sup>1</sup>	v7	159,2	232,2	Tolerante
Tandapapa <sup>1</sup>	v8	268,4	184,0	No Tolerante
Roja hacha <sup>1</sup>	v9	184,0	103,8	No Tolerante
Corazón lila <sup>1</sup>	v10	100,2	11,8	No Tolerante
Cuchiisma <sup>1</sup>	v11	193,8	96,2	No Tolerante
INIAP Fripapa <sup>2</sup>	v12	147,8	141,4	No Tolerante
INIAP Natividad <sup>2</sup>	v13	162,2	181,0	Tolerante
INIAP Gabriela <sup>2</sup>	v14	82,8	16,0	No Tolerante
Súper Chola <sup>2</sup>	v15	165,0	86,8	No Tolerante
INIAP Cecilia <sup>2</sup>	v16	103,2	128,8	Tolerante
INIAP Pan <sup>2</sup>	v17	415,8	415,4	No Tolerante
INIAP Suprema <sup>2</sup>	v18	140,2	16,0	No Tolerante
99 - 18 - 9 <sup>3</sup>	v19	155,8	83,6	No Tolerante
98 - 2 - 6 <sup>3</sup>	v20	102,2	131,2	Tolerante
05 - 24 - 3 <sup>3</sup>	v21	97,6	52,0	No Tolerante
05 - 28 - 3 <sup>3</sup>	v22	130,2	162,8	Tolerante
06 - 92 - 1 <sup>3</sup>	v23	211,2	174,4	No Tolerante
08 - 20 - 19 <sup>3</sup>	v24	162,8	200,2	Tolerante

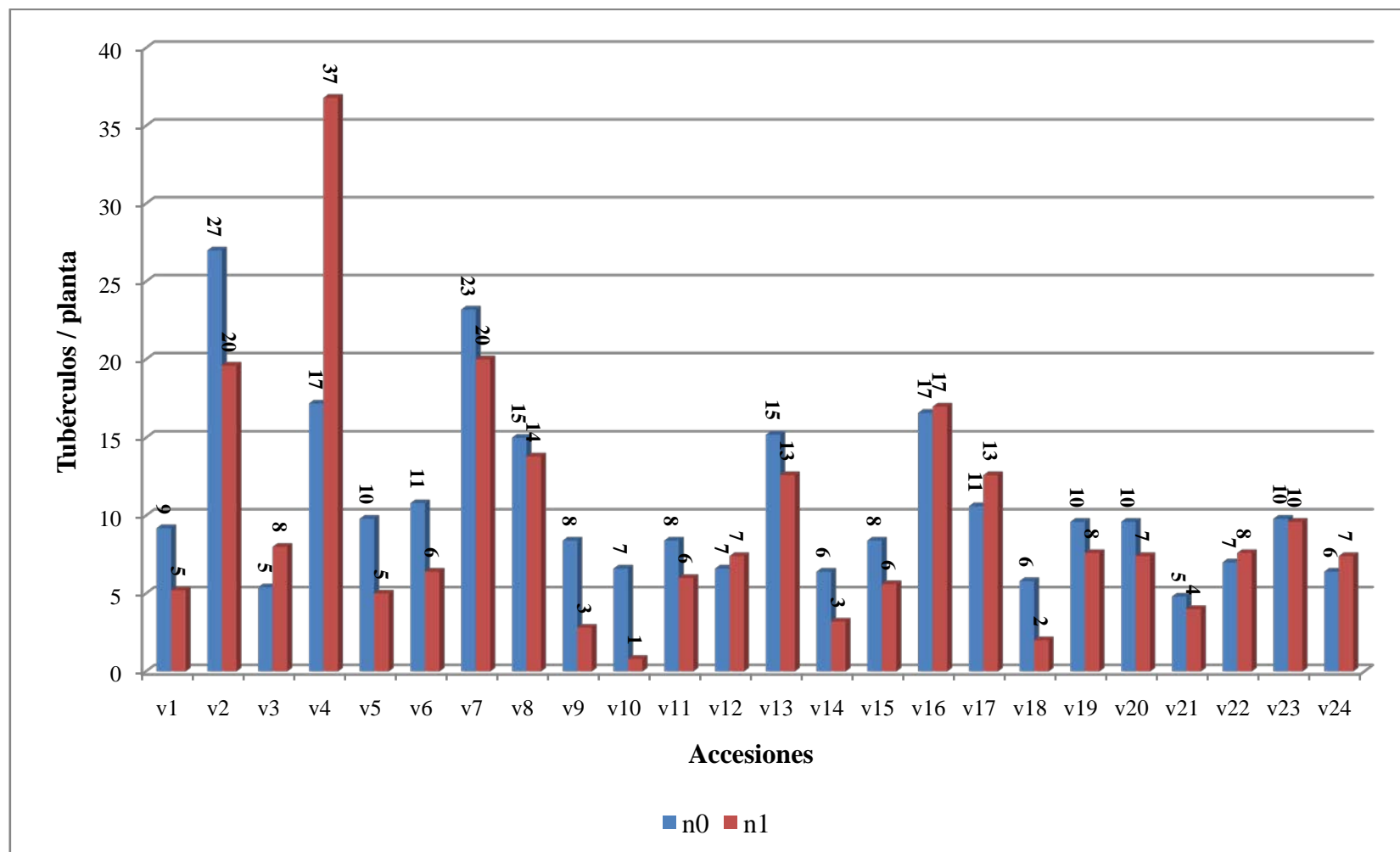
<sup>1</sup>Variedades nativas, <sup>2</sup>Variedades mejoradas, <sup>3</sup>Clones promisorios.

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.



Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 8.** Rendimientos observados de las accesiones de papa evaluadas en el ensayo. n0: Sin inocular, n1: Inoculadas. Cutuglagua – Pichincha, 2010.



Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 9.** Número de tubérculos observados de las accesiones de papa evaluadas en el ensayo. n0: Sin inocular, n1: Inoculadas. Cutuglagua – Pichincha, 2010.

### 3. RESISTENCIA

#### 3.1 DINÁMICA POBLACIONAL DEL NEMATODO

En el *Cuadro14* (Ver Anexos, *Cuadro 6*) se puede observar la tendencia de las accesiones evaluadas en cuanto a la variable resistencia por tanto las variedades nativas v2, v5, v6, v8, v9, v10, las variedades comerciales v12, v13, v14, v15, v16 y los clones promisorios v19, v21, v24, fueron calificadas como resistentes por que redujeron las población del nematodo y su relación  $Pf / Pi$  fue  $< 1$ .

Las variedades nativas v1, v3, v4, v7, v11, las variedades comerciales v17, v18 y los clones promisorios v20, v22, v23 incrementaron la población del nematodo fueron calificadas como susceptibles por que la relación  $Pf / Pi$  fue  $> 1$ .

La relación  $Pf / Pi$  más baja de 0.33 se registro en la variedad I – Gabriela (testigo referencial) que con cuerda con lo expuesto por Revelo (2003): la eficiencia de los componentes y la utilidad de los umbrales para evitar el daño al sembrar primero variedades con un UD de 3 a 11 h y l/g s, luego variedades con UD de 12 a 23 h y l/g s y finalmente variedades resistentes con UD de 40 a 47 h y l/g s como I – Gabriela e I – Esperanza, en esta secuencia no se registran pérdidas.

La relación  $Pf / Pi$  más alta registrada fue de 2,64 para v3, 3,63 para v4 (ambas Susceptibles) y v2 con 0,93 (Resistente) todas especie *S. phureja*. Que pudo deberse a que la variedad v3 tiene esta capacidad y su cultivo se lo realiza en la zona norte especialmente en Carchi con bajos niveles de infestación del nematodo y conservó su resistencia por el manejo adecuado de la rotación de cultivos en esta zona, mientras que las variedades v3 y v4 se las cultiva en la zona sur del país, tal vez tuvieron esa resistencia pero se la perdió por el monocultivo practicado en la zona, concordando por lo expuesto por Revelo (2003): las zonas paperas central y sur de la Sierra presentan los mayores niveles de infestación (50 a 100 huevos y larvas/gramo de suelo), debido a siembras continuas de papa y a periodos cortos de rotación y la

presión de selección es alta haciendo que se formen razas más virulentas del nematodo y rompan la resistencia, mientras que en la zona norte niveles bajos de población (1 a 10 h y l / g s) y la rotación de cultivos es bien empleada especialmente en la provincia del Carchi y la presión de selección es baja. Esta observación puede ser reforzada ya que las tres variedades resultaron ser tolerantes (Cuadro 15).

**Cuadro 14.** Incremento de la población del nematodo relacionando la población Final (Pf) y población inicial inoculada (Pi) en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Cutuglagua – Pichincha, 2010.

Concepto	Accesión	Pf Promedio / acs.	Pi Promedio / acs.	I (Pf / Pi) Promedio / acs.	Calificación
Uva <sup>1</sup>	v1	81982	70000	1.17	Susceptible
Ratona Lagartija <sup>1</sup>	v2	65333	70000	0.93	Resistente
Sta. Rosa Blanca <sup>1</sup>	v3	185005	70000	2.64	Susceptible
Sta. Rosa Amarilla <sup>1</sup>	v4	254219	70000	3.63	Susceptible
Mula Chaqui <sup>1</sup>	v5	30263	70000	0.43	Resistente
Huagrasinga <sup>1</sup>	v6	41092	70000	0.59	Resistente
Leona Negra norte <sup>1</sup>	v7	158191	70000	2.26	Susceptible
Tandapapa <sup>1</sup>	v8	54974	70000	0.79	Resistente
Roja hacha <sup>1</sup>	v9	57406	70000	0.82	Resistente
Corazón lila <sup>1</sup>	v10	29018	70000	0.41	Resistente
Cuchiisma <sup>1</sup>	v11	80555	70000	1.15	Susceptible
INIAP Fripapa <sup>2</sup>	v12	23533	70000	0.34	Resistente
INIAP Natividad <sup>2</sup>	v13	23046	70000	0.33	Resistente
INIAP Gabriela <sup>2</sup>	v14	20811	70000	0.30	Resistente
Súper Chola <sup>2</sup>	v15	39868	70000	0.57	Resistente
INIAP Cecilia <sup>2</sup>	v16	28301	70000	0.40	Resistente
INIAP Pan <sup>2</sup>	v17	82982	70000	1.19	Susceptible
INIAP Suprema <sup>2</sup>	v18	109500	70000	1.56	Susceptible
99 - 18 - 9 <sup>3</sup>	v19	40493	70000	0.58	Resistente
98 - 2 - 6 <sup>3</sup>	v20	73297	70000	1.05	Susceptible
05 - 24 - 3 <sup>3</sup>	v21	48390	70000	0.69	Resistente
05 - 28 - 3 <sup>3</sup>	v22	91221	70000	1.30	Susceptible
06 - 92 - 1 <sup>3</sup>	v23	86033	70000	1.23	Susceptible
08 - 20 - 19 <sup>3</sup>	v24	53790	70000	0.77	Resistente

<sup>1</sup>Variedades nativas, <sup>2</sup>Variedades Comerciales o mejoradas, <sup>3</sup>Clones promisorios, acs.: accesión.  
Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

## **4. SELECCIÓN DE LAS ACCESIONES**

### ***4.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN***

Los valores “*T*” de cada accesión se los comparó con el valor “*t*” de tablas incrementó las accesiones tolerantes de 9 a 21, esto quiere decir que la diferencia de los rendimientos en las accesiones sin inocular ( $n_0$ ) e inoculadas ( $n_1$ ), no es un intervalo grande de rendimiento para calificarlas como No Tolerantes.

El testigo referencial resultó ser Resistente ( $I = PF/ P_i = < 1$ ) al reducir la población del nematodo y respecto a la tolerancia el rendimiento de las unidades experimentales no inoculadas ( $v_{14n_0}$ ) fue mayor al de las accesiones inoculadas ( $v_{14n_1}$ ) así:  $v_{14n_0} > v_{14n_1}$ , calificándose como No tolerante.

Las accesiones que se destacaron como Resistentes Tolerantes fueron la  $v_2$ ,  $v_6$ ,  $v_8$ ,  $v_9$ ,  $v_{10}$ ,  $v_{12}$ ,  $v_{13}$ ,  $v_{15}$ ,  $v_{16}$ ,  $v_{21}$  y  $v_{24}$ , adicionalmente las que se destacaron como Susceptibles Tolerantes fueron la  $v_3$ ,  $v_4$ ,  $v_7$ ,  $v_{11}$ ,  $v_{17}$ ,  $v_{18}$ ,  $v_{20}$ ,  $v_{22}$  y  $v_{23}$ . Estas accesiones pueden ser potencialmente importantes para futuros proyectos de fitomejoramiento así como programas de Manejo Integrado en cuanto a rotación de cultivos (*Ver Cuadro 15*).

**Cuadro 15.** Calificación definitiva de las accesiones evaluadas del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Cutuglagua – Pichincha, 2010.

Concepto	Accesión	Rendimiento	Rendimiento	Calificación parcial	"t" tabulado <sup>6</sup>	Resistencia	Tolerancia
		(g/planta) n0 <sup>4</sup>	(g/planta) n1 <sup>5</sup>		"t" calculado		
Uva <sup>1</sup>	v1	163.8	207.6	Tolerante	1.05	Susceptible	Tolerante
Ratona Lagartija <sup>1</sup>	v2	152.0	129.6	No Tolerante	0.50	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
Sta. Rosa Blanca <sup>1</sup>	v3	130.6	174.2	Tolerante	0.90	Susceptible	Tolerante
Sta. Rosa Amarilla <sup>1</sup>	v4	119.4	191.8	Tolerante	2.33	Susceptible	Tolerante
Mula Chaqui <sup>1</sup>	v5	189.8	91.6	No Tolerante	3.65	Resistente	No Tolerante
Huagrasinga <sup>1</sup>	v6	149.2	88.4	No Tolerante	1.08	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
Leona Negra norte <sup>1</sup>	v7	159.2	232.2	Tolerante	3.83	Susceptible	Tolerante
Tandapapa <sup>1</sup>	v8	268.4	184.0	No Tolerante	1.35	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
Roja hacha <sup>1</sup>	v9	184.0	103.8	No Tolerante	1.73	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
Corazón lila <sup>1</sup>	v10	100.2	11.8	No Tolerante	1.73	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
Cuchiisma <sup>1</sup>	v11	193.8	96.2	No Tolerante	1.22	Susceptible	Tolerante
INIAP Fripapa <sup>2</sup>	v12	147.8	141.4	No Tolerante	0.10	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
INIAP Natividad <sup>2</sup>	v13	162.2	181.0	Tolerante	0.32	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
INIAP Gabriela <sup>2</sup>	v14	82.8	16.0	No Tolerante	2.90	Resistente	No Tolerante
Súper Chola <sup>2</sup>	v15	165.0	86.8	No Tolerante	2.28	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
INIAP Cecilia <sup>2</sup>	v16	103.2	128.8	Tolerante	0.49	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
INIAP Pan <sup>2</sup>	v17	415.8	415.4	No Tolerante	0.01	Susceptible	Tolerante
INIAP Suprema <sup>2</sup>	v18	140.2	16.0	No Tolerante	1.26	Susceptible	Tolerante
99 - 18 - 9 <sup>3</sup>	v19	155.8	83.6	No Tolerante	2.96	Resistente	No Tolerante
98 - 2 - 6 <sup>3</sup>	v20	102.2	131.2	Tolerante	1.55	Susceptible	Tolerante
05 - 24 - 3 <sup>3</sup>	v21	97.6	52.0	No Tolerante	1.65	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>
05 - 28 - 3 <sup>3</sup>	v22	130.2	162.8	Tolerante	0.45	Susceptible	Tolerante
06 - 92 - 1 <sup>3</sup>	v23	211.2	174.4	No Tolerante	0.43	Susceptible	Tolerante
08 - 20 - 19 <sup>3</sup>	v24	162.8	200.2	Tolerante	0.83	<b>Resistente</b>	<b>Tolerante</b>

<sup>1</sup>Variedades nativas, <sup>2</sup>Variedades Comerciales o mejoradas, <sup>3</sup>Clones promisorios, <sup>4</sup>n0: no inoculadas,

<sup>5</sup>n1: inoculadas, <sup>6</sup>GL: 4; 0.05= 2.78.

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

#### **4.1.2 ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA ( $T$ °C) Y LA HUMEDAD RELATIVA (HR %) EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DEL NEMATODO DEL QUISTE (*Globodera pallida*)**

La temperatura y la humedad relativa fue monitoreada con la ayuda de un *HOBO* (Medidor digital de temperatura  $T$  °C y humedad relativa HR %), durante todo el ensayo se monitoreó estos parámetros, los cuales fueron analizados con el programa *HOBO WARE Sistem*, los cuales se destacan en el Gráficos 10 - 12 (Ver Anexos, Foto 15).

Respecto al Cuadro 16 se observa los rangos de  $T$  °C y HR %, discriminados en valores máximos, medios y mínimos en todas las etapas fenológicas en las accesiones evaluadas. En la *fase inicial* ( $L_{ini.}$ ) la temperatura máxima fue de 23 °C, la media de 17 °C y la mínima de 11 °C, considerados como normales para el desarrollo del nematodo, lo que coincide con lo descrito por Revelo (1984, 1985, 2003): en función del hospedante y la temperatura del suelo, el ciclo de vida de *G. pallida* dura entre de 90 a 100 días y produce una generación por ciclo de cultivo de papa a 10 °C y por Hernández (1999): en el interior del quiste las larvas pueden pasar por una fase de reposo, en la cual la capacidad de eclosión o emergencia de las mismas se ve disminuida o interrumpida, en función de las condiciones ambientales: temperatura (> 30 – 35 °C quedan inactivos) y de la iluminación (a iluminación constante no existe reposo).

En la fase de *desarrollo* ( $L_{des.}$ ) la temperatura máxima fue de 34 °C, la media de 21 °C y la mínima de 7 °C, que igualmente pueden considerarse como normales para el desarrollo del nematodo. Aunque la temperatura mínima bajo el rango de 10 °C afecta este desarrollo, se compensa por la temperatura máxima y media.

En la *fase media* ( $L_{med.}$ ) la temperatura máxima fue de 40 °C, la media de 22 °C y la mínima de 4 °C, que son temperaturas que afectan el desarrollo normal del nematodo

pero la temperatura media fue de 19 °C, 25 días después de la fase de desarrollo ( $L_{des}$ ) para completar ciclo de vida del nematodo (90 – 100 días) sin problemas.

Por último en la *fase final* ( $L_{fin.}$ ) tuvo una temperatura máxima 39 °C, una media de 22 °C y una mínima de 4 °C, permitiéndole al nematodo completar su ciclo de vida en la fase fenológica de desarrollo del cultivo ( $L_{des}$ ).

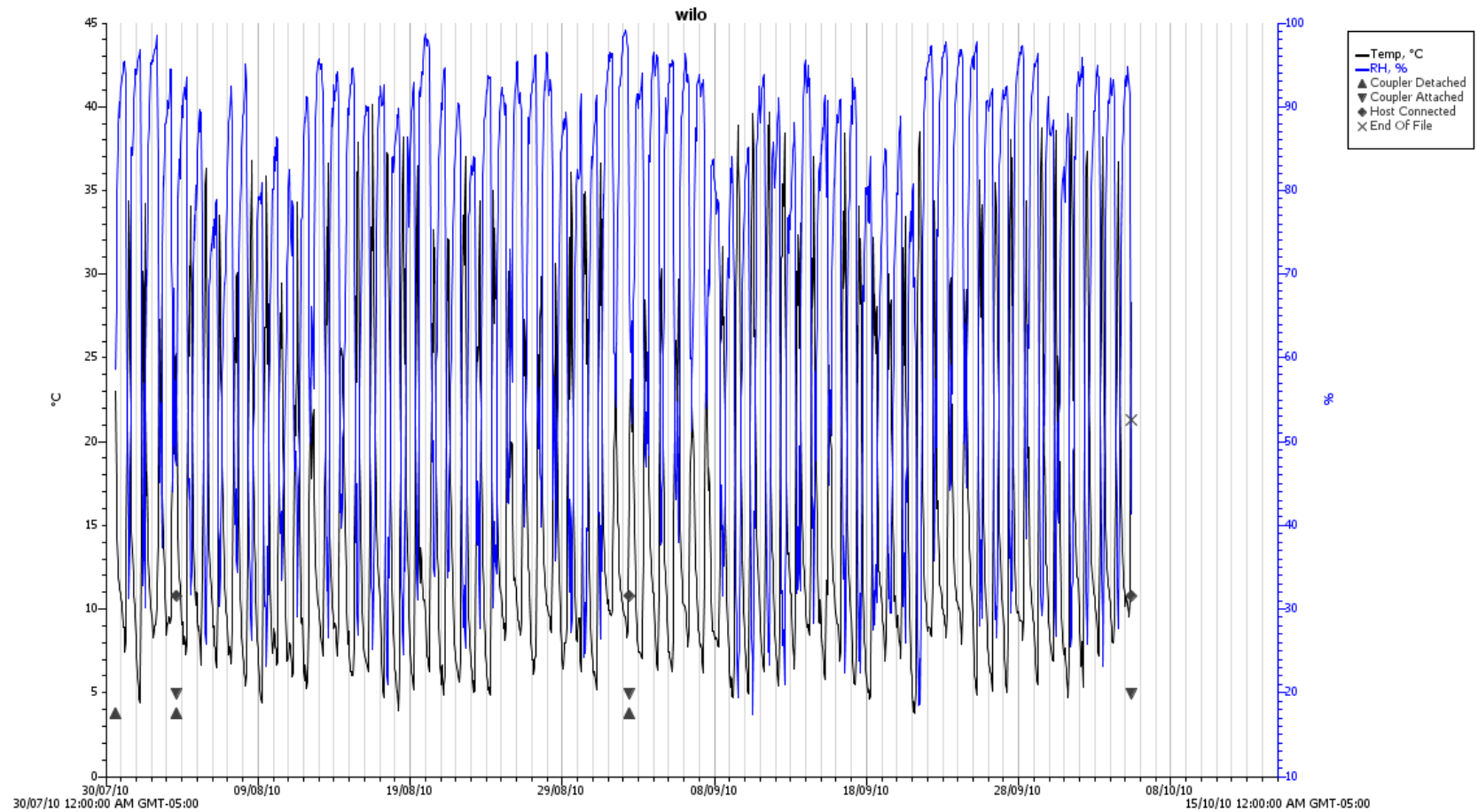
Finalmente la humedad relativa (HR %) durante toda la investigación (*Ver Cuadro 16 y Gráficos 10 - 12*) fue de 64% debido al manejo dado al ensayo, por cuanto se les dotó a las unidades experimentales riegos periódicos, así como, humedecimiento entre unidades y al piso del invernadero que dieron este valor de humedad relativa promedio y por ende mantener la humedad adecuada en el sustrato para el desarrollo normal del nematodo por lo expuesto por Mai *et al.*, (1980) que dice: *Globodera pallida* se desarrolla bien en suelos arcillosos mediano a pesados bien drenados o arenosos con suficiente aireación, suelos sedimentados o de musgo con un contenido de humedad de 50 a 75% de la capacidad de campo.

**Cuadro 16.** Resultados promedio de Temperatura (T °C) y Humedad Relativa (HR %) en las etapas fenológicas del cultivo de las accesiones del ensayo. Cutuglagua – Pichincha, 2010.

Fases fenológicas	Inicial	Desarrollo	Media	Final	Total
	$L_{ini}$	$L_{des}$	$L_{med}$	$L_{fin}$	
	Días				Días
<b>Duración</b>	45	30	70	20	165
<b>Acumulado</b>	45	75	145	165	<b>Promedio</b>
T °C max.	22.992	34.387	40.171	39.346	34.224
<b>T °C prom.<sup>1</sup></b>	<b>16.974</b>	<b>20.903</b>	<b>22.052</b>	<b>21.561</b>	<b>20.372</b>
T °C min.	10.956	7.419	3.932	3.775	6.521
HR % max.	92.308	94.977	98.407	97.716	95.852
<b>HR % prom.<sup>1</sup></b>	<b>75.519</b>	<b>63.127</b>	<b>57.925</b>	<b>58.158</b>	<b>63.682</b>
HR % min.	58.730	31.277	17.442	18.600	31.512

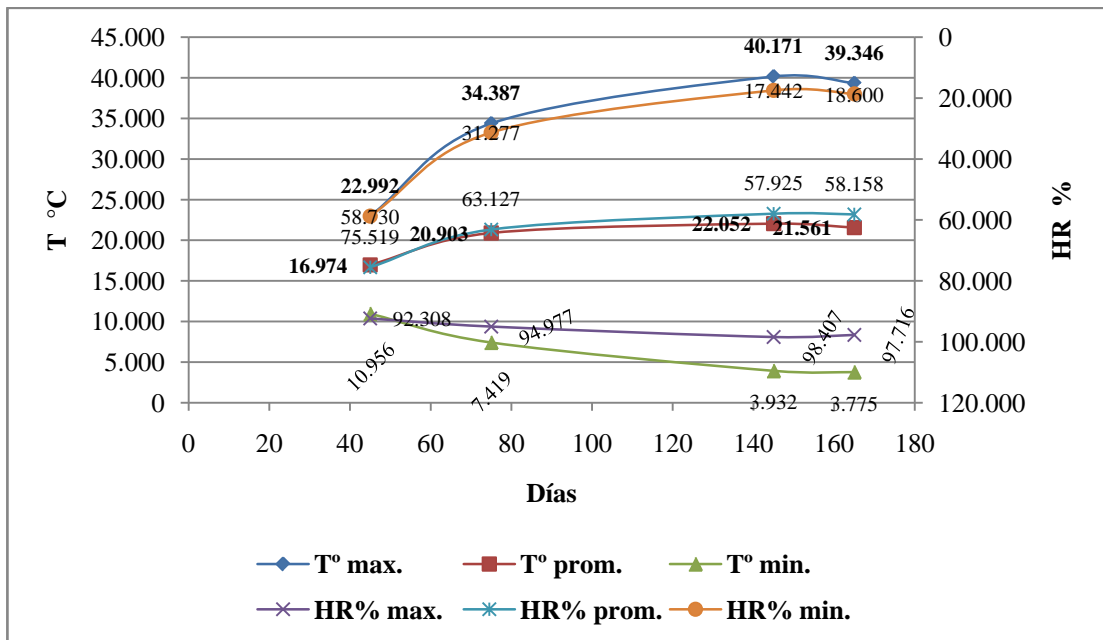
<sup>1</sup>Prom: Promedio. Fecha de siembra: Abril, Duración del ciclo de cultivo: Abril – Noviembre.

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

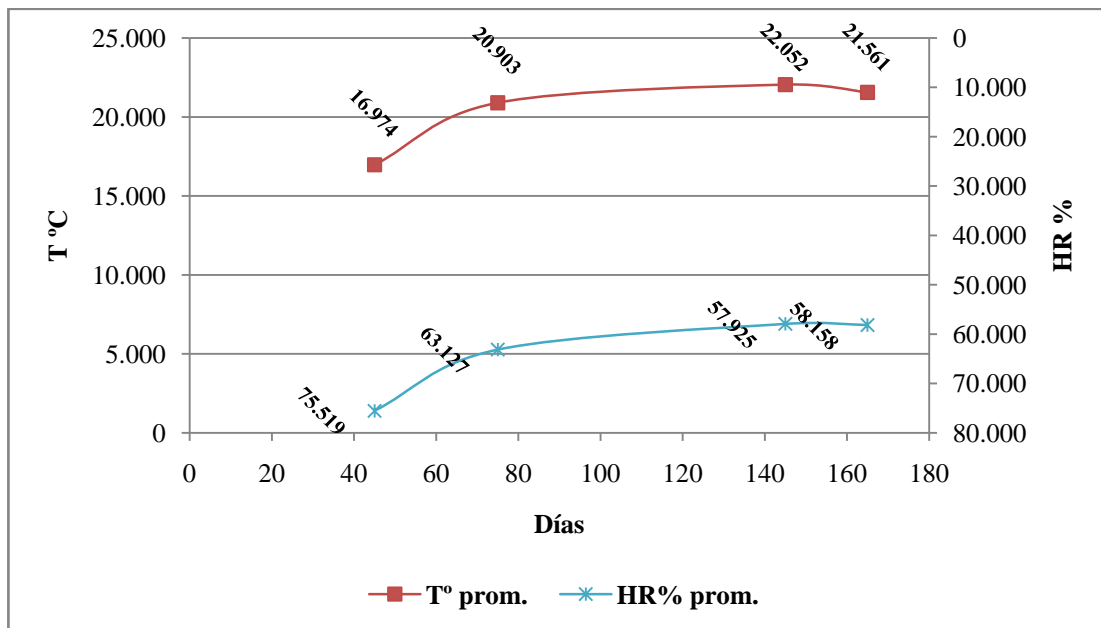


Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Gráfico 10.** Monitoreo de T °C y HR % (HOBO System) durante el ensayo. Cutuglagua – Pichincha, 2010.



**Gráfico 11.** Datos de temperatura (T °C) y humedad relativa (HR %) en las etapas fenológicas de las accesiones del ensayo. Cutuglagua – Pichincha, 2010.



**Gráfico 12.** Datos promedio de temperatura (T °C) y humedad relativa (HR %) en las etapas fenológicas de las accesiones del ensayo. Cutuglagua – Pichincha, 2010.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 1. CONCLUSIONES

- Las accesiones de papa que resultaron ser resistentes a *Globodera pallida* fueron las variedades nativas Mula Chaqui, Huagrasinga, Tandapapa, Roja acha, Corazón lila, del género (*Solanum tuberosum ssp. andigena*), Ratona – Lagartija del género (*Solanum phureja*), las variedades comerciales I – Fri papa, I – Gabriela (del cruzamiento *S. tuberosum x S. andigena*), I – Natividad [del cruzamiento (*S. tuberosum x S. andigena*) x (*S. phureja x S. pausissectum*)], Súper Chola (*S. andigena*), INIAP – Cecilia (del cruzamiento *S. vertifolium x S. andigena*) y los clones promisorios 99 – 18 – 9, 05 – 24 – 3, 08 – 20 – 19 (Posible cruce *S. tuberosum x S. andigena*).
- Las accesiones de papa que resultaron ser tolerantes a *Globodera pallida* fueron las variedades nativas Uva, Huagrasinga, Leona negra del norte, Tandapapa, Roja acha, Corazón lila, Cuchiisma del género (*Solanum tuberosum ssp. andigena*), Ratona – Lagartija, Sta. Rosa Blanca, Sta. Rosa Amarilla del género (*Solanum phureja*), las variedades comerciales I – Fri papa (del cruzamiento *S. tuberosum x S. andigena*), I – Natividad [del cruzamiento (*S. tuberosum x S. andigena*) x (*S. phureja x S. pausissectum*)], Súper Chola (*S. andigena*), I – Cecilia (del cruzamiento *S. vertifolium x S. andigena*), I – Pan (Posible cruce *S. tuberosum x S. andigena*), I – Suprema (del cruzamiento *S. acaule x S. bulbocastanum*), y los clones promisorios 98 – 2 – 6 [del cruzamiento (*S. tuberosum x S. andigena*) x *S. andigena*], 05 – 24 – 3, 05 – 28 – 3, 06 – 92 – 1, 08 – 20 – 19 (Posible cruce *S. tuberosum x S. andigena*).

- Las accesiones de papa que resultaron resistentes tolerantes fueron las variedades nativas Ratona – Lagartija del género *S. phureja*, Huagrasinga, Tandapapa, Roja acha, Corazón lila del género *S. andigena*, las variedades comerciales I – Friepapa (del cruzamiento *S. tuberosum* x *S. andigena*), I – Natividad [del cruzamiento (*S. tuberosum* x *S. andigena*) x (*S. phureja* x *S. pausissectum*)], Súper Chola (*S. andigena*), I – Cecilia (del cruzamiento *S. vertifolium* x *S. andigena*) y los clones promisorios 05 – 24 – 3, 08 – 20 – 19 (Posible cruce *S. tuberosum* x *S. andigena*). Se descarta las variedades Resistentes no Tolerantes, porque pueden ocasionar patotipos potenciales que rompan esta resistencia, al igual que un mal manejo técnico de las variedades escogidas. El 46 % de las accesiones de papa evaluadas resultaron Resistentes Tolerantes, el 41 % resultaron Susceptibles Tolerantes, el 13% resultaron Resistentes No tolerantes y 0% Susceptibles no tolerantes, lo que significa que en proyección existiría un alto porcentaje de accesiones de papa en el banco de germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias con características deseadas para ser explotadas.

## 2. RECOMENDACIONES

- Realizar programas de fitomejoramiento que busquen variedades nuevas utilizando las accesiones que resultaron resistentes para su posterior comercialización, en función del estudio de mercado.
- Utilizar las accesiones que resultaron tolerantes a *Globodera pallida* en esta investigación independientemente de su susceptibilidad o resistencia, por tanto, pueden ser potencialmente explotadas en las zonas paperas del país, especialmente en la región Centro sur del país donde existe minifundio. Con un manejo técnico para no mermar esta característica.
- Manejar cuidadosamente las accesiones que resultaron resistentes – tolerantes para evitar la presión de selección en los patotipos de *Globodera pallida* del país y la formación razas fisiológicas más virulentas que puedan romper estas dos características. El Manejo técnico de la resistencia y la tolerancia no solo en cultivares de papa ya que permitirá que nuestros agricultores busquen en el agro la sustentabilidad y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios con las buenas prácticas agrícolas. Capacitar oportunamente sobre el buen manejo de estas variedades, ya que pondrá la pauta para obtener los mejores resultados de esta investigación y seguir investigando en otras variedades del banco de germoplasma del INIAP, para tener muchas opciones de cultivares potenciales para el manejo de las poblaciones de este nematodo, así como el rescate y comercialización de las variedades del papa del país.
- Se deja a disposición de las instituciones públicas y privadas de investigación agropecuaria la pauta para investigar el potencial de Resistencia, Tolerancia, Resistencia – Tolerancia de las accesiones estudiadas y la responsabilidad de una capacitación técnica y asesoramiento oportuno por parte de los

investigadores dirigido a los agricultores para lograr la sustentabilidad y la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios.

