

**Informe final\* del Proyecto JC009**  
**Digitalización de la colección FITO-UBIPRO, de las enfermedades y sus agentes causales, de los cultivos agrícolas de la región centro de México\***

<b>Responsable:</b>	Dr. Rodolfo De La Torre Almaraz
<b>Institución:</b>	Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Iztacala
<b>Correo electrónico:</b>	drodolfo@servidor.unam.mx
<b>Fecha de inicio:</b>	15 de febrero de 2013
<b>Fecha de término:</b>	2 de octubre de 2015
<b>Principales resultados:</b>	Base de datos, Informe final, Fotografías
<b>Forma de citar** el informe final y otros resultados:</b>	De La Torre-Almaraz R. 2015. Digitalización de la colección FITO-UBIPRO, de las enfermedades y sus agentes causales, de los cultivos agrícolas de la región centro de México. Colección FITO-UBIPRO. Unidad Iztacala. Facultad de Estudios Superiores. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto JC009. México, D. F.

**Resumen:**

Las enfermedades y los agentes que las producen (patógenos), reducen la producción y el rendimiento de los cultivos, lo que limita la obtención de alimentos, materiales de construcción, fuentes de combustible, así como productos que fomentan nuestro confort. En algunos casos, los patógenos de plantas producen compuestos tóxicos que envenenan nuestros alimentos. Las enfermedades causan un 20% pérdidas rendimiento en todos los cultivos, y se invierten millones de dolares para su combate, manejo y diagnóstico, para establecer cuarentenas y servicios de inspección para el control del movimiento de patógenos peligrