

## ENFERMEDADES FOLIARES DE PAPA: UNA MIRADA FRESCA A SU ESTADO Y MANEJO

Silvia Restrepo

Profesora Universitaria – Fitopatóloga. Universidad de los Andes.  
[srestrep@uniandes.edu.co](mailto:srestrep@uniandes.edu.co)

### Introducción

La familia Solanaceae es reconocida mundialmente por su importancia en términos de vegetales cultivables y el amplio rango de utilidad agronómica de sus especies, que incluyen al importante género *Solanum*. (The International Solanaceae Genome Project, 2004). Como país tropical, Colombia puede garantizar la producción permanente de muchas especies de esta familia, que se presentan como una alternativa promisoriosa de cultivos con mejores posibilidades de competencia en escenarios de mercados globalizados. Sin embargo, la alta susceptibilidad a patógenos en las solanáceas afecta de forma significativa los cultivos y puede causar grandes pérdidas en la producción de vegetales y frutos. Las enfermedades foliares, causadas por los géneros *Phytophthora*, *Alternaria*, y virus suponen importantes pérdidas que ocasionan en los cultivos de solanáceas (Phytophthora Functional Genomics Database, párr 1; Carrillo, s.f.; Hayward, 1991 citado por Chavarro, *et al.*, 2005).

El objetivo de esta revisión es reunir la información referente a las enfermedades foliares en papa principalmente recopilando los resultados y conclusiones principales de cada investigación, con el fin de identificar las áreas de mayor conocimiento, así como aquellas en las que aún no se han efectuado avances importantes. Igualmente se profundizará en el manejo de estas enfermedades.

### El caso colombiano

En Colombia, los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*), papa criolla (*Solanum phureja*), tomate (*Solanum lycopersicon*), uchuva (*Physalis peruviana*), lulo (*Solanum quitoense*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*), ají (*Capsicum sp.*), pimentón (*Capsicum annum*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*) son los principales cultivos de solanáceas de importancia económica. Para esta revisión nos concentraremos en el caso papa y sus principales patógenos foliares.

#### Papa (*Solanum tuberosum* y *Solanum phureja*)

La papa constituye una de las principales actividades agrícolas de las zonas andinas. El cultivo comercial de esta planta se realiza entre los 2000 y 3000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), pero las zonas de óptima producción en función de calidad y cantidad de producto, se ubican entre los 2500 y 3000 m.s.n.m.

En Colombia ha sido de especial importancia la enfermedad conocida con los nombres de Gota, Gotera, Lancha, o Tizón Tardío, causada por *Phytophthora infestans*, perteneciente al phylum oomycota, orden peronosporales, que produce propágulos infectivos móviles. Los primeros registros de la enfermedad en Colombia aparecen alrededor de 1571 (De Bary 1876 citado por Pedraza, 1973) y desde entonces se ha presentado como la enfermedad más frecuente y destructiva en todas las zonas paperas del país, ocupando aproximadamente entre un 8 y un 12 % de los costos de producción total del cultivo (Del Valle, 1997 y Orozco, *et al.*, 2001).

#### Control Químico

Desde 1882 el Caldo Bordelés (compuesto a base de sulfato de cobre y óxido de calcio) se constituyó como el principal producto para el control de la gota (Ramos, *et al.*, 1985), hasta 1930 cuando declinó considerablemente su uso por la aparición de productos químicos a base de cobres insolubles como los cloruros básicos, oxiclорuros, carbonatos y sulfatos (Cifuentes *et al.*, 1987). Posteriormente se desarrollaron fungicidas orgánicos, como los ditiocarbamatos, que más adelante fueron modificados con adición de zinc, (Villegas, 1996) y a finales de los años 70 apareció en el mercado un nuevo producto de acción fungicida comercializado con el nombre de Metalaxyl, que parecía ser la solución definitiva para el control del tizón tardío. (Villegas, 1996).

Inicialmente, las evaluaciones de fungicidas estuvieron centradas en la estimación de la eficiencia de productos a base de cobres insolubles y ditiocarbamatos. Sin embargo, la aparición del Metalaxyl (N-[2,6-dimetilfenil]-N-[metoxiacetil]-alanina metil ester) provocó un uso indiscriminado del producto que posteriormente produjo la generación de resistencia del patógeno hacia el producto y por lo tanto la pérdida de eficiencia de este (Navarro, *et al.*, 1981). Desde entonces los ensayos de evaluación se enfocaron en monitoreos constantes de la eficiencia de este producto y de otros fungicidas de uso frecuente como el Bravo 500 (Chlorothalonil) y el Manzate 200 (Mancozeb) (Villegas, 1996).

Actualmente en Colombia los productos químicos de mayor uso se aplican en rotaciones de fungicidas protectantes que tienen como ingrediente activo Mancozeb (etilen-bis-ditiocarbamato de manganeso + Zn) y sistémicos a base Metalaxyl. (Jaramillo, 2003)

#### Control Genético

La historia del control genético de la enfermedad se ha desarrollado en dos etapas importantes. La primera de ellas inició a comienzos del siglo XX cuando se descubrieron ciertas variedades de la especie silvestre *Solanum demissum* portadora de genes que conferirían resistencia a la enfermedad, llamados genes mayores. En Colombia, el entonces Programa de mejoramiento en papa, encontró que las variedades Jabonilla, Curipamba, Tocana colorada y Quincha

poseían este tipo de genes y se trabajaron como alternativas promisorias para la introducción de sus genes a las especies cultivadas (Estrada, 1952). Asimismo, el Programa de mejoramiento incluyó también dentro de sus objetivos la recolección de material nativo y extranjero y los cruzamientos con variedades, híbridos y líneas extranjeras mejoradas para reforzar la búsqueda de materiales con este tipo de resistencia. (Estrada, 1952).

Poco a poco se identificó que la resistencia de campo podía ser más eficiente para controlar la enfermedad (Hardy *et al.*, 2000). A partir de entonces, las evaluaciones de la Colección Central Colombiana de papa en busca de material promisorio con este tipo de resistencia, se convirtieron en uno de los objetivos principales de los programas de mejoramiento. Estas evaluaciones han sido realizadas bajo el marco de desarrollo de proyectos del ICA, CORPOICA, Fedepapa, la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional y el desarrollo del Proyecto "PRACIPA (Programa Andino Cooperativo de Investigación en Papa) para la obtención de variedades resistentes a *Phytophthora infestans* y otros caracteres deseables". (ICA informe anual de labores 1966, 1967, 1968 y 1970, Bolívar *et al.*, 1985, Gutiérrez y Medina, 2000, Zapata *et al.*, 1997, Cufiño *et al.*, 1990, Méndez *et al.*, 1997, Orozco *et al.*, 2001; Ligarreto *et al.*, 1997; Ñustez, 1990 y PRACIPA, 1994).

En las evaluaciones realizadas se han encontrado materiales promisorios provenientes de la colección de *S. phureja* (Guzmán *et al.*, 1960, Estrada, 2000) y variedades como la Algodona, la Jabonilla y la Flora de la especie *S. andigena* (Estrada, 2000).

La búsqueda de mecanismos de manejo biológico de la enfermedad se ha expuesto como una alternativa favorable al uso indiscriminado de fungicidas. Sin embargo aún no ha sido posible establecer una metodología clara de aplicación de los resultados obtenidos y por lo tanto las investigaciones se han mantenido a nivel experimental en laboratorio. Los reportes, han demostrado que los tratamientos de control biológico son favorables en la inhibición del desarrollo del patógeno con extractos vegetales y cultivos líquidos de microorganismos (Paredes, 1997). En papa criolla se han utilizado extractos vegetales de ajo y ajenjol (*Artemisa absinthium*) que parecen tener un efecto de reducción en la severidad de la enfermedad (Castaño *et al.*, s.f).

Por otro lado, se ha estudiado la inducción de resistencia sistémica utilizando elicitores fúngicos y aislamientos de *Pseudomonas spp* fluorescentes, encontrando ciertos grados de resistencia sistémica a la enfermedad (Hernández, 2000, Sánchez, 2001 y Aguirre, 2003).

### ***Alternaria solani***

A pesar de ser un patógeno importante en el cultivo de papa y tomate a nivel mundial, *A. solani* no se ha presentado como una enfermedad limitante en el país. Su control se realiza principalmente mediante rotaciones con cultivos como el maíz y las prácticas de labores agronómicas adecuadas. A nivel de fungicidas se aconseja la utilización de productos químicos a base de Clorotalonil, Oxicloruro de Cobre y Mancozeb. (Barreto *et al.*, 2002; ICA, Informe anual 1969) y en cuanto los estudios de control genético de la enfermedad es muy poco lo que se conoce; únicamente en 1967, Bulla reportó una aparente mayor susceptibilidad de la variedad Castilla al ataque del patógeno y una menor reacción patogénica de las variedades Margoble, Chonto y Manalucie, y por otro lado se reportan algunos estudios "in vitro" para encontrar clones de tomate var. Chonto Santa Cruz resistentes a *A. solani*. (Girata *et al.*, 1992).