- Las investigaciones en mejora genética de cultivares de interés debe estar encaminada a rendimiento, resistencia a enfermedades, así como a criterios morfológicos, caracteres para conservación – almacenamiento, para la agroindustria y su posterior comercialización nacional e internacional.

## VII. RESUMEN

La presente investigación fue realizada en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), para evaluar el comportamiento de 24 accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*), obteniéndose el inóculo de un lote de papa que recién cosechado del sector del cantón Quero, provincia de Tungurahua. La investigación está dirigida a las zonas centro y sur de la Sierra ecuatoriana, debido al minifundio existente, que impide la rotación de cultivos, siendo la mejor opción, el uso de variedades resistentes y/o tolerantes en un programa de manejo integrado. Este control físico es menos costoso para el agricultor o respecto a otras medidas de control, no perjudica al ambiente, ayuda a reducir el peligro de diseminación de nematodos y ayuda a mantener la infestación de la plaga dentro de los niveles tolerables de daño. Para la calibración del inóculo se realizaron pruebas de viabilidad, obteniendo el 86 % de Viabilidad Infecciosa para inocular 140 quistes / unidad experimental lo que corresponde a 70,000.00 individuos para tener respuesta en las accesiones. En el ensayo fueron empleados 10 tubérculos – semilla de 40 g por nivel de inoculación. Se sembró un tubérculo por unidad experimental y en cinco repeticiones. Se utilizó para cada unidad experimental 4 kg de un sustrato esterilizado (40 % arena lavada de río y 60 % suelo negro). La inoculación se realizó al momento de la siembra de los tubérculos. Se realizaron riegos frecuentes de acuerdo a los requerimientos en función de cada etapa fenológica del cultivo. El control de plagas y enfermedades se realizó con productos de contacto para no afectar a la población de *G. pallida* y no alterar los resultados de la investigación. Las variables evaluadas fueron: tolerancia y resistencia de las 24 accesiones de papa. Para medir la tolerancia se evaluó el rendimiento de cada variedad a la madurez fisiológica, Se cosechó y se registró el peso (g / planta). El promedio de rendimiento de las 5 plantas inoculadas se comparó con el promedio

de las cinco plantas sin inocular; para determinar diferencias estadísticas en cada variedad, se utilizó la prueba “t” de *Student* al 5 %. El rendimiento de las plantas inoculadas que resultó mayor o igual al de las plantas sin inocular permitió calificarlas como tolerantes y las que resultaron menores al de las plantas sin inocular, fueron calificadas como no tolerantes. En la evaluación de la tolerancia de las accesiones de papa las que resultaron ser tolerantes a *Globodera pallida* fueron las variedades nativas Uva, Huagrasinga, Leona negra del norte, Tandapapa, Roja acha, Corazón lila, Cuchiisma del género (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*), Ratona – Lagartija, Sta. Rosa Blanca, Sta. Rosa Amarilla del género (*Solanum phureja*), las variedades comerciales INIAP – Fri papa (del cruzamiento *S. tuberosum* x *S. andigena*), INIAP – Natividad [del cruzamiento (*S. tuberosum* x *S. andigena*) x (*S. phureja* x *S. pausissectum*)], Súper Chola (*S. andigena*), INIAP – Cecilia (del cruzamiento *S. vertifolium* x *S. andigena*), INIAP – Pan (Posible cruce *S. tuberosum* x *S. andigena*), INIAP – Suprema (del cruzamiento *S. acaule* x *S. bulbocastanum*), y los clones promisorios 98 – 2 – 6 [del cruzamiento (*S. tuberosum* x *S. andigena*) x *S. andigena*], 05 – 24 – 3, 05 – 28 – 3, 06 – 92 – 1, 08 – 20 – 19 (Posible cruce *S. tuberosum* x *S. andigena*). Para evaluar la resistencia se utilizó la relación tasa de incremento ( $I = P_f / P_i$ ) propuesta por Seinhorst (1970). La relación I menor a 1 permitió calificar a las variedades como resistentes, y aquellas con I mayor o igual a uno fueron calificadas como susceptibles. Para la selección de las variedades en base a su resistencia y tolerancia se utilizaron los criterios de Cook (1974), Canto y Sáenz (1985), seleccionando aquellas con resistencia y tolerancia al parasitismo del NQP (*Globodera pallida*). La confiabilidad de los datos se comprobó por la relación incremento de la población ( $P_f / P_i < 1$ ) del nematodo en el testigo referencial no tolerante (INIAP- Gabriela). En la evaluación de la resistencia de las accesiones de papa las que resultaron ser resistentes a *Globodera pallida* fueron las variedades nativas Mula Chaqui, Huagrasinga, Tandapapa, Roja acha, Corazón lila, del género (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*), Ratona – Lagartija del género (*Solanum phureja*), las variedades comerciales INIAP – Fri papa,

INIAP – Gabriela (del cruzamiento *S. tuberosum* x *S. andigena*), INIAP – Natividad [del cruzamiento (*S. tuberosum* x *S. andigena*) x (*S. phureja* x *S. pausissectum*)], Súper Chola (*S. andigena*), INIAP – Cecilia (del cruzamiento *S. vertifolium* x *S. andigena*) y los clones promisorios 99 – 18 – 9, 05 – 24 – 3, 08 – 20 – 19 (Posible cruce *S. tuberosum* x *S. andigena*). En la calificación de las accesiones las que resultaron resistentes tolerantes fueron las variedades nativas Ratona – Lagartija del género *S. phureja*, Huagrasinga, Tandapapa, Roja acha, Corazón lila del género *S. andigena*, las variedades comerciales INIAP – Fripapa (del cruzamiento *S. tuberosum* x *S. andigena*), INIAP – Natividad [del cruzamiento (*S. tuberosum* x *S. andigena*) x (*S. phureja* x *S. pausissectum*)], Súper Chola (*S. andigena*), INIAP – Cecilia (del cruzamiento *S. vertifolium* x *S. andigena*) y los clones promisorios 05 – 24 – 3, 08 – 20 – 19 (Posible cruce *S. tuberosum* x *S. andigena*). Se recomienda realizar un manejo técnico y capacitación oportuna para el uso de la variedades Resistentes, Tolerantes y Resistentes Tolerantes dirigida a los agricultores y no se produzca un mal manejo e incremente la presión de selección del NPQ (*Globodera pallida*) y pierda estas característica, además seguir investigando con las accesiones del banco de germoplasma de papa nacional con programas de fitomejoramiento para tener varios cultivares comerciales.

## VIII. SUMMARY

The present investigation was realized in the National Institute of Pertaining to Cattle Investigations (INIAP) to value the conduct of 24 accessions of potato to the parasitism of the potato cyst nematode (*G. pallida*), obtaining the inoculum of a lot of potato that was recently cropped from Quero canton, Tungurahua province. This investigation is directed principally to center and south zones of the Sierra of our country, where exist small property. It doesn't permit the rotation with other cultivations being the best option is the use of resistant varieties and/or tolerance in a program of integrated management. This control is less costly to the farmer that other control measures, it doesn't damage the environment, help to reduce the danger of disseminate of nematodes and to maintain the infestation and inside of passable levels of damage. The calibration of the inoculum were realized tests of viability that gave as result 86% of infectious viability for inoculate 140 cysts/experimental unity, that correspond 70,000 individuals for have answer in the accessions. In the assay were employed 10 tubers (seed of 40gr) by inoculation level. These were seeded one by experimental unity and five repetitions. Be used four kilograms of sterilized substratum (clearing – sand 40 % and organic soil 60 %). The inoculation was made at the time of planting the tubers. The Irrigation was frequent of resolution to the phenological requirements of the cultivation. The control of pests and diseases are made with contact products that don't to affect the population of *G. pallida* and don't alter the results of the investigation. The variables evaluated were: tolerance and resistance of 24 accessions of potato. To measure tolerance was evaluated the yield of each variety, to the physiologic grown ripe, the tubers were harvested and inspected their weight g / plant. The average of the yield of 5 inoculated plants was compared with the average of five non-inoculated plants, to determine differences statistics in each variety was employed "t Student" to 5

% to determine statistical. The yield in plants inoculated mayor or equal that non inoculated plants was qualified as tolerance that haven't, were qualified as no tolerance. In the evaluation of the tolerance of the accessions of potato resulted be tolerance to *Globodera pallida* the native varieties: Huagrasinga, Leona negra norte, Tandapapa, Roja acha, Corazón lila, Cuchiisma of gender (*Solanum tuberosum ssp. andigena*) , Ratona - Lagartija, Santa Rosa Blanca, Santa Rosa amarilla of the gender (*Solanum phureja*), commercial varieties: INIAP - Fri papa (the cross *S. tuberosum x S. andigena*), INIAP - Natividad [of the cross (*S. tuberosum x S. andigena*) x (*S. phureja x S. pausissectum*)] , Super Chola (*S. andigena*), INIAP - Cecilia (of crossing *S. vertifolium x S. andigena*), INIAP - Pan (Possible crossing *S. tuberosum x S. andigena*), INIAP - Supreme (from the cross *S. acaule x S. bulbocastanum*), and the promising clones: 98 - 2 - 6 [crossings (*S. tuberosum x S. andigena*) x *S. andigena*], 05 - 24 - 3, 05 - 28 - 3, 06 - 92 -1, 08 - 20 - 19 (crossing possible *S. tuberosum x S. andigena*). To evaluate the resistance rate was used to increase the relationship  $I = Pf / Pi$  given by Seinhorst (1970). The relationship I less to one permitted qualify the varieties as resistant and the varieties of relationship I mayor or equal to one was qualified as susceptible. The selection of varieties was based on their resistance and tolerance using the approaches of Cook (1974), Canto and Saenz (1985), selecting those that present resistance and tolerance to parasitism of *Globodera pallida*. The dependability of the data was checked by the relationship of increment population ( $Pf / Pi < 1$ ) of the nematode in the reference witness non-tolerant (INIAP-Gabriela). In the evaluation of the resistance of potato accessions resulted resistance to *Globodera pallida* native varieties: Mula chaqui, Huagrasinga, Tandapapa, Roja acha, Corazón lila, the gender (*Solanum tuberosum ssp. andigena*), Ratona- Lagartija of gender (*Solanum phureja*), commercial varieties INIAP - Fri papa, INIAP - Gabriela (of cross *S. tuberosum x S. andigena*), INIAP - Natividad [of the cross (*S. tuberosum x S. andigena*) x (*S. phureja x S. pausissectum*)], Super Chola (*S. andigena*), INIAP - Cecilia (the crossing *S. vertifolium x S. andigena*) and promising clones from 99 - 18 - 9, 05 -

24 - 3, 08 - 20 - 19 (Possible cross *S. tuberosum* x *S. andigena*). In the qualification of the accessions that resulted be resistant and tolerance were : native varieties as Ratona - Lagartija of gender *S. phureja*, Huagrasinga, Tandapapa, Roja acha, Corazón lila of gender *S. andigena*, commercial varieties INIAP - Fripapa (the cross *S. tuberosum* x *S. andigena*), INIAP - Natividad [of cross (*S. tuberosum* x *S. andigena*) x (*S. phureja* x *S. pausissectum*)], Super Chola (*S. andigena*), INIAP - Cecilia (the crossing *S. vertifolium* x *S. andigena*) and promissory clones from 05 - 24 - 3, 08 -20 - 19 (Possible crossing *S. tuberosum* x *S. andigena*). Be recommend realize a technical management and opportune capacitating by use of Resistant, Tolerance and Resistant – Tolerance varieties to direct farmers and non produce a bad management to increase the selection pressure of NPQ (*Globodera pallida*) and lose this characteristics, moreover continuous investigating the accessions of national germplasm bank with phytoimprovement programs for have a lot of commercial cultivars.

## **IX. Referencias Bibliográficas**

Agrios, G. 2005. Plant pathology. 5th edition. Elsevier Academic Press, Nueva York. 922 p.

Alonzo, F. 2002. El Cultivo de la patata. 2ª Edición. Mundi Prensa ed. México, D.F – México. p. 214 – 217.

Aist, J. 1976. Papilla and related wound plugs of plant cells. Annual Review Phytopathology 14. p. 145 – 163.

Arce, F. 2002. El cultivo de la Patata. Mundi – Prensa Libros S. A. eds. Madrid – España. p. 30 – 40.

Arntzen, F. and Wouters, T. 1994. Assessing the tolerance to *Globodera pallida* of resistant potato genotypes by means of field and pot tests. DLO – Centre for Plant Breeding and Reproduction Research (CPRO – DLO) ed. Wageningen – Netherlands. Potato Research 37. p. 51 – 63.

Barker, K. 1993. Resistance / Tolerance and Related Concepts / Terminology in Plant Nematology. Plant Pathology Department. North Carolina State University ed. Raleigh, North Carolina – United States. Plant Disease February. p. 111 – 113.

Baunacke, W. 1993. Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Rübennematoden *Heterodera schachtii* Schmidt. Arbeiten arts der Biologischen Reichsanstalt für Landwirtschaft 11. p. 185 – 288.

Bello, A; Escuer, M; García, A y Gutierrez, C. 2000. El Cultivo de la Papa. La fertilidad de la tierra 7. Madrid – España. p. 42 – 46.

Bonilla, M; Díaz, J y Cordero, M. Evaluación *in vitro* de *Beauveria bassiana* y *Trichoderma spp.* sobre el nematodo del quiste de la papa (*Globodera spp.*). Mérida – Venezuela. Fitopatología Venezuela. p. 26 – 27.

Bormann, C; Rickert, A; Castillo, R; Paal, J; Lübeck, J; Strahwald, J; Buhr, K y Gebhardt, C. 2004. Tagging quantitative trait loci for maturity-corrected late blight resistance in tetraploid potato with PCR-based candidate gene markers. Mol. Plant Microbe Interactions 17 (10). p. 1126 –1138.

Bradshaw, J. Hackett, C; Meyer, R; Milbourne, D; Mc Nicol, J; Philips, M and Waugh, R. 1998. Identification of AFLP and SSR markers associated with quantitative resistance to *Globodera pallida* (Stone) in tetraploid potato (*Solanum tuberosum subsp. tuberosum*) with a view to marker-assisted selection. Theoretical and Applied Genetics 97. p. 202 – 206.

Burgeois, F and Mugniery, D. 1995. Screening tuber – bearing *Solanum spp.* for resistance to *Globodera rostochiensis Ro1* Woll. and *Globodera pallid Pa2/3* Stone. INRA (Station d' Amélioration de la Pomme de terre et des Plantes à bulbes) ed. Ploudaniel – France. Potato Research 38. p. 241 – 249.

Canto, M y Saenz, A. 1985. The nature of resistance to *Meloidogyne incognita*. In J. N. Sasser and Carter C.C. (eds), an advance Treatise on Meloidogyne. Vol. 1 Biology and Control. State University Graphics. Raleigh, North Carolina – United States. p. 225 - 231.

Canto, P; Saenz, A and González, A. 1992. Some Cultural and Biological Control Measures for *Globodera pallida* in Perú. Centro Internacional del Papa – CIP ed. Lima – Perú. 30 p.

CABI / EPPO. (Crop Protection Compendium International / European and Mediterranean Plant Protection Organization, UE). 2008. *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*, Data sheets on quarantine pest, Ploudaniel – France. 6 p.

CABI (Crop Protection Compendium International, UE). 2000. Global module. 2da ed. United King. 8 p.

Caromel, B; Mugniéry, D; Lefebvre, V; Andrzejewski, S; Ellissèche, D; Kerlan, M; Rousselle, P and Bourgeois, F. 2002. Mapping QTLs for resistance against *Globodera pallida* (Stone) Pa2/3 in a diploid potato progeny originating from *Solanum spgazzinii*. Ploudaniel – France. Theoretical and Applied Genetics 106. p. 1517 – 1523.

Caromel, B; Mugniéry, D; Kerlan, M; Andrzejewski, S; Palloix, A; Ellissèche, D; Bourgeois, F and Lefebvre, V. 2005. Resistance Quantitative Trait Loci Originating From *Solanum sparsipilum* Act Independently on the Sex Ratio of *Globodera pallida* and Together for Developing a Necrotic Reaction. Ploudaniel – France. 9 p.

Cepeda, 1996. Nematología Agrícola. Trillas ed. México DF. 305 p.

CFIA (Canadian Food Inspection Agency, Ca). 2009. Potato Cyst Nematodes. (en línea). Consultado: 23 de Julio del 2010. Disponible en: <http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/pestrava/gloros/glorose.shtml>

Collard, B; Jahufer, M; Brouwer, M; and Pang, E. 2005. An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker assisted selection for crop improvement: The basic concepts. Euphytica 142. p. 169-196.

Cook, R. 1974. Nature and inheritance of Nematode resistance in cereals. 2<sup>nd</sup> International Congress of Phytopathology 165. Minneapolis, Minnesota – United States. Journal of Nematology 6. p. 165 – 172.

Contreras, A. 2006. Historia y origen de la papa cultivada. Influencia de la papa nativa del sur de Chile en el mejoramiento de la especie a nivel mundial. Universidad Austral de Chile ed. XI Reunión de la Asociación chilena de papa. Puerto Varas – Chile. 17 p.