### **Estudios fenotípicos y moleculares**

#### ***Phytophthora infestans***

En Colombia, los estudios sobre la composición de las poblaciones del patógeno, estuvieron enfocados en un principio a la identificación de las razas fisiológicas. Sin embargo la urgencia de investigar más a fondo la estructura genética de las poblaciones colombianas de *P. infestans* promovió la realización de proyectos que evaluaran la variabilidad genética y patogénica del oomicete.

#### **Razas fisiológicas**

Desde 1949, se han venido realizando estudios sobre la reacción de las especies y variedades de la Colección Central Colombiana de papa a diferentes aislamientos del patógeno *P. infestans*. Los primeros experimentos fueron realizados por De Rojas Peña en 1953, quien reportó una amplia distribución de la raza "A", la cual afecta únicamente uno de los diferenciales empleados para la evaluación (*S. tuberosum*), y una muy poco frecuente y fragmentada distribución de la raza "D" que afecta dos de los diferenciales empleados para la evaluación (*S. tuberosum* y 2LY-13) y que parece estar relacionada con la raza A. Estos resultados fueron confirmados por Guzmán en 1962 (Citado por Mazo *et al.*, 1995), quien encontró además el primer registro de la raza 3,4.

Actualmente se conocen 12 genes de resistencia (R) que permiten llevar a cabo la caracterización de las razas. Teóricamente, tales genes pueden estar presentes en 4096 ( $12^{12}$ ) posibles combinaciones, incrementando la posibilidad de encontrar diferentes razas de *P. infestans*, igual al número de combinaciones anteriormente descritas (Henfling, 1987 citado por Mazo *et al.*, 1995), de las cuales en Colombia, han sido reportadas hasta 19 razas provenientes de poblaciones con una altísima

complejidad patogénica (Mazo *et al.*, 1995; Marín *et al.*, 1998; Gilchrist, 2001). Sin embargo en Cundinamarca la composición de razas es menos compleja.

### **Tipo de Apareamiento**

En Colombia, se han realizado monitoreos temporales de aislamientos colectados de papa y de otros hospederos para determinar el tipo de apareamiento presente. Hasta el 2004, los estudios realizados, solamente han detectado la presencia del tipo de apareamiento A1, indicando que el oomicete se reproduce únicamente asexualmente, evitando el incremento de mayores proporciones en su variabilidad. Sin embargo, la presencia del tipo de apareamiento A2 en otros países y en consecuencia, la reproducción sexual de este, permitió el desarrollo de razas nuevas, diferentes y más diversas que en Colombia (Mazo *et al.*, 1995; González, 1997; Marín *et al.*, 1998; Gilchrist, 2001; León, 2004).

### **Sensibilidad al Metalaxyl**

En 1981 Navarro *et al.*, reportaron la disminución de la efectividad del producto químico metalaxyl en las regiones productoras de papa de Antioquia, lo cual incrementó la incidencia de la enfermedad en la zona. Los estudios realizados hasta ahora revelan un aumento de poblaciones tolerantes al metalaxyl, tanto en el departamento de Antioquia (Rave *et al.*, 1998; Cortes, 1999) como en el altiplano Cundiboyacense (González, 1997; Espitia, 2005) aunque en este último la predominancia de sensibilidad es por un lado tranquilizante pero por otro lado sorprendente debido al exceso de fungicidas usados y en la altas concentraciones

### **Estudios moleculares**

Las variables mitocondriales hasta ahora reportadas a nivel mundial para *P. infestans* son llamadas: Ia, Ila, Ib y Ilb. En las poblaciones colombianas del patógeno solo se ha reportado la ocurrencia del los haplotipos II-a y I-b (Jaramillo, 2003; Gilchrist, 2001). Sobre esta tema se profundizará en la presentación y se mostrarán los avances moleculares en cuanto al tema de los virus.

### **Conclusiones**

La investigación de las enfermedades en solanáceas causadas por lo géneros *Phytophthora*, *Alternaria* y virus se ha centrado básicamente en el control de *P. infestans* en papa, que se constituye como el patógeno de mayor importancia en el cultivo de este tubérculo en nuestro país. Los géneros *Alternaria* y *Ralstonia*, a pesar de ser patógenos potenciales de esta familia de plantas no se han presentado como problemas de importancia en cuanto a producción y rendimiento.