Crozzoli, R. 2000. Nematodos. Agronomía al día (UCV, Maracay). Fitopatología Venezuela. 65 p.

Cuesta, X; Monteros, C; Jiménez, J y López, G. 2005. Las papas nativas en el Ecuador. Estudios Cualitativos sobre Oferta y Demanda. INIAP – PNRT. Quito – Ecuador. 26 p.

Cuesta, X; Castillo, C, Rivadeneira, J; Guevara, G y Vera, G. 2005. El mejoramiento genético de la papa en Ecuador. Raíces productivas vol. 52. p. 7 – 9.

Dodds, K. 1962. The classification of the cultivated potatoes. In Correll, D. S., The Potato and its Wild Relatives. Texas Res. Found. p. 517 – 539.

EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization, UE). 2000. Plant Quarantine Retrieval System PQR, 8 p.

Estrada, N; Carrasco, E; García, W y Gabriel, J. 1994. Utilización de varias especies silvestres y cultivadas para el mejoramiento genético de la papa. En la 1<sup>ra</sup> Reunión Internacional de Recursos Genéticos de la papa, raíces y tubérculos andinos. IBTA. PROINPA. Cochapamba – Bolivia. 35 p.

FAOSTAT. 2009. Estadísticas de América latina – Ecuador (en línea). Año Internacional de la papa. Tesoro enterrado. Consultado el 10 de diciembre de 2010. Disponible en: <http://www.potato2008.org/es/mundo/america.latina.html>.

Franco, J. 1981. Nematodos del quiste de la Papa (*Globodera spp.*). Centro Internacional de la Papa CIP. Boletín de Información Técnica N° 9. 24 p.

Franco, J y Rincón, H. 1985. Investigaciones Nematológicas en Programas Latinoamericanos de Papa I. CIP. Lima – Perú. p. 53 – 81p.

Franco, J y González, A. 1986. Evaluación de plántulas para resistencia al nematodo del quiste de la papa *Globodera spp.* II: Prueba masal. Fitopatología. CIP lima – Perú. p. 81.

Franco, J; González, A; Matos, A y Torres, H. 1989. *Beauveria bassiana* promisorio biocontrolador del nematodo del quiste de la papa (*Globodera spp.*). Fitopatología 24. CIP lima – Perú. p. 23 – 28.

Franco, J; González, A y Matos, A. 1990. Evaluación de resistencia de la papa al nematodo del quiste *Globodera pallida*. CIP Lima – Perú. Nematrópica 18 (1). Pg. 64.

Franco, J. 1994. Problemas de nematodos en la producción de papa en climas templados de la región Andina. Programa de investigación de la Papa – PROINPA ed. Cochapamba – Bolivia. Nematrópica 24. p.179 – 195.

Franco, J; Main, G and Oros, R. 1999. Trap crops as a component for the integrated management of *Globodera spp.* (Potato Cyst Nematode) in Bolivia. PROINPA eds. Cochapamba – Bolivia. Nematrópica 29. p. 51 – 60.

Franco, J. 2002. El cultivo de papa en Guatemala. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas), MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT), DARE (Development And Research Expedition). 1ra ed. 52 p.

Fullaondo, A; Barrena, E; Viribay, M; Barrena, I; Salazar, A and Ritter, E. 1999. Identification of potato cyst nematode species *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* by PCR using specific primer combinations. *Nematology España* 1 (2). p. 157 – 163.

Gebhardt, C and Valkonen, J. 2001. Organization of genes controlling disease resistance in the potato genome. *Annual Review Phytopathological*. 39. p. 79 –102.

González, A. y Franco, J. 1993. Técnicas y métodos para el nematodo del quiste de la papa *Globodera spp.* Centro Internacional de la Papa CIP. Lima – Perú. p. 13 – 32.

González, A y Franco, J. 1997. Los Nematodos en la producción de semilla de papa, manual de producción de semilla. CIP. Lima – Perú. Fascículo 3.9. 13 p.

Guerra, T. 2009. Biodiversidad de nematodos del quiste, Tylenchyda, Heteroderinae, asociados a cultivos de importancia económica en la región central de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación ed. San Carlos – Guatemala. 94 p.

Hawkes, J. 1994. “El papel histórico y social de la papa” en la 1<sup>ra</sup> Reunión Internacional de Recursos Genéticos de la papa, raíces y tubérculos andinos. IBTA. PROINPA. Cochapamba – Bolivia. 20 p.

Hawkes, J. 1990. The potato – evolution biodiversity and genetic resources. Belhaven Press. London UK. p. 25.

Hernández, B. 1999. Evolución de las poblaciones de nematodos (*Globodera spp.*) de patata en Mallorca. Consejería de Economía, Agricultura, Comercio e Industria. Palma de Mallorca – España. 72 p.

Huijsman, C. 1974. Host-plants o *Heterodera rostochiensis* Woll. and the breeding for resistance. EPPO ed. Ploudaniel – France. EPPO Bulletin 4. p. 501 – 511.

Huamán, Z. 1994. Conservación y utilización de cultivares de papa nativos en América latina en el CIP. En la 1<sup>ra</sup> Reunión Internacional de Recursos Genéticos de la papa, raíces y tubérculos andinos. IBTA. PROINPA. Cochapamba – Bolivia. 25 p.

Huamán, Z and Spooner, D. 2002. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *petota*). American Journal of Botany 89 (6). p. 947 – 965.

INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ve). 2008. El Nematodo del Quiste de la Papa. II. Gestión integrada de control y prospectiva de la restricción cuarentenaria para la producción y distribución del tubérculo – semilla en el Mundo. INIA HOY ed. Mérida – Venezuela. 12 p.

Iriarte, L; Lazarte, L; Franco, J y Fernández, D. 1999. El rol de género en la conservación, localización y manejo de la diversidad genética de papa, tarwi y maíz. BIOMASA, FAO, IPGRI. Cochapamba – Bolivia. 40 p.

Iriarte, L; Franco, J y Ortuño, N. 1999. Efecto de abonos orgánicos sobre las poblaciones de nematodos y la producción de la papa. Departamento de Nematología, Programa de Investigación de la Papa (PROINPA). Cochabamba, Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa 11. p. 149-163.

Jatala, P. 1986. Nematodos parásitos de la papa. Boletín de información técnica 8. Centro Internacional de la Papa CIP. Lima – Perú. p. 1 – 10.

Jolivet, K; Grenier, E; Bouchet, J; Esquibet, M; Kerlan, M; Caromel, B. Mugniéry, D and Lefebvre, V. 2007. Identification of plant genes regulated in resistant potato *Solanum sparsipilum* during the early stage of infection by *Globodera pallida*. Institut National de la Recherche Agronomique of France INRA. France. Genome 50. p. 422 – 427.

Julio, L; Carrasco, E; García, W; Equise, H; Navia, O; Torrez, R; Ortuño, N; Franco, J; Thiele, G and Estrada, N. 2001. Experiencias y logros sobre mejoramiento convencional y selección participativa de cultivares de papa en Bolivia. PROINPA ed. Cochapamba – Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa 12. p. 169 – 192.

Kort, J. 1970. Twintig Jaar Werkgroep Onderzoek Bestrijding Aardappelmoehheid TNO (WOBA). WOBA ed. Wageningen – Netherlands. Landbouwkundig Tijdschrift 82. p. 435-442.

Kreike, C; De Koning, J; Vinke, J; Van Oojen, J and Gebhardt, C. 1994. Mapping of loci involved in quantitatively inherited resistance to the potato cyst nematode (*Globodera spp.*). Theoretical and Applied Genetics 87. p. 464 – 470.

Lidwine, M; Dellaert, W and Hoekstra, R. 1987. Resistance to potato cyst nematodes, *Globodera spp.*, in wild and primitive *Solanum* species. Foundation for Agricultural Plant Breeding ed. Wageningen – Netherlands. Potato Research 30. p. 579 – 587.

Liu, B; Hibbard, J, Urwin, P and Atkinson, H. 2005. The production of synthetic chemo disruptive peptides *in planta* a disrupts the establishment of cyst nematodes. USDA ed. United States. Plant Biotech J3. p. 487 – 496.

Mc Carter, J. 2008. Molecular Approaches Toward Resistance to Plant-Parasitic Nematodes. Washington University School ed. Washington – United States. 29 p.

Mai, W; Bodrie, B; Harrison, M y Jatala, P. 1980. Nematodo del quiste de la Papa, Compendio de enfermedades de la papa. CIP. W. J. Hookey ed. Authorization for The American Phytopathological Society USA. p. 131 – 134.

Mulder, J; Diepenhorst, P; Pliegger, I y Brüggemanh, R. 1996. Hatching agent for the potato cys nematode- PCT/NL92/00126. United States Patent – patent number S. 585. 505. USDA ed. December 17 1996. 1 p.

Mulder, A and Van der Wal, A. 1997. Relationship between potato cyst nematodes and their principal host. I. A literature review. Agricultural University Wageningen ed. Wageningen – Netherlands. Potato Research 40. p. 317 – 326.

Núñez, A. 2002. Aislamiento y evaluación de hongos nematófagos asociados a quistes de *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida* en la región del Cofre de Perote. Universidad de Colima ed. Colima – México. 107 p.

Olsson, Ch. 2009. Caractérisation des mécanisme simple qués dans l'éclosion du nématode à kyste de pomme de terre Fakulteten För landskapsplanering, trädgårds – och jordbruksvetenskap. SLU (Lantbruks Universitet Sverige, Ch). Alnarp, Sverige, Ch. 22p.

Oyarzún, P. 2002. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Enfermedades causadas por nematodos. Encontrado en: Pumisacho, M. y Sherwood, S. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador: Manejo integrado de plagas y enfermedades. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Ec), CIP (Centro Internacional de la Papa, Pe). 119 p.

Perry, R. 1998. The physiology and sensory perception of potato cyst nematodes, *Globodera* species. In: Marks RJ, Brodie BB eds. Potato cyst nematodes, biology, distribution and control. Wallingford – United King CABI. p. 919 – 918.

Revelo, J. 1984. Dinámica poblacional de *Globodera pallida* y combate mediante manejo integrado de la población en Ecuador. Memorias de la XII reunión de la Asociación Latinoamericana de Papa. Paipa – Boyacá – Colombia. p. 461 – 472.

Revelo, J. 1985. Resumen de los progresos de investigación en el nematodo del quiste de la papa *Globodera pallida* en Ecuador. Investigaciones Nematológicas en Programas Latinoamericanos de Papa. Volumen I. Centro Internacional de la Papa. Lima – Perú. 133 p.

Revelo, J. 2003. Manejo integrado del nematodo del quiste de la papa, *Globodera pallida* en Ecuador. XXXV Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (ONTA). Guayaquil – Ecuador. p. 27 – 28.

Racke, J and Sikora, R. 2002. Isolation, formulation and antagonistic activity of rhizobacteria toward the potato cyst nematode *Globodera pallida*. Institut Für Pflanzenkrankheiten der Rheinischen Friedrich – Wilhelms Universität Bonn, Nußallee ed. Berlin – Germany. p. 521 – 526.

Ruano, 1999. Evolución de las poblaciones del nematodo del quiste de la papa en Mallorca. Consejería de Economía Agricultura y Comercio (CEAC). Mallorca – España. 72 p.

Riera, W. 2008. Evaluación de la resistencia y/o tolerancia de variedades de papas nativas al parasitismo del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en invernadero. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Universidad Politécnica Salesiana UPS ed. Cutuglagua – Ecuador. 131 p.

Roa, S; Barboza, C y Zambrano, A. 2010. Estabilidad del rendimiento de variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) para procesamiento industrial en el estado Táchira, Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía “Luz” 27. Tachira – Venezuela. p. 173 – 192.

Roupe van der Voort, J; Wolters, P; Folkertsma, R; Hutten, R y Van Zandvoort, P. 1997. Mapping of the Cyst nematode resistance locus *Gpa2* in potato using a strategy based on comigrating AFLP markers. Theoretical and Applied Genetics. 95. p. 874 – 880.

Ruiz, M. 1987. Plaga del Nematodo del Quiste de la Patata, Plan para su control en zonas infestadas. M. A. P. A. ed. España. Hoja divulgativa 15/ 87. 19 p.

Scurrah, M. 1981. Evaluación de la Resistencia en Papa a los Nematodos del Quiste. Boletín de Información Técnica N° 10. Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima – Perú. p. 1 – 4.

Scurrah, M. 2008. Manual de Manejo de Nematodos en campos de papa en el Perú. SENASA ed. Lima – Perú. p. 12 – 37.

Seinhorst, J. 1970. Dynamics of populations of plant parasitic nematodes. Institute of Phytopathological Research ed. Wageningen – Netherlands. p. 131 – 156.

Shepherd, A. 1986. Extraction and estimation of cyst nematodes. J.F. SOUTHEY. ed. Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Ministry of Agriculture, Fisheries y Food. London – United King. p. 121-128.

SICA. 2006. Proyecciones al III Censo Nacional Agropecuario (en línea). Resultados Nacionales y Provinciales. Quito Ecuador. Consultado el 23 de julio del 2010. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec>.

Stone, A. 1973. *Heterodera rostochiensis*. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes. Set 2 N° 16. Commonwealth Agriculture Bureaux (CABI). Wallingford – United King. 24 p.

Stone, A. 1985. Co-evolution of potato cyst nematodes and their hosts: implications for pathotypes and resistance. EPPO ed. Ploudaniel – France. EPPO Bulletin 15. p. 131 – 137.

Sullivan, M; Inserra, R; Franco, J; Leheudé, I and Greco, N. 2007. Potato cyst nematodes: plant host status and their regulatory impact. United States Department Agriculture USDA ed. Santiago – Chile. Nematrópica 37. p. 193 – 201.

Tobina, J and Haydocka, P. 2008. Effect of the fungus *Pochonia chlamydosporia* and Fosthiazate on the multiplication rate of potato cyst nematodes (*Globodera pallida* and *G. rostochiensis*) in potato crops grown under UK field conditions. Nematology and Entomology Group, Crop and Environment Research Centre, Harper Adams University College, Newport, Shropshire TF10 8NB ed. Shropshire – United King. p. 194 – 201.

Triffit, M. 1930. On the bionomics of *Heterodera schachtii* on potatoes, with special reference to the influence of mustard on the escape of the larvae from the cysts. Annals of Applied Biology ed. United States. Journal of Helminthology 8. p. 19 – 48.

Turners, S and Evans, K. 1998. The origins, global distribution and biology of potatoes cyst nematodes *Globodera rostochiensis* (Woll) and *Globodera pallida*

(Stone). In Marks, R; Brodie, B. eds. Potatoes cyst nematodes: biology, distribution and control. Wallingford – United King. CABI. p. 7 – 26.

Tacconi, R y Ambrogioni, L. 1995. Nematodi da quarantena. Lo Scarabeo ed. Bologna – Italia. 191 p.

Turners, S; Stone, A and Perry, N. 1983. Selection of potato cyst nematodes on resistant *Solanum vernei* hybrids. Euphytica 32. p. 911 – 917.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, Gi). 2009. Introducción General al Examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad (DHE) y a la elaboración de descripciones armonizadas de las Obtenciones Vegetales TGP/12/1 UPOV. Ginebra – Suiza. 16 p.

Van Eck, A; Eguiguren, R; Défaz, M; Revelo, J y Cedeño G. 1984. Técnicas de laboratorio en Nematología. Boletín Técnico No. 54. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, E. E. Santa Catalina. Quito, Ecuador. 29 p.

Van der Voort, J; Wolters, P; Folkerstma, R; Hutten, R; Van Zandvoort, P; Vinke, H; Kanyuka, K; Bendahmane, A; Jacobsen, E; Janssen, R and Bakker, J. 1997. Mapping of the cyst nematode resistance locus Gpa2 in potato using a strategy based on comigrating AFLP markers. Theoretical and Applied Genetics 95. p. 874 – 880.

Van der Voort, J; Lindeman, W; Folkerstma, R; Hutten, R; Overmars, H; Van der Vossen, E; Jacobsen, E and Bakker, J. 1998. A QTL for broad – spectrum resistance to cyst nematode species (*Globodera ssp.*) maps to a resistance gene cluster in potato. Theoretical and Applied Genetics 97. p. 664 – 661.

Van der Voort, J; Van der Vossen, E; Bakker, E; Overmars, H; Van Zandvoort; Hutten, R; Lankhorst, R; Bakker, J. 2000. Two additive QTLs conferring broad-

spectrum resistance in potato to *Globodera pallida* are localized on resistance gene clusters. *Theoretical and Applied Genetics* 101. p. 1122 – 1130.

Van der Wal, A; Mulder, A and Velema, R. 1997. Relationship between potato cyst nematodes and their principal host. IV. Tolerance of potato cultivars and the effect of potato cyst nematode on initial plant growth. Agricultural University Wageningen, Hinkeloordsewen ed. Wageningen – Netherlands. *Potato Research* 40. p. 345 – 353.

Volcy, Ch. 1998. *Nematodos Diversidad y Parasitismo en Plantas*. Universidad Nacional de Colombia (UNC) ed. Medellín – Colombia. p. 30 – 40.

Wallace, H. 1992. A perception of tolerance. USDA ed. United States. *Nematologica* 33. p. 419-432.