Es importante subrayar que los reportes de los estudios realizados se han efectuado en su mayoría a nivel de trabajos docentes, Trabajo de grado, informes

y publicaciones y cartillas y boletines. También se identifica un gran vacío en el estudio de las enfermedades a nivel molecular y en la investigación de enfermedades en frutas tropicales como la uchuva, el lulo y el tomate de árbol, que constituyen alternativas importantes para mejorar exportación de productos agrícolas nacionales.

## **BIBLIOGRAFIA**

Aguirre Vera, V. 2003. Evaluación de la cepa P<sub>11</sub>F<sub>12</sub> de la Rizobacteria *Pseudomonas* sp. como inductora de resistencia sistémica para el control de *Phytophthora infestans* en papa *Solanum tuberosum* var. Parda Pastusa. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Bogotá.

Aldana Sayin J.F. 1989. Respuesta de cultivos celulares de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Diacol-Monserrate a diferentes agentes de presión de selección del hongo *Phytophthora infestans* Mont de Bary. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Bogotá.

Barreto Osorio, J.D, Aguirre, M. C, Caicedo, A.M, Miranda Lasprilla, D, Echeverri, L.A y Campos Vela, Y.Y. 2002 Manual: El cultivo del tomate tipo milano, pimentón, maíz dulce y frijol en el sistema de siembra de camas plastificadas bajo las condiciones agroecológicas de la mesera de Ibagué.

Boletín Semanal de la Red de información del sector productivo del Departamento del Casanare. 2005. Recuperado el 14 de Junio de 2006 de: [http://www.casanare.gov.co/esp/descarga/BOLETIN13\\_2005.pdf](http://www.casanare.gov.co/esp/descarga/BOLETIN13_2005.pdf)

Bolívar Roldan R. De J. y López Gil G.A. 1985. Resistencia de clones diploides de papa a *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary y producción de polen 2n. Trabajo de grado. Universidad Nacional del Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

Cañola Flórez, G y Saldarriaga, M. 1971. Comparación de dos funguicidas a diferentes dosis de aplicación para el control de la "gota" del tomate (*Phytophthora infestans*) en el Valle de Medellín. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

Castañeda Sánchez, D y Morales Osorio, J.G. 1996. Caracterización de aislamientos monospóricos de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary por análisis de zimodemas. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Medellín.

Carrillo, L. (s.f). Los Hongos de los Alimentos y Forrajes. 7. Alternaria. Recuperado el 13 de diciembre de 2006 de: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/07htextoalternaria>

Castaño, J & Castro, R. (s.f). Efecto de once Extractos vegetales sobre el Tizón Tardío de la papa (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary) en papa (*Solanum phureja* Juz. et Buk.). Recuperado el 5 de junio de 2006 de: <http://www.cevipapa.org.co/verproyectos.php?id=162>

Cifuentes, J.M. Rojas, N.U. 1987. Evaluación del control químico de la gota *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* en dos zonas del departamento de Boyacá. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Agronomía. Tunja.

Cortés Dávila, W.E y Madrid Serna, Y.N. 1999. Comparación de dos metodologías para estimar la sensibilidad a funguicidas en poblaciones del hongo *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Sede Medellín.

Cufiño Dueñas J. y Pedraza Rodríguez. J. E. 1990. Prueba y selección de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) por su resistencia a *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary y sus características para papa frita. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá.

Del Valle Estrada, 1997 A. La gota. Revista PAPA. No 17. Bogotá . pp. 3

De Rojas Peña E y Estrada Ramos N. 1953. Efecto de la N-triclorometil-tiotetrahidroftalamida, en el control del *Phytophthora infestans* de la papa. Revistas Agricultura Tropical/ 10 (3). pp. 43-44.

Duran Dueñas, J.C y Sánchez Rojas, G. 2002. Evaluación de la inducción química de resistencia sistémica contra la gota (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) en tomate (*Lycopersicon esculentum*. Mill). Trabajo de grado Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá.

Espitia Useche, R.X. 2005. Sensibilidad *In vitro* de 32 aislamientos de *Phytophthora infestans* Mont de Bary de papa en Cundinamarca, Nariño y Boyacá al funguicida metalaxyl. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Bogotá.

Estrada Ramos N. Mejoramiento genético de la papa en Colombia, para resistencia a la "gota" causada por el *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. 1952. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Medellín.