Whitehead, A. 1998. *Plant Nematode Control*. CABI. London – United King. 384 p.

Williamson, V and Hussey, R. 1996. *Nematode Pathogenesis and Resistance in Plants*. Department of Nematology University of California ed. California –Unites States. *The Plant Cell* 8. p. 1735 – 1745.

Williamson, V. 1999. *Plant nematode resistance genes*. Department of Nematology, University of California ed. Davis – United States. p. 327 – 321.

# **Anexos**

## FOTOGRAFÍAS



v1



v2



v3



v4



v5



v6



v7



v8



v9



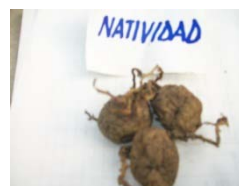
v10



v11



v12



v13



v14



v15



v16



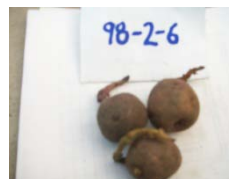
v17



v18



v19



v20



v21



v22



v23



v24

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto1.** Accesiones de papa evaluadas, ensayo 2010.



Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 2.** A – C. Proceso Esterilización física (Vaporización) el sustrato. D. Invernadero. E. Sustrato esterilizado. F. Llenado de fundas (Unidades experimentales). G. Pesado de fundas. H. Semilla – tubérculo y unidades experimentales. I. Instalación de las unidades experimentales.

<b>Lugar:</b>	Tungurahua – Quero – Shaushi
<b>Altitud:</b>	3134 msnm
<b>Latitud:</b>	Sur 1° 23,996'
<b>Longitud:</b>	Occidental 78° 35,424'

**A**



**B**



**C**

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

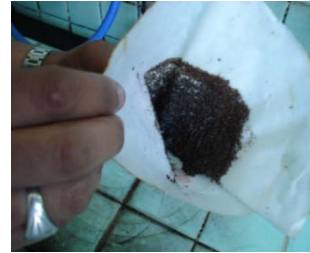
**Foto 3.** A. Georeferenciación (GPS) del lugar de muestreo. B y C. Toma de muestras de suelo para sacar inóculo.



**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



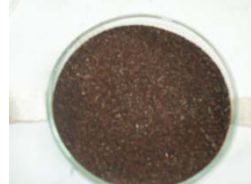
**F**



**G**



**H**



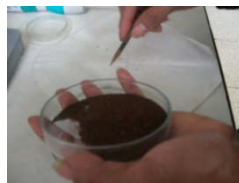
**I**

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 4. A – C.** Extracción del inóculo (Método Fenwick). **D.** Inóculo sin purificar. **E.** Técnica del rodamiento de quistes en vidrio. **F.** Espolvoreo de inóculo sin purificar. **G y H.** Recolección de quistes en papel filtro. **I.** Caja petri con inóculo purificado.



**A**



**B**



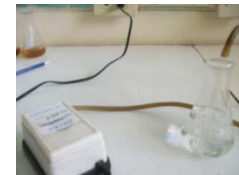
**C**



**D**



**E**



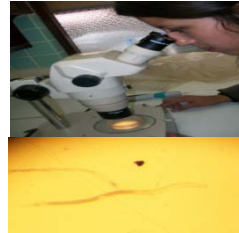
**F**



**G**



**H**



**I**

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 5.** Pruebas de Viabilidad Total. **A.** Instrumental. **B – C.** Recolección de quistes. **D.** Trituración de quistes. **E – F.** Homogenización. **G – H.** Toma de alícuota. **I.** Lectura de alícuota.



**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



**G**



**H**



**I**

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 6.** Pruebas de viabilidad infectiva. **A.** Cámaras para pruebas de viabilidad infectiva. **B.** Lectura de cajas de conteo de larvas eclosionadas en estéreo microscopio. **C.** Campo óptico donde se observa una larva de *G. pallida* estado juvenil J<sub>2</sub>. **D.** Exudado radicular filtrado de la variedad Gabriela (susceptible). **E y F.** Tomado y llenado de siracusas con exudado filtrado. **G y H.** Colocación de canastillas con quistes de *G. pallida* en su interior para ver las lecturas de eclosión de larvas. **I.** Cerrado hermético de cámaras de incubación.



**A**



**B**



**C**



**D**



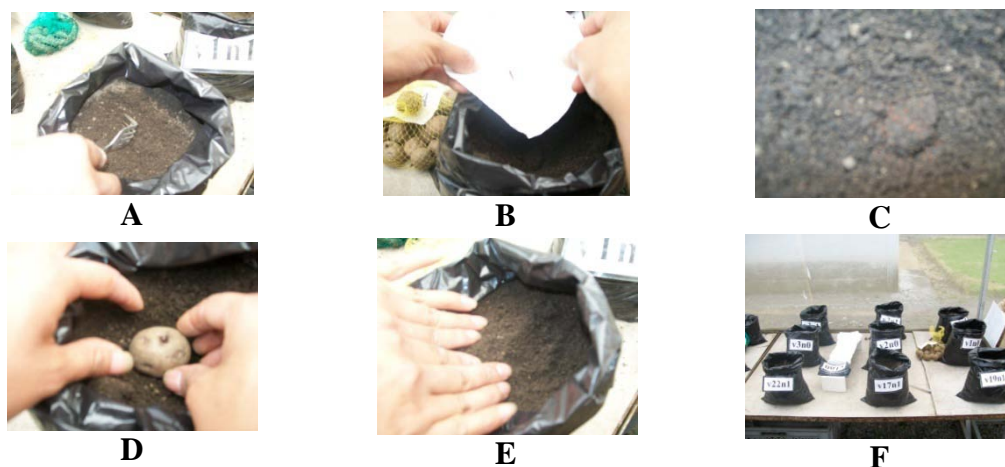
**E**



**F**

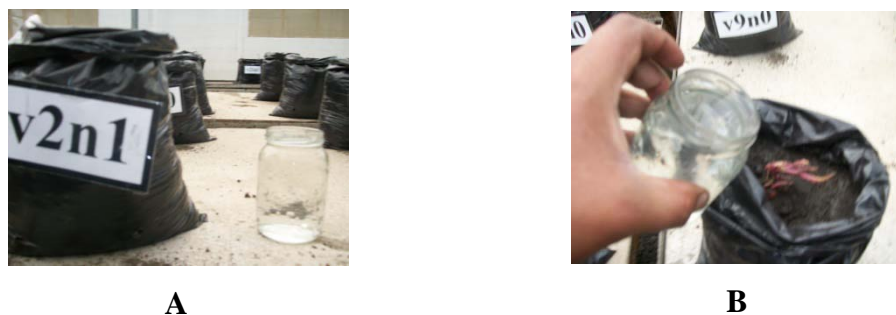
Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 7.** Prueba de Viabilidad Residual (VR). **A.** Trituración de quistes (*G. pallida*). **B.** Trasvaso de la solución (agua – quistes). **C.** Homogenización de la solución. **D.** Dispensación de solución. **E.** Lectura y conteo de larvas y huevos. **F.** Huevos (*Izquierda*), larva juvenil J<sub>2</sub> (*Derecha*).



Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 8.** Inoculación y siembra. **A.** Cavado del sustrato. **B.** Inoculación de la unidad experimental. **C.** Sustrato más inóculo (quistes). **D.** Siembra del tubérculo – semilla. **E.** Tapado del tubérculo – semilla. **F.** Unidades experimentales inoculadas y etiquetadas, gradilla con dosis de inóculo y malla de tubérculo - semilla.



Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 9.** Dosificación de riego. **A.** Dosis de riego (250ml). **B.** Dotación de riego.



**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



**G**



**H**



**I**



**J**



**K**



**L**



**M**



**N**



**O**

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 10.** Control de plagas y enfermedades. **A.** Aceite quemado. **B y C.** Desinfección de mesas. **D, E y F.** Construcción de trampa para machos de *Tecia solanivora*. **G.** Trampa para machos de *Symmetrischema tangolias*. **H.** Feromona para *T. solanivora*. **I.** Feromona para *S. tangolias*. **J y K.** Trampas con feromonas. **L y M.** Trampas instaladas. **N.** Machos muertos de *Tecia solanivora*. **O.** Machos muertos de *Symmetrischema tangolias*.



Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 11.** Determinación del Incremento de la población del nematodo. **A – B.** Homogenización del sustrato de la unidad experimental. **D – F.** Toma de muestra (500g). **G.** Muestra (500g) (*Izq.*) y Raíz de la variedad muestreada (*Der.*). **H – K.** Extracción de quistes de la muestra (Met. Fenwick). **L.** Secado de muestras.



**A**



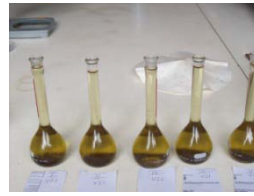
**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



**G**



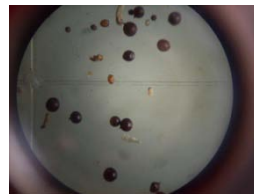
**H**



**I**



**J**



**K**



**L**

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 12.** Separación de quistes en Acetona (Kort, 1960). **A – B.** Vaciado quistes con materia orgánica en las fiolas. **C – D.** Llenado y centrifugado manual de acetona en la fiola. **E.** Solución en reposo. **F – G.** Separación de quistes de la acetona. **H.** Recuperación de la acetona. **I.** Secado de muestras. **J.** Lectura y conteo de quistes. **K.** Quistes de *Globodera pallida* (Vista bajo estéreo microscopio). **L.** Registro de resultados.



**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



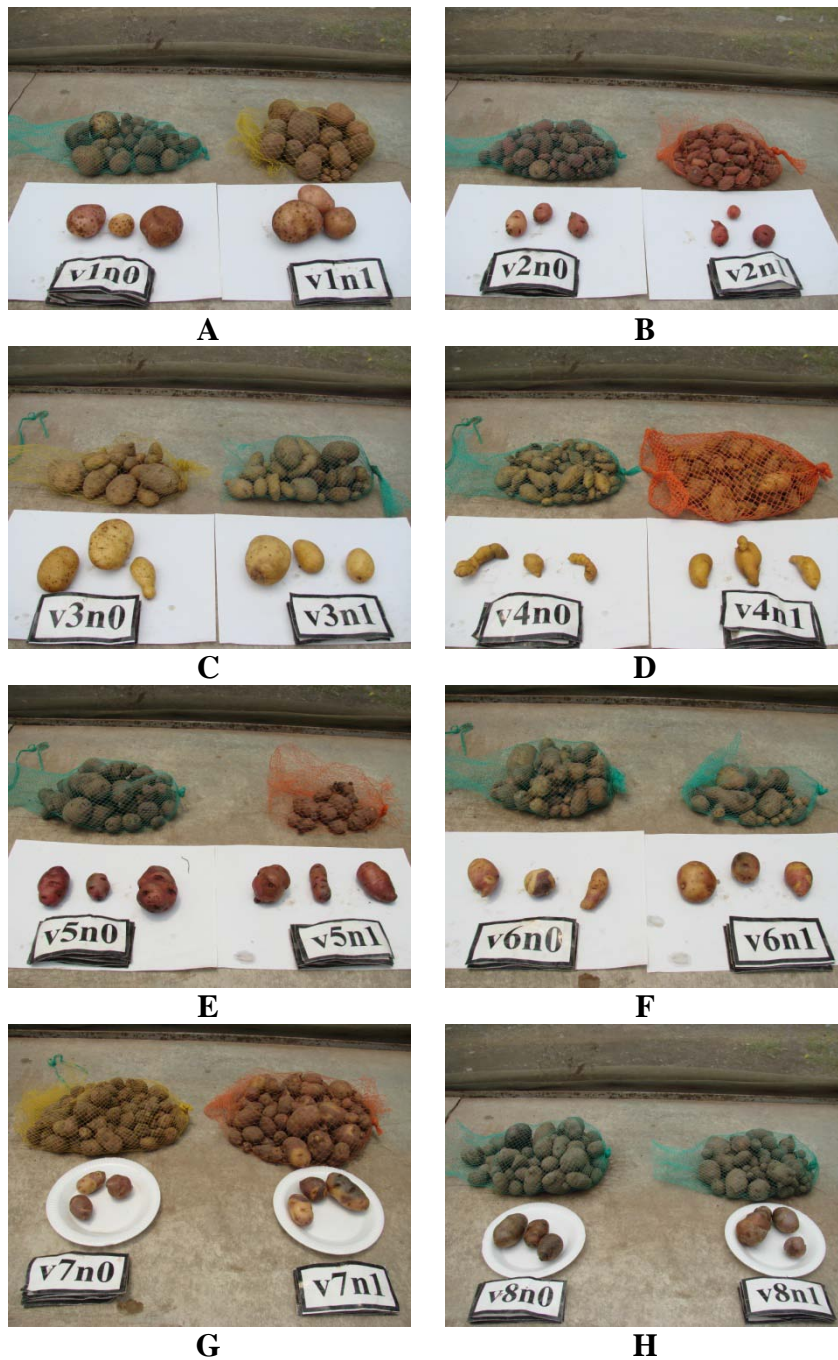
**G**



**H**

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 13.** Cosecha de tubérculos del ensayo. **A.** Cultivares listos a cosecha. **B.** Cultivar a cosechar. **C.** Tubérculos a cosechar. **D.** Peso y registro de datos. **E.** Enmallado de tubérculos y enfundado de sustrato utilizado. **F.** Enfundado total de sustrato utilizado. **G.** Tubérculos cosechados ( $n_1$ ). **H.** Tubérculos cosechados ( $n_0$ ).



Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 14.** Cultivares cosechados. Variedades nativas: **A.** Uva. **B.** Ratona Lagartija. **C.** Sta. Rosa Blanca. **D.** Sta. Rosa Amarilla. **E.** Mula Chaqui. **F.** Huagrasinga. **G.** Leona negra del norte. **H.** Tandapapa.



I



J



K



L



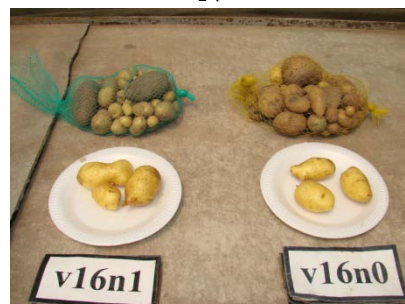
M



N



O



P

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 14.** (Continuación). Variedades nativas: **I.** Roja acha. **J.** Corazón lila. **K.** Cuchiisma. Variedades Comerciales: **L.** INIAP – Fripapa. **M.** INIAP – Natividad. **N.** INIAP – Gabriela. **O.** Súper Chola. **P.** INIAP-Cecilia.



Q



R



S



T



U



V



W



X

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

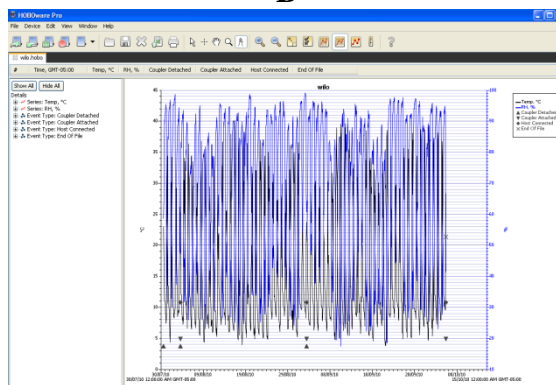
**Foto 14.** (Continuación). Variedades comerciales: **Q.** INIAP-Pan. **R.** INIAP-Suprema. Clones promisorios: **S.** 99-18-9. **T.** 98-2-6. **U.** 05-24-3. **V.** 05-28-3. **W.** 06-92-1. **X.** 08-20-19.



A

#	Time	Temp. °C	Hum. %	Capteur Detached	Capteur Attached	Host Connected	End Of File
1	30/07/10 04:00:00 AM	22,962	58,730				Logged
2	30/07/10 05:00:00 AM	22,796	62,230				
3	30/07/10 06:00:00 AM	24,242	79,670				
4	30/07/10 07:00:00 AM	23,770	82,230				
5	30/07/10 08:00:00 AM	21,204	87,960				
6	30/07/10 09:00:00 AM	21,192	92,260				
7	30/07/10 10:00:00 AM	21,200	88,640				
8	30/07/10 11:00:00 AM	20,766	82,260				
9	30/07/10 12:00:00 AM	20,640	82,296				
10	30/07/10 01:00:00 AM	20,646	82,266				
11	30/07/10 02:00:00 AM	20,902	89,666				
12	30/07/10 03:00:00 AM	21,138	89,234				
13	30/07/10 04:00:00 AM	20,916	95,686				
14	30/07/10 05:00:00 AM	20,916	95,360				
15	30/07/10 06:00:00 AM	20,916	94,970				
16	30/07/10 07:00:00 AM	21,096	92,796				
17	30/07/10 08:00:00 AM	20,406	78,234				
18	30/07/10 09:00:00 AM	20,822	87,762				
19	30/07/10 10:00:00 AM	20,722	82,230				
20	30/07/10 11:00:00 AM	20,742	82,796				
21	30/07/10 12:00:00 AM	20,982	82,230				
22	30/07/10 01:00:00 AM	20,846	87,976				
23	30/07/10 02:00:00 AM	20,720	86,230				
24	30/07/10 03:00:00 AM	22,194	82,262				
25	30/07/10 04:00:00 AM	22,872	84,272				
26	30/07/10 05:00:00 AM	23,596	84,960				
27	30/07/10 06:00:00 AM	23,570	84,272				
28	30/07/10 07:00:00 AM	22,976	87,462				
29	30/07/10 08:00:00 AM	23,222	89,262				
30	30/07/10 09:00:00 AM	23,020	90,260				
31	30/07/10 10:00:00 AM	23,020	92,762				
32	30/07/10 11:00:00 AM	23,000	94,260				
33	02/08/10 01:00:00 AM	23,294	94,260				
34	02/08/10 02:00:00 AM	23,116	93,960				
35	02/08/10 03:00:00 AM	23,294	94,260				
36	02/08/10 04:00:00 AM	23,294	94,260				
37	02/08/10 05:00:00 AM	23,172	94,260				
38	02/08/10 06:00:00 AM	23,362	94,260				
39	02/08/10 07:00:00 AM	23,426	94,260				
40	02/08/10 08:00:00 AM	23,276	94,260				

B



C

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Foto 15.** Monitoreo de la Temperatura ( $T^{\circ}$ ) y Humedad Relativa (HR%). A. Dispositivo HOBOWare System. B – C. Programa HOBOWare System.

## Cuadros

**CUADRO 1.** Genealogía de las materiales de investigación. (INIAP – PNRT – CIP, 2009).

Accesión	Genealogía	Accesión	Genealogía
Uva	<i>andigena</i>	Natividad	<i>(tuberosum x andigena) x (phureja x pausissectum)</i>
Ratona – Lagartija	<i>phureja</i>	Gabriela	<i>tuberosum x andigena</i>
Sta. Rosa Blanca	<i>Phureja</i>	Súper Chola	<i>andigena</i>
Sta. Rosa Amarilla	<i>Phureja</i>	Cecilia	<i>vertifolium x andigena</i>
Mula Chaqui	<i>andigena</i>	INIAP Pan	<i>desconocido</i> <sup>*1</sup>
Huagrasinga	<i>andigena</i>	Suprema	<i>acaule x bulbocastanum</i>
Leona Negra norte	<i>andigena</i>	99 – 18 – 9	<i>95 – 85 – 2 x BIC 4113 – 1</i> <sup>*1</sup>
Tandapapa	<i>andigena</i>	98 – 2 – 6	<i>(tuberosum x andigena) x andigena</i>
Roja acha	<i>andigena</i>	05 – 24 – 3	<i>98 – 14 – 8 x 01 – 19 – 2</i> <sup>*1</sup>
Corazón Lila	<i>andigena</i>	05 – 28 – 3	<i>98 – 46 – 4 x 98 – 19 – 4</i> <sup>*1</sup>
Cuchisma	<i>andigena</i>	06 – 92 – 1	<i>393612 (CIP)</i> <sup>*1</sup>
Fripapa	<i>tuberosum x andigena</i>	08 – 20 – 19	<i>ASO 788 x SOL 048</i> <sup>*1</sup>

<sup>\*1</sup>Posibles cruzamientos entre *S. tuberosum* x *S. andigena*.

Fuente: INIAP – PNRT - CIP, 2010.

### **Acerca de las accesiones:**

**Variedades nativas:** Todas las accesiones que son subespecies *andigena*, *phureja*, *pausissectum*, *vertifolium*, *acaule*, *bulbocastanum*.

**Variedades Comerciales:** Las que son resultado de cruzamientos (x) entre variedades nativas (*andigena*, *phureja*, *pausissectum*, *vertifolium*, *acaule*, *bulbocastanum*). Como: I - Fripapa, I - Natividad, I - Gabriela, I - Cecilia, I - Pan, I - Suprema.

**Clones promisorios:** Son aquellas accesiones que son resultado o hijos de una variedad de papa cualquiera, fruto de semillas sexuales de las vayas de la planta, que son escogidos por sus buenas características y a posteriori pueden ascender a variedad comercial. Ejemplo: 99 – 18 – 9 donde 99 = es el año de origen, 18 = número de cruzamiento y 9 = número de hijo.

**CUADRO 2.** Disposición bajo invernadero de las unidades experimentales en la investigación.

N↑

RI		RII		RIII		RIV		RV	
n1	n0	n1	n0	n1	n0	n1	n0	n1	n0
v1n1	v1n0	v19n1	v20n0	v13n1	v14n0	v12n1	v10n0	v11n1	v13n0
v2n1	v2n0	v17n1	v4n0	v8n1	v15n0	v3n1	v2n0	v21n1	v22n0
v3n1	v3n0	v22n1	v21n0	v19n1	v1n0	v10n1	v8n0	v6n1	v16n0
v4n1	v4n0	v7n1	v10n0	v20n1	v6n0	v7n1	v22n0	v8n1	v23n0
v5n1	v5n0	v20n1	v3n0	v22n1	v12n0	v24n1	v6n0	v18n1	v15n0
v6n1	v6n0	v8n1	v23n0	v15n1	v21n0	v22n1	v15n0	v20n1	v24n0
v7n1	v7n0	v18n1	v12n0	v17n1	v23n0	v9n1	v12n0	v2n1	v14n0
v8n1	v8n0	v15n1	v6n0	v5n1	v16n0	v11n1	v11n0	v4n1	v20n0
v9n1	v9n0	v16n1	v5n0	v4n1	v4n0	v19n1	v18n0	v13n1	v1n0
v10n1	v10n0	v24n1	v17n0	v12n1	v11n0	v6n1	v20n0	v17n1	v8n0
v11n1	v11n0	v13n1	v15n0	v11n1	v3n0	v1n1	v5n0	v23n1	v3n0
v12n1	v12n0	v6n1	v22n0	v7n1	v7n0	v15n1	v16n0	v14n1	v9n0
v13n1	v13n0	v12n1	v24n0	v3n1	v2n0	v20n1	v9n0	v19n1	v19n0
v14n1	v14n0	v9n1	v19n0	v21n1	v13n0	v5n1	v4n0	v7n1	v11n0
v15n1	v15n0	v1n1	v18n0	v1n1	v10n0	v4n1	v24n0	v24n1	v10n0
v16n1	v16n0	v2n1	v11n0	v23n1	v22n0	v16n1	v21n0	v9n1	v17n0
v17n1	v17n0	v10n1	v8n0	v14n1	v18n0	v14n1	v14n0	v10n1	v6n0
v18n1	v18n0	v23n1	v13n0	v2n1	v24n0	v21n1	v13n0	v1n1	v21n0
v19n1	v19n0	v11n1	v14n0	v10n1	v20n0	v8n1	v7n0	v5n1	v12n0
v20n1	v20n0	v21n1	v9n0	v24n1	v9n0	v2n1	v17n0	v16n1	v7n0
v21n1	v21n0	v3n1	v2n0	v18n1	v8n0	v18n1	v23n0	v12n1	v5n0
v22n1	v22n0	v14n1	v16n0	v9n1	v5n0	v23n1	v3n0	v3n1	v2n0
v23n1	v23n0	v4n1	v7n0	v6n1	v19n0	v13n1	v1n0	v22n1	v4n0
v24n1	v24n0	v5n1	v1n0	v16n1	v17n0	v17n1	v19n0	v15n1	v18n0

v = variedades; n0 = sin inculo; n1 = con inculo

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 3.** Resultados de las accesiones (v) de papa no inoculadas (n0) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010.

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento (g/planta)	Tubérculos / planta
<b>v1n0</b>	1	262.0	25.0
	2	83.0	6.0
	3	235.0	6.0
	4	220.0	8.0
	5	19.0	1.0
	<b>Total</b>	<b>819.0</b>	<b>46.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>163.8</b>	<b>9.2</b>
<b>v2n0</b>	1	107.0	25.0
	2	122.0	39.0
	3	202.0	21.0
	4	141.0	24.0
	5	188.0	26.0
	<b>Total</b>	<b>760.0</b>	<b>135.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>152.0</b>	<b>27.0</b>
<b>v3n0</b>	1	215.0	7.0
	2	0.0	0.0
	3	111.0	12.0
	4	0.0	0.0
	5	327.0	8.0
	<b>Total</b>	<b>653.0</b>	<b>27.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>130.6</b>	<b>5.4</b>
<b>v4n0</b>	1	79.0	19.0
	2	134.0	14.0
	3	11.0	1.0
	4	223.0	20.0
	5	150.0	32.0
	<b>Total</b>	<b>597.0</b>	<b>86.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>119.4</b>	<b>17.2</b>
<b>v5n0</b>	1	240.0	8.0
	2	171.0	20.0
	3	218.0	5.0
	4	194.0	7.0
	5	126.0	9.0
	<b>Total</b>	<b>949.0</b>	<b>49.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>189.8</b>	<b>9.8</b>

**Cuadro 3.** Resultados de las accesiones (v) de papa no inoculadas (n0) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010. (Continuación).

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento (g/planta)	Tubérculos / planta
<b>v6n0</b>	1	154.0	17.0
	2	139.0	6.0
	3	0.0	0.0
	4	252.0	22.0
	5	201.0	9.0
	<b>Total</b>	<b>746.0</b>	<b>54.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>149.2</b>	<b>10.8</b>
<b>v7n0</b>	1	191.0	43.0
	2	86.0	9.0
	3	121.0	17.0
	4	233.0	27.0
	5	165.0	20.0
	<b>Total</b>	<b>796.0</b>	<b>116.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>159.2</b>	<b>23.2</b>
<b>v8n0</b>	1	292.0	9.0
	2	297.0	13.0
	3	281.0	13.0
	4	186.0	17.0
	5	286.0	23.0
	<b>Total</b>	<b>1342.0</b>	<b>75.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>268.4</b>	<b>15.0</b>
<b>v9n0</b>	1	160.0	9.0
	2	0.0	0.0
	3	315.0	9.0
	4	212.0	16.0
	5	233.0	8.0
	<b>Total</b>	<b>920.0</b>	<b>42.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>184.0</b>	<b>8.4</b>
<b>v10n0</b>	1	24.0	3.0
	2	180.0	9.0
	3	76.0	6.0
	4	221.0	15.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>501.0</b>	<b>33.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>100.2</b>	<b>6.6</b>

**Cuadro 3.** Resultados de las accesiones (v) de papa no inoculadas (n0) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Rendimiento (g/planta)</b>	<b>Tubérculos / planta</b>
<b>v11n0</b>	1	186.0	10.0
	2	13.0	2.0
	3	274.0	11.0
	4	247.0	13.0
	5	249.0	6.0
	<b>Total</b>	<b>969.0</b>	<b>42.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>193.8</b>	<b>8.4</b>
<b>v12n0</b>	1	142.0	10.0
	2	177.0	7.0
	3	194.0	10.0
	4	0.0	0.0
	5	226.0	6.0
	<b>Total</b>	<b>739.0</b>	<b>33.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>147.8</b>	<b>6.6</b>
<b>v13n0</b>	1	166.0	20.0
	2	156.0	10.0
	3	74.0	11.0
	4	232.0	10.0
	5	183.0	25.0
	<b>Total</b>	<b>811.0</b>	<b>76.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>162.2</b>	<b>15.2</b>
<b>v14n0</b>	1	226.0	20.0
	2	26.0	4.0
	3	134.0	7.0
	4	28.0	1.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>414.0</b>	<b>32.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>82.8</b>	<b>6.4</b>
<b>v15n0</b>	1	280.0	4.0
	2	0.0	0.0
	3	232.0	8.0
	4	246.0	22.0
	5	67.0	8.0
	<b>Total</b>	<b>825.0</b>	<b>42.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>165.0</b>	<b>8.4</b>

**Cuadro 3.** Resultados de las accesiones (v) de papa no inoculadas (n0) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Rendimiento (g/planta)</b>	<b>Tubérculos / planta</b>
<b>v16n0</b>	1	131.0	25.0
	2	0.0	0.0
	3	258.0	27.0
	4	6.0	2.0
	5	121.0	29.0
	<b>Total</b>	<b>516.0</b>	<b>83.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>103.2</b>	<b>16.6</b>
<b>v17n0</b>	1	420.0	13.0
	2	390.0	20.0
	3	404.0	8.0
	4	419.0	5.0
	5	446.0	7.0
	<b>Total</b>	<b>2079.0</b>	<b>53.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>415.8</b>	<b>10.6</b>
<b>v18n0</b>	1	192.0	19.0
	2	0.0	0.0
	3	0.0	0.0
	4	0.0	0.0
	5	509.0	10.0
	<b>Total</b>	<b>701.0</b>	<b>29.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>140.2</b>	<b>5.8</b>
<b>v19n0</b>	1	194.0	12.0
	2	62.0	4.0
	3	156.0	3.0
	4	229.0	12.0
	5	138.0	17.0
	<b>Total</b>	<b>779.0</b>	<b>48.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>155.8</b>	<b>9.6</b>
<b>v20n0</b>	1	223.0	23.0
	2	42.0	3.0
	3	65.0	7.0
	4	97.0	9.0
	5	84.0	6.0
	<b>Total</b>	<b>511.0</b>	<b>48.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>102.2</b>	<b>9.6</b>

**Cuadro 3.** Resultados de las accesiones (v) de papa no inoculadas (n0) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento (g/planta)	Tubérculos / planta
<b>v21n0</b>	1	185.0	10.0
	2	121.0	7.0
	3	163.0	6.0
	4	0.0	0.0
	5	19.0	1.0
	<b>Total</b>	<b>488.0</b>	<b>24.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>97.6</b>	<b>4.8</b>
<b>v22n0</b>	1	238.0	13.0
	2	0.0	0.0
	3	256.0	15.0
	4	138.0	6.0
	5	19.0	1.0
	<b>Total</b>	<b>651.0</b>	<b>35.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>130.2</b>	<b>7.0</b>
<b>v23n0</b>	1	332.0	5.0
	2	231.0	13.0
	3	238.0	14.0
	4	255.0	17.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>1056.0</b>	<b>49.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>211.2</b>	<b>9.8</b>
<b>v24n0</b>	1	212.0	10.0
	2	62.0	2.0
	3	270.0	6.0
	4	89.0	5.0
	5	181.0	9.0
	<b>Total</b>	<b>814.0</b>	<b>32.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>162.8</b>	<b>6.4</b>

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 4.** Resultados de las accesiones (v) de papa inoculadas (n1) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010.

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento (g/planta)	Tubérculos / planta
<b>v1n1</b>	1	256.0	6.0
	2	146.0	3.0
	3	163.0	6.0
	4	274.0	5.0
	5	199.0	6.0
	<b>Total</b>	<b>1038.0</b>	<b>26.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>207.6</b>	<b>5.2</b>
<b>v2n1</b>	1	181.0	20.0
	2	179.0	25.0
	3	77.0	18.0
	4	158.0	25.0
	5	53.0	10.0
	<b>Total</b>	<b>648.0</b>	<b>98.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>129.6</b>	<b>19.6</b>
<b>v3n1</b>	1	186.0	8.0
	2	0.0	0.0
	3	245.0	12.0
	4	182.0	14.0
	5	258.0	6.0
	<b>Total</b>	<b>871.0</b>	<b>40.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>174.2</b>	<b>8.0</b>
<b>v4n1</b>	1	136.0	36.0
	2	180.0	58.0
	3	205.0	28.0
	4	242.0	34.0
	5	196.0	28.0
	<b>Total</b>	<b>959.0</b>	<b>184.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>191.8</b>	<b>36.8</b>
<b>v5n1</b>	1	146.0	9.0
	2	102.0	4.0
	3	37.0	6.0
	4	173.0	6.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>458.0</b>	<b>25.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>91.6</b>	<b>5.0</b>

**Cuadro 4.** Resultados de las accesiones (v) de papa inoculadas (n1) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento	Tubérculos / planta
		(g/planta)	
v6n1	1	214.0	8.0
	2	0.0	0.0
	3	33.0	4.0
	4	12.0	1.0
	5	183.0	19.0
	<b>Total</b>	<b>442.0</b>	<b>32.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>88.4</b>	<b>6.4</b>
v7n1	1	195.0	26.0
	2	171.0	22.0
	3	228.0	23.0
	4	296.0	11.0
	5	271.0	18.0
	<b>Total</b>	<b>1161.0</b>	<b>100.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>232.2</b>	<b>20.0</b>
v8n1	1	214.0	7.0
	2	182.0	42.0
	3	235.0	9.0
	4	289.0	11.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>920.0</b>	<b>69.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>184.0</b>	<b>13.8</b>
v9n1	1	112.0	1.0
	2	43.0	5.0
	3	193.0	3.0
	4	171.0	5.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>519.0</b>	<b>14.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>103.8</b>	<b>2.8</b>
v10n1	1	0.0	0.0
	2	0.0	0.0
	3	0.0	0.0
	4	0.0	0.0
	5	59.0	4.0
	<b>Total</b>	<b>59.0</b>	<b>4.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>11.8</b>	<b>0.8</b>