Estrada Ramos N. 2000. Mejoramiento genético de la papa para resistencia al tizón. Revista *Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental*. Vol. 3 No 1-2 pp. 38-39 Bogotá.

Floréz Pinzón, M.A. y Cuervo Jiménez, I. 1967. Resistencia en tomate a tres razas de *Pseudomonas solanacearum* E.F. Sm. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá.

García Domínguez, C. 1997. A Propósito de la introducción de aislamientos de *Phytophthora infestans* para la investigación en Colombia. Revista Agronomía Colombiana. 14 (2). pp. 154-157.

Gilchrist Ramelli, E. 2001. Evaluación de la diversidad genética y patogénica de las poblaciones del hongo *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en Antioquia. Tesis de posgrado Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

Girata Ospina, I. E, Martínez Zamabrano, A.M. 1992. Estudios orientados a la selección "in Vitro" de somaclones de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) var. Chonto Santa Cruz tolerantes a *Alternaria solani*. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá.

González Castaño, G.P. 1997. Caracterización de las poblaciones de *Phytophthora infestans* en el Altiplano Cundiboyacense con base el tipo de apareamiento y sensibilidad al fungicida Metalaxyl. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá.

Gualtero Cuellar, E.J. 1997. Caracterización aloenzimática de poblaciones de *Phytophthora infestans* en papa en el altiplano Cundiboyacense de los Andes de Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá

Gutierrez. A y Medina J.A. 2000 Ensayos preliminares de rendimiento en veintiséis clones número 1 provenientes de hibridación interespecífica en papa. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá.

Guzmán Naranjo J. Thurston H.D y Heidrick L.E. 1960 Resultados sobre la Naturaleza de la resistencia parcial de tres clones de papa a *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary. Revista *Agricultura Tropical* 16 (2) pp. 89-99

Hardy B. Trognitz, B. Forbes, G. 1996. Mejoramiento para el tizón Tardío. Progresos hasta hoy. Revista *Papas colombianas con el mejor entorno ambiental*. pp. 190-194

Hernández Hoyos E.R. 2000. Análisis Comparativo de la Inducción de Resistencia Sistémica Adquirida (RSA) con un elicitador fúngico en plantas de papa *Solanum tuberosum* L. bajo dos tipos de manejo agrícola (Orgánico y Convencional). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Bogotá.

Huertas, G y Lara, M.J. 1985. Evaluación de 11 materiales de tomate *Lycopersicum esculentum* por su resistencia frente a la gota *Phytophthora infestans* en la región de Santagueda Caldas. Trabajo de grado. Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía. Manizales

ICA Programa Nacional de Fitopatología. Informe Anual de Labores. Bogotá 1966, 1967, 1968, 1969 y 1970

Jaramillo Villegas S. 2003. Monografía sobre *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

León Orozco, H.J. 2004. Evaluación de aislamientos de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary colectados en Antioquia mediante tipo de apareamiento y haplotipos mitocondriales. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Medellín.

López Quiroz, N.R y Saldarriaga González, R. 1981. Efecto del encalamiento en la marchitez (*Pseudomonas solanacearum*) de la papa (*Solanum tuberosum*) en un suelo de la estación experimental "La Selva" (Rionegro). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

Ligarreto G.A, Bonilla D.S y Martín. G. A. 1997. Evaluación de la Colección Central Colombiana de *Solanum tuberosum spp andigena* por su resistencia a *Phytophthora infestans* y calidad industrial en la localidad de San Jorge. Informe anual de Convenio Especial de Cooperación Técnica y Científica entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Corpoica. C.I. Tibaitatá

Maldonado, S.Y; Delgado, M.C & García, C. (s.f). Estudio de la Estructura Genética de las poblaciones de *Phytophthora infestans* en las regiones productoras de papa Colombia. Recuperado el 13 de Junio de 2006 de: <http://www.redepapa.org/infestans3.pdf>

Marin Montoya, M y Mira Castillo, J.J. 1998. Caracterización de razas fisiológicas y tipo de apareamiento en aislamientos de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, en diferentes pisos térmicos y hospederos en el departamento de Antioquia. Trabajo de grado Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

Mazo Arango, J. J y Patiño Hoyos, L.F. 1995. Determinación de razas fisiológicas y tipo de apareamiento en aislamientos de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

Méndez Heredia R.A. y Rojas Sepúlveda, L.A. 1997. Evaluación de la Colección Colombiana de *Solanum tuberosum andigena* por resistencia a *Phytophthora infestans* y calidad industrial en la localidad de San Jorge. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Bogotá.