**Cuadro 4.** Resultados de las accesiones (v) de papa inoculadas (n1) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Rendimiento (g/planta)</b>	<b>Tubérculos / planta</b>
<b>v11n1</b>	1	136.0	9.0
	2	186.0	13.0
	3	0.0	0.0
	4	0.0	0.0
	5	159.0	8.0
	<b>Total</b>	<b>481.0</b>	<b>30.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>96.2</b>	<b>6.0</b>
<b>v12n1</b>	1	169.0	11.0
	2	175.0	9.0
	3	206.0	9.0
	4	157.0	8.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>707.0</b>	<b>37.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>141.4</b>	<b>7.4</b>
<b>v13n1</b>	1	206.0	22.0
	2	131.0	11.0
	3	174.0	23.0
	4	394.0	7.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>905.0</b>	<b>63.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>181.0</b>	<b>12.6</b>
<b>v14n1</b>	1	36.0	7.0
	2	0.0	0.0
	3	18.0	7.0
	4	0.0	0.0
	5	26.0	2.0
	<b>Total</b>	<b>80.0</b>	<b>16.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>16.0</b>	<b>3.2</b>
<b>v15n1</b>	1	79.0	4.0
	2	11.0	1.0
	3	169.0	11.0
	4	175.0	12.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>434.0</b>	<b>28.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>86.8</b>	<b>5.6</b>

**Cuadro 4.** Resultados de las accesiones (v) de papa inoculadas (n1) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Rendimiento (g/planta)</b>	<b>Tubérculos / planta</b>
<b>v16n1</b>	1	107.0	16.0
	2	159.0	9.0
	3	108.0	32.0
	4	82.0	8.0
	5	188.0	20.0
	<b>Total</b>	<b>644.0</b>	<b>85.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>128.8</b>	<b>17.0</b>
<b>v17n1</b>	1	512.0	11.0
	2	409.0	12.0
	3	351.0	17.0
	4	422.0	13.0
	5	383.0	10.0
	<b>Total</b>	<b>2077.0</b>	<b>63.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>415.4</b>	<b>12.6</b>
<b>v18n1</b>	1	80.0	10.0
	2	0.0	0.0
	3	0.0	0.0
	4	0.0	0.0
	5	0.0	0.0
	<b>Total</b>	<b>80.0</b>	<b>10.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>16.0</b>	<b>2.0</b>
<b>v19n1</b>	1	160.0	6.0
	2	66.0	5.0
	3	53.0	8.0
	4	105.0	9.0
	5	34.0	10.0
	<b>Total</b>	<b>418.0</b>	<b>38.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>83.6</b>	<b>7.6</b>
<b>v20n1</b>	1	213.0	12.0
	2	75.0	8.0
	3	154.0	6.0
	4	141.0	9.0
	5	73.0	2.0
	<b>Total</b>	<b>656.0</b>	<b>37.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>131.2</b>	<b>7.4</b>

**Cuadro 4.** Resultados de las accesiones (v) de papa inoculadas (n1) evaluadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Rendimiento (g/planta)</b>	<b>Tubérculos / planta</b>
<b>v21n1</b>	1	128.0	9.0
	2	78.0	4.0
	3	22.0	2.0
	4	23.0	1.0
	5	9.0	4.0
	<b>Total</b>	<b>260.0</b>	<b>20.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>52.0</b>	<b>4.0</b>
<b>v22n1</b>	1	310.0	11.0
	2	152.0	8.0
	3	6.0	1.0
	4	219.0	13.0
	5	127.0	5.0
	<b>Total</b>	<b>814.0</b>	<b>38.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>162.8</b>	<b>7.6</b>
<b>v23n1</b>	1	221.0	15.0
	2	144.0	12.0
	3	252.0	16.0
	4	0.0	0.0
	5	255.0	5.0
	<b>Total</b>	<b>872.0</b>	<b>48.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>174.4</b>	<b>9.6</b>
<b>v24n1</b>	1	212.0	5.0
	2	180.0	14.0
	3	193.0	4.0
	4	254.0	8.0
	5	162.0	6.0
	<b>Total</b>	<b>1001.0</b>	<b>37.0</b>
	<b>Promedio</b>	<b>200.2</b>	<b>7.4</b>

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 5.** Resultados obtenidos de las accesiones (v) evaluadas en rendimiento (gramos / planta). n0: no inoculadas vs. n1: inoculadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010.

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento	Tratamientos	Rendimiento
		(g/planta)		(g/planta)
v1n0	1	262.0	v1n1	256.0
	2	83.0		146.0
	3	235.0		163.0
	4	220.0		274.0
	5	19.0		199.0
	<b>Total</b>	<b>819.0</b>		<b>1038.0</b>
	<b>x</b>	<b>163.8</b>		<b>207.6</b>
v2n0	1	107.0	v2n1	181.0
	2	122.0		179.0
	3	202.0		77.0
	4	141.0		158.0
	5	188.0		53.0
	<b>Total</b>	<b>760.0</b>		<b>648.0</b>
	<b>x</b>	<b>152.0</b>		<b>129.6</b>
v3n0	1	215.0	v3n1	186.0
	2	0.0		0.0
	3	111.0		245.0
	4	0.0		182.0
	5	327.0		258.0
	<b>Total</b>	<b>653.0</b>		<b>871.0</b>
	<b>x</b>	<b>130.6</b>		<b>174.2</b>
v4n0	1	79.0	v4n1	136.0
	2	134.0		180.0
	3	11.0		205.0
	4	223.0		242.0
	5	150.0		196.0
	<b>Total</b>	<b>597.0</b>		<b>959.0</b>
	<b>x</b>	<b>119.4</b>		<b>191.8</b>
v5n0	1	240.0	v5n1	146.0
	2	171.0		102.0
	3	218.0		37.0
	4	194.0		173.0
	5	126.0		0.0
	<b>Total</b>	<b>949.0</b>		<b>458.0</b>
	<b>x</b>	<b>189.8</b>		<b>91.6</b>

**Cuadro 5.** Resultados obtenidos de las accesiones (v) evaluadas en rendimiento (gramos / planta). n0: no inoculadas vs. n1: inoculadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento	Tratamientos	Rendimiento
		(g/planta)		(g/planta)
v6n0	1	154.0	v6n1	214.0
	2	139.0		0.0
	3	0.0		33.0
	4	252.0		12.0
	5	201.0		183.0
	<b>Total</b>	<b>746.0</b>		<b>442.0</b>
	<b>X</b>	<b>149.2</b>		<b>88.4</b>
v7n0	1	191.0	v7n1	195.0
	2	86.0		171.0
	3	121.0		228.0
	4	233.0		296.0
	5	165.0		271.0
	<b>Total</b>	<b>796.0</b>		<b>1161.0</b>
	<b>X</b>	<b>159.2</b>		<b>232.2</b>
v8n0	1	292.0	v8n1	214.0
	2	297.0		182.0
	3	281.0		235.0
	4	186.0		289.0
	5	286.0		0.0
	<b>Total</b>	<b>1342.0</b>		<b>920.0</b>
	<b>X</b>	<b>268.4</b>		<b>184.0</b>
v9n0	1	160.0	v9n1	112.0
	2	0.0		43.0
	3	315.0		193.0
	4	212.0		171.0
	5	233.0		0.0
	<b>Total</b>	<b>920.0</b>		<b>519.0</b>
	<b>X</b>	<b>184.0</b>		<b>103.8</b>
v10n0	1	24.0	v10n1	0.0
	2	180.0		0.0
	3	76.0		0.0
	4	221.0		0.0
	5	0.0		59.0
	<b>Total</b>	<b>501.0</b>		<b>59.0</b>
	<b>X</b>	<b>100.2</b>		<b>11.8</b>

**Cuadro 5.** Resultados obtenidos de las accesiones (v) evaluadas en rendimiento (gramos / planta). n0: no inoculadas vs. n1: inoculadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento	Tratamientos	Rendimiento
		(g/planta)		(g/planta)
v11n0	1	186.0	v11n1	136.0
	2	13.0		186.0
	3	274.0		0.0
	4	247.0		0.0
	5	249.0		159.0
	<b>Total</b>	<b>969.0</b>		<b>481.0</b>
	<b>x</b>	<b>193.8</b>		<b>96.2</b>
v12n0	1	142.0	v12n1	169.0
	2	177.0		175.0
	3	194.0		206.0
	4	0.0		157.0
	5	226.0		0.0
	<b>Total</b>	<b>739.0</b>		<b>707.0</b>
	<b>x</b>	<b>147.8</b>		<b>141.4</b>
v13n0	1	166.0	v13n1	206.0
	2	156.0		131.0
	3	74.0		174.0
	4	232.0		394.0
	5	183.0		0.0
	<b>Total</b>	<b>811.0</b>		<b>905.0</b>
	<b>x</b>	<b>162.2</b>		<b>181.0</b>
v14n0	1	226.0	v14n1	36.0
	2	26.0		0.0
	3	134.0		18.0
	4	28.0		0.0
	5	0.0		26.0
	<b>Total</b>	<b>414.0</b>		<b>80.0</b>
	<b>x</b>	<b>82.8</b>		<b>16.0</b>
v15n0	1	280.0	v15n1	79.0
	2	0.0		11.0
	3	232.0		169.0
	4	246.0		175.0
	5	67.0		0.0
	<b>Total</b>	<b>825.0</b>		<b>434.0</b>
	<b>x</b>	<b>165.0</b>		<b>86.8</b>

**Cuadro 5.** Resultados obtenidos de las accesiones (v) evaluadas en rendimiento (gramos / planta). n0: no inoculadas vs. n1: inoculadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento	Tratamientos	Rendimiento
		(g/planta)		(g/planta)
v16n0	1	131.0	v16n1	107.0
	2	0.0		159.0
	3	258.0		108.0
	4	6.0		82.0
	5	121.0		188.0
	<b>Total</b>	<b>516.0</b>		<b>644.0</b>
	<b>x</b>	<b>103.2</b>		<b>128.8</b>
v17n0	1	420.0	v17n1	512.0
	2	390.0		409.0
	3	404.0		351.0
	4	419.0		422.0
	5	446.0		383.0
	<b>Total</b>	<b>2079.0</b>		<b>2077.0</b>
	<b>x</b>	<b>415.8</b>		<b>415.4</b>
v18n0	1	192.0	v18n1	80.0
	2	0.0		0.0
	3	0.0		0.0
	4	0.0		0.0
	5	509.0		0.0
	<b>Total</b>	<b>701.0</b>		<b>80.0</b>
	<b>x</b>	<b>140.2</b>		<b>16.0</b>
v19n0	1	194.0	v19n1	160.0
	2	62.0		66.0
	3	156.0		53.0
	4	229.0		105.0
	5	138.0		34.0
	<b>Total</b>	<b>779.0</b>		<b>418.0</b>
	<b>x</b>	<b>155.8</b>		<b>83.6</b>
v20n0	1	223.0	v20n1	213.0
	2	42.0		75.0
	3	65.0		154.0
	4	97.0		141.0
	5	84.0		73.0
	<b>Total</b>	<b>511.0</b>		<b>656.0</b>
	<b>x</b>	<b>102.2</b>		<b>131.2</b>

**Cuadro 5.** Resultados obtenidos de las accesiones (v) evaluadas en rendimiento (gramos / planta). n0: no inoculadas vs. n1: inoculadas en el ensayo del comportamiento de accesiones de papa al parasitismo del nematodo del quiste (*Globodera pallida*), Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

Tratamientos	Repeticiones	Rendimiento	Tratamientos	Rendimiento
		(g/planta)		(g/planta)
v21n0	1	185.0	v21n1	128.0
	2	121.0		78.0
	3	163.0		22.0
	4	0.0		23.0
	5	19.0		9.0
	<b>Total</b>	<b>488.0</b>		<b>260.0</b>
	<b>x</b>	<b>97.6</b>		<b>52.0</b>
v22n0	1	238.0	v22n1	310.0
	2	0.0		152.0
	3	256.0		6.0
	4	138.0		219.0
	5	19.0		127.0
	<b>Total</b>	<b>651.0</b>		<b>814.0</b>
	<b>x</b>	<b>130.2</b>		<b>162.8</b>
v23n0	1	332.0	v23n1	221.0
	2	231.0		144.0
	3	238.0		252.0
	4	255.0		0.0
	5	0.0		255.0
	<b>Total</b>	<b>1056.0</b>		<b>872.0</b>
	<b>x</b>	<b>211.2</b>		<b>174.4</b>
v24n0	1	212.0	v24n1	212.0
	2	62.0		180.0
	3	270.0		193.0
	4	89.0		254.0
	5	181.0		162.0
	<b>Total</b>	<b>814.0</b>		<b>1001.0</b>
	<b>x</b>	<b>162.8</b>		<b>200.2</b>

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

**Cuadro 6.** Resultados obtenidos de las accesiones para la Resistencia a *Globodera pallida*, Pichincha, Cutuglahua, 2010.

Unidades Experimentales	Peso sustrato	n° individuos	n° individuos	n° individuos Promedio / variedad
	kg	500g suelo	Total	
V1.1	4.00	28243	225941	<b>81982</b>
V1.2	4.00	6952	55616	
V1.3	4.00	1316	10528	
V1.4	4.00	1000	8000	
V1.5	4.00	13728	109824	
V2.1	4.00	29640	237120	<b>65333</b>
V2.2	4.00	1092	8736	
V2.3	4.00	1624	12992	
V2.4	4.00	6365	50923	
V2.5	4.00	2112	16896	
V3.1	4.00	14229	113835	<b>185005</b>
V3.2	4.00	6468	51744	
V3.3	4.00	14467	115733	
V3.4	4.00	34485	275883	
V3.5	4.00	45979	367829	
V4.1	4.00	60067	480533	<b>254219</b>
V4.2	4.00	1272	10176	
V4.3	4.00	2103	16821	
V4.4	4.00	36267	290133	
V4.5	4.00	59179	473429	
V5.1	4.00	7945	63563	<b>30263</b>
V5.2	4.00	2656	21248	
V5.3	4.00	1100	8800	
V5.4	4.00	1933	15467	
V5.5	4.00	5280	42240	
V6.1	4.00	7000	56000	<b>41092</b>
V6.2	4.00	4795	38357	
V6.3	4.00	2928	23424	
V6.4	4.00	560	4480	
V6.5	4.00	10400	83200	
V7.1	4.00	49603	396821	<b>158191</b>
V7.2	4.00	14952	119616	
V7.3	4.00	811	6485	
V7.4	4.00	4200	33600	
V7.5	4.00	29304	234432	

**Cuadro 6.** Resultados obtenidos de las accesiones para la Resistencia a *Globodera pallida*, Pichincha, Cutuglahua, 2010 (Continuación).

Unidades Experimentales	Peso	n° individuos	n° individuos	n° individuos Promedio / variedad
	kg	100g suelo	Total	
V8.1	4.00	26244	209952	<b>54974</b>
V8.2	4.00	6000	48000	
V8.3	4.00	793	6347	
V8.4	4.00	800	6400	
V8.5	4.00	521	4171	
V9.1	4.00	10912	87296	<b>57406</b>
V9.2	4.00	1259	10069	
V9.3	4.00	860	6880	
V9.4	4.00	20048	160384	
V9.5	4.00	2800	22400	
V10.1	4.00	3960	31680	<b>29018</b>
V10.2	4.00	277	2219	
V10.3	4.00	6400	51200	
V10.4	4.00	4107	32853	
V10.5	4.00	3392	27136	
V11.1	4.00	38080	304640	<b>80555</b>
V11.2	4.00	2389	19115	
V11.3	4.00	1027	8213	
V11.4	4.00	6992	55936	
V11.5	4.00	1859	14869	
V12.1	4.00	5472	43776	<b>23533</b>
V12.2	4.00	4629	37035	
V12.3	4.00	1920	15360	
V12.4	4.00	988	7904	
V12.5	4.00	1699	13589	
V13.1	4.00	8580	68640	<b>23046</b>
V13.2	4.00	811	6485	
V13.3	4.00	1529	12235	
V13.4	4.00	936	7488	
V13.5	4.00	2548	20384	
V14.1	4.00	811	6485	<b>20811</b>
V14.2	4.00	2464	19712	
V14.3	4.00	1932	15456	
V14.4	4.00	6720	53760	
V14.5	4.00	1080	8640	

**Cuadro 6.** Resultados obtenidos de las accesiones para la Resistencia a *Globodera pallida*, Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

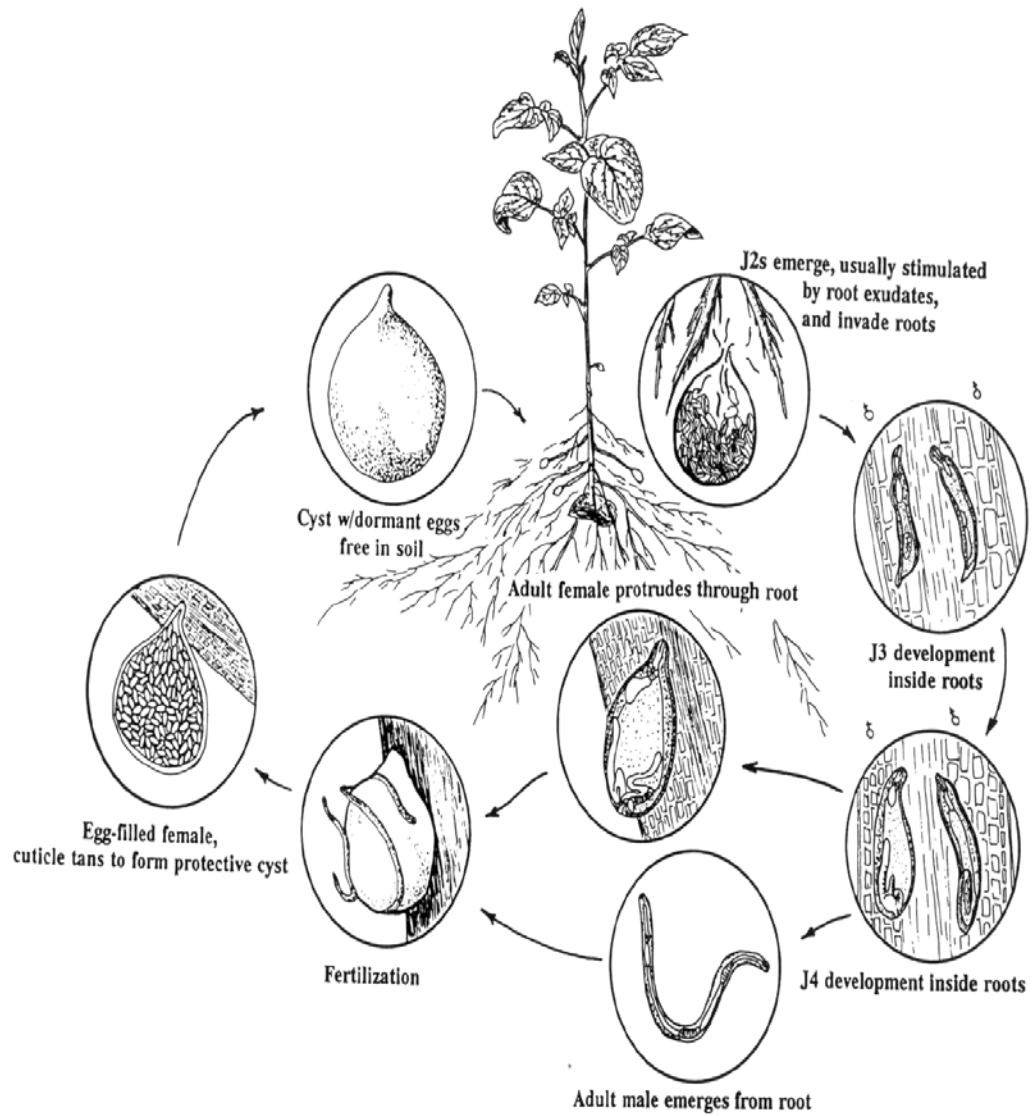
Unidades Experimentales	Peso	n° individuos	n° individuos	n° individuos Promedio / variedad
	kg	100g suelo	Total	
V15.1	4.00	9280	74240	<b>39868</b>
V15.2	4.00	3520	28160	
V15.3	4.00	507	4053	
V15.4	4.00	2928	23424	
V15.5	4.00	8683	69461	
V16.1	4.00	10197	81579	<b>28301</b>
V16.2	4.00	4033	32267	
V16.3	4.00	728	5824	
V16.4	4.00	1472	11776	
V16.5	4.00	1257	10059	
V17.1	4.00	22960	183680	<b>82982</b>
V17.2	4.00	10208	81664	
V17.3	4.00	14925	119403	
V17.4	4.00	3304	26432	
V17.5	4.00	467	3733	
V18.1	4.00	10027	80213	<b>109500</b>
V18.2	4.00	11377	91019	
V18.3	4.00	1165	9323	
V18.4	4.00	1568	12544	
V18.5	4.00	44300	354400	
V19.1	4.00	8653	69227	<b>40493</b>
V19.2	4.00	11147	89173	
V19.3	4.00	3157	25259	
V19.4	4.00	107	853	
V19.5	4.00	2244	17952	
V20.1	4.00	7855	62837	<b>73297</b>
V20.2	4.00	1655	13237	
V20.3	4.00	2000	16000	
V20.4	4.00	8633	69067	
V20.5	4.00	25668	205344	
V21.1	4.00	4312	34496	<b>48390</b>
V21.2	4.00	5373	42987	
V21.3	4.00	1148	9184	
V21.4	4.00	1925	15403	
V21.5	4.00	17485	139883	

**Cuadro 6.** Resultados obtenidos de las accesiones para la Resistencia a *Globodera pallida*, Pichincha, Cutuglahua, 2010 (*Continuación*).

Unidades Experimentales	Peso	n° individuos	n° individuos	n° individuos Promedio / variedad
	kg	100g suelo	Total	
V22.1	4.00	24480	195840	<b>91221</b>
V22.2	4.00	6144	49152	
V22.3	4.00	3360	26880	
V22.4	4.00	10795	86357	
V22.5	4.00	12235	97877	
V23.1	4.00	8747	69973	<b>86033</b>
V23.2	4.00	3173	25387	
V23.3	4.00	3059	24469	
V23.4	4.00	2280	18240	
V23.5	4.00	36512	292096	
V24.1	4.00	2397	19179	<b>53790</b>
V24.2	4.00	3593	28747	
V24.3	4.00	384	3072	
V24.4	4.00	10224	81792	
V24.5	4.00	17020	136160	

Fuente: Mejía y Valverde, 2010.

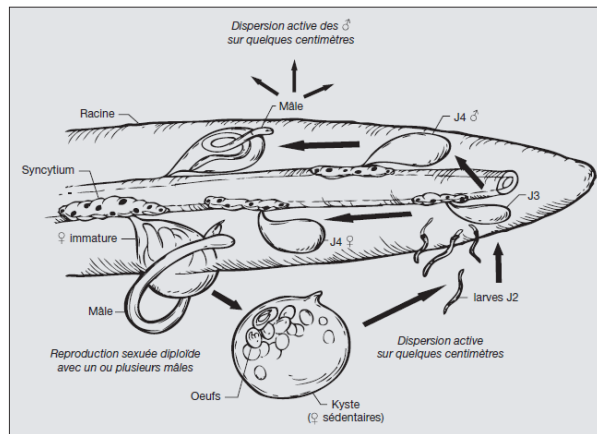
# GRÁFICOS



**Gráfico 1.** Ciclo de vida del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) (CABI, 2000).



**A**

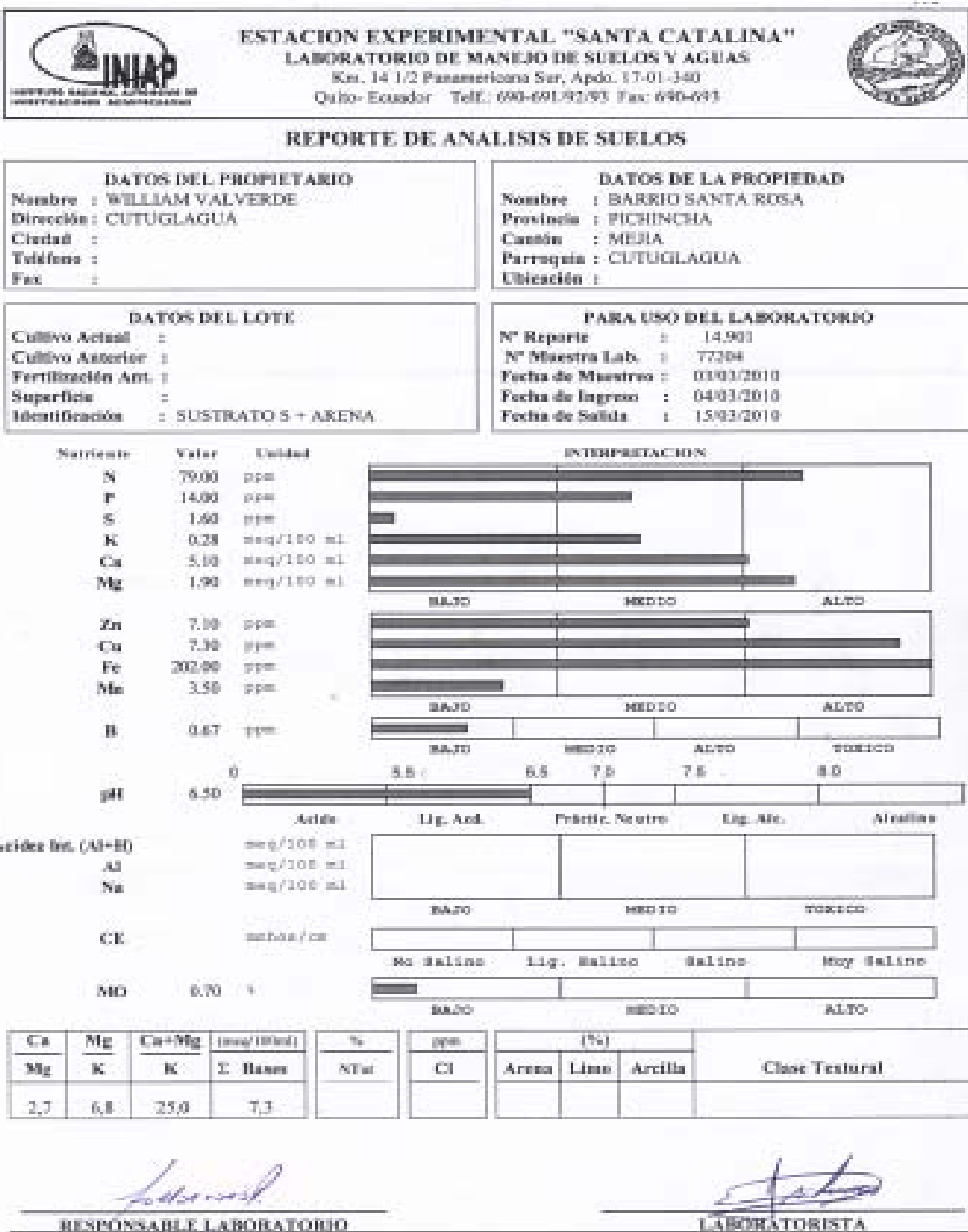


**B**



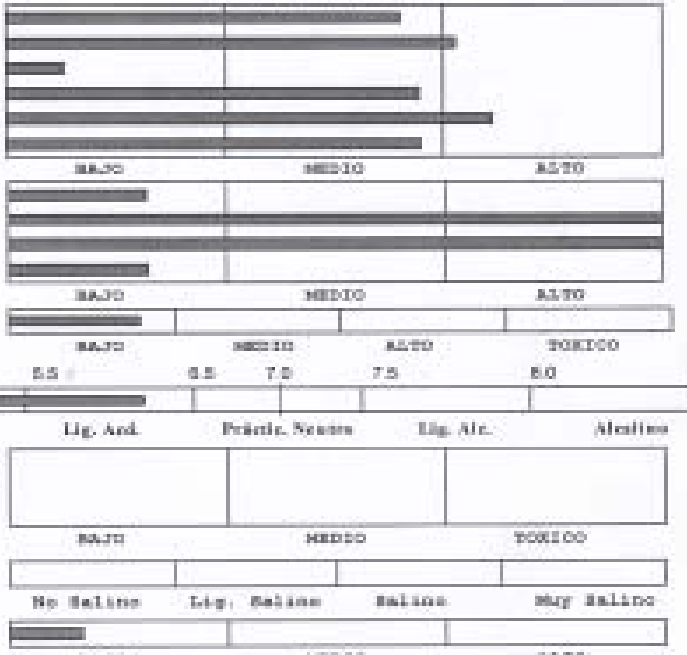




**C**

**Gráfico 2.** *Globodera pallida*. **A.** Hembras de *G. pallida* em raiz (Chauvín, 2008). **B.** Ciclo de *G. pallida* (CABI, 2000). **C.** Hembras inmaduras de *G. pallida* em tubérculo. (Riera, 2008).



**Gráfico 3.** Resultados de los análisis de nutrientes del sustrato antes de ser esterilizado en el ensayo 2010.

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-310 Quito-Ecuador Telf: 650-691/92/93 Fax: 690-693																																					
<b>REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS</b>																																						
<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : WILLIAM VALVERDE Dirección : Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Provincia : Cantón : Parroquia : Ubicación :																																					
<b>DATOS DEL LOTE</b> Cultivo Actual : Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : SUSTRATO PAPA ENSAYO	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> N° Reporte : 15.243 N° Muestra Lab. : 77536 Fecha de Muestreo : 20/04/2010 Fecha de Ingreso : 20/04/2010 Fecha de Salida : 29/04/2010																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>54.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>21.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td>3.20</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.36</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>6.10</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>1.40</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>1.90</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>8.30</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>218.00</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>3.20</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td>0.79</td><td>ppm</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	54.00	ppm	P	21.00	ppm	S	3.20	ppm	K	0.36	meq/100 ml	Ca	6.10	meq/100 ml	Mg	1.40	meq/100 ml	Zn	1.90	ppm	Cu	8.30	ppm	Fe	218.00	ppm	Mn	3.20	ppm	B	0.79	ppm	<b>INTERPRETACION</b> 	
Nutriente	Valor	Unidad																																				
N	54.00	ppm																																				
P	21.00	ppm																																				
S	3.20	ppm																																				
K	0.36	meq/100 ml																																				
Ca	6.10	meq/100 ml																																				
Mg	1.40	meq/100 ml																																				
Zn	1.90	ppm																																				
Cu	8.30	ppm																																				
Fe	218.00	ppm																																				
Mn	3.20	ppm																																				
B	0.79	ppm																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">[ % ]</th> <th rowspan="2">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>NTca</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.4</td> <td>3.9</td> <td>20.8</td> <td>7.9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	[ % ]			Clase Textural	Mg	K	K	NTca	Cl	Arena	Limo	Arcilla	4.4	3.9	20.8	7.9																	
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	[ % ]			Clase Textural																														
Mg	K	K	NTca	Cl	Arena	Limo	Arcilla																															
4.4	3.9	20.8	7.9																																			
 RESPONSABLE LABORATORIO	 LABORATORISTA																																					

**Gráfico 4.** Resultados de los análisis de nutrientes del sustrato después de ser esterilizado en el ensayo 2010.



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

**DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS**

DATOS DE IMPRESO				
No. de diagnóstico:	Tipo de análisis:	Fecha de ingreso:	No. Comprobante de pago:	No. RUC
021	Micológico	4-03-2010	0001373	1791300866001

DATOS DEL REMITENTE		
Nombre del remitente: William Valverde y Mary Mejía		
Empresa: CORPOINIAF		
Ubicación: Pichincha-Cantón Mejía-Curva de Santa Rosa.		
Dirección:	Teléfono: Cel:	Fax: Email:

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO		
Cultivo :	Variedad :	Edad :
Estado de desarrollo :		Cultivo anterior :
Sistema de cultivo :		
Manejo del cultivo		

DESCRIPCIÓN DE LA ENFERMEDAD				
Partes de la planta afectadas :				
Intensidad del ataque :				
Distribución de la enfermedad :				
Posible causa de la enfermedad :				
Síntomas o tipo de daño :				
Productos Comerciales aplicados al suelo en los dos últimos meses				
Plaguicidas en general	Herbicidas	Fertilizantes	Biofertilizantes	Otros
Fecha de la última aplicación:				
Observaciones adicionales: Análisis micológico de una muestra de tierra negra de desbanque-sena lavada. El sustrato va a ser utilizado para ensayo del cultivo de papa.				

Panamericana Sur Km. 1 vía Tambillo  
Teléfono: (593 2) 2 690-600. Correo electrónico: [droppasso@sc.gov.ec](mailto:droppasso@sc.gov.ec)  
Asentado Postal : 17-01-340. [www.inia.gov.ec](http://www.inia.gov.ec) en el Distrito Ecuador

**Gráfico 5.** Resultados del análisis micológico del sustrato antes de ser esterilizado en el ensayo 2010.

### RESULTADOS (021)

Muestra analizada	Metodología y/o medio de cultivo	Tipo análisis	Dilución	Resultados del análisis	
				Organismo a identificar	UFC**/g suelo
Suelo	PDA-LCH-CMA*	Hongos	10 <sup>-3</sup>	<i>Penicillium sp</i> <i>Phytium sp</i>	3 1
Suelo	PDA-LCH-CMA*	Hongos	10 <sup>-4</sup>	<i>Penicillium sp</i> <i>Cladosporium sp</i>	4 1

\* Medios de cultivo para hongos: PDA = Papa dextrosa agar, LCH = Lactosa caseína hidrolizada, CMA = Corn meal agar  
 \*\* Número de colonias por gramo de suelo.

**Observaciones:**  
*Penicillium sp* es un hongo que se encuentra regularmente en el suelo. *Phytium sp* es un hongo que puede ser causante de damping-off en algunos cultivos.

PROTECCION VEGETAL  
 EST. EXP. SANTA CATALINA  
 INIAP

  
**ING. PATRICIO GALLEGOS.**  
 RESP. DPTO. PROTECCION VEGETAL (E)

  
**DRA. MARIA LUISA INSUASTI A.**  
 RESP. AREA CLINICA Y DIAGNOSIS

**Gráfico 5.** Resultados del análisis micológico del sustrato antes de ser esterilizado en el ensayo 2010 (*Continuación*).