Morales Osorio, J.G; Patiño Hoyos, L.F; Jaramillo Villegas, S; Márquez Fernández, M.E; López Ortiz, J.B; Castañeda Sánchez, D; Zapata, J.L. (s.f). Patrones aloenzimáticos de varios aislamientos de *Phytophthora infestans* de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias y Ciencias Agropecuarias. Sede Medellín.

Navarro, R. Puerta, O.D. Pérez, O. 1981. Resistencia de *Phytophthora infestans* al fungicida sistémico Metalaxil. Revista *ASCOLFI Informa*. 7 (1). pp. 2

Ñustez López, C.E. 1990. Selección de híbridos de especies de papa por resistencia a *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary, fertilidad masculina y potencial productivo. Trabajo de Posgrado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá.

Ñustez López C.E. 1996. La investigación en papa en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, Herencia y Futuro. Revista *Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental*. pp. 27-30. Bogotá

Orozco, J.I y López, M.I. 2001. Evaluación de características agronómicas, de calidad industrial y resistencia a *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary en 19 clones de papa *Solanum tuberosum* L. en Santa Rosa de Osos (Antioquia). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

Paredes Díaz M. 1997. Efecto de fungicidas biológicos en el control de *Phytophthora infestans* en cultivos de papa. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Bogotá.

Pedraza Vásquez G. 1973. Estado de la Investigación sobre enfermedades fungosas y bacteriales en el cultivo de la papa en Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá.

Phytophthora Functional Genomics Database. (s.f) Recuperado 13 de Diciembre 2005 de : <http://www.pfgd.org/>

Piña Rojas. N y Sanabria Jiménez, A.J. 1998. Evaluación de alternativas de manejo biológico para el control de gota (*Phytophthora infestans*) sobre papa (*Solanum sp*) en Toca (Boyacá). Trabajo de grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Agronomía Tunja.

PRACIPA. Programa Andino Cooperativo de Investigación en papa. Tercera Fase. Fitomejoramiento. Informe Final. 1994. Obtención de variedades resistentes a *Phytophthora infestans* y otros caracteres deseables. Tibaitatá.

Ramos Arroyabe L.G. Ruiz López L.F. 1985. Evaluación de fungicidas para el control de la gota *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary de papa (*Solanum*

*tuberosum*) Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

Rave Henao, M.I. y Roldan Echavarria, P.E. 1998. Evaluación de la resistencia *in vitro* e *in vivo* de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary al fungicida Metalaxyl, en aislamientos del departamento de Antioquia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sede Medellín.

Rodríguez Polanco E. 2000. Efecto de la combinación de un fungicida protectante y la resistencia poligénica a *Phytophthora infestans* en el manejo de la gota en papa. Tesis de Posgrado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá.

Sánchez Suárez, C.I. 2001. *Pseudomonas spp.* Fluorescentes y su relación con los mecanismos de defensa de plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) contra *Phytophthora infestans* bajo dos tipos de manejo agrícola (Convencional y Orgánico). Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Sede Bogotá

The International Solanaceae Genome Project (SOL) Systems Approach to Diversity and adaptation. 2004. Recuperado 21 de Febrero de: <http://www.sgn.cornell.edu/solanaceae-project/>

Urrea A.I, Gómez. R, Orellana. P.A, Herrera. L, Veitía. N y Alvarado. Y. 2000. Estudio de Parámetros para la Selección *in vitro* empleando medios derivados de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary para inducir respuesta de resistencia en papa (*Solanum tuberosum* L.) Revista *Actualidades Biológicas*. 22 (72). pp. 5-15

Van Den Enden R. 1965 Combate de la gota (*Phytophthora infestans* (Mont) De Bary) en la papa (*Solanum tuberosum*) con diferentes fungicidas. Trabajo de grado Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales.

Van der Waals, J.E, Korsten, L y Slippers, B. 2004. Genetic Diversity among *Alternaria solani* Isolates from potatoes in South Africa. Revista *Plant Disease*. 88(9). pp 959-964.

Villegas C. 1996. Manejo Químico. Revista *Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental*. pp. 260-261.

Zapata Pareja J.L, Trillos González, Rave Buitrago I.D. 1997. Evaluación de la resistencia y compatibilidad al patógeno *Phytophthora infestans* de genotipos de la Colección Central Colombiana de papa. Revista *Actualidades Corpoica*. 15 (112) pp. 57-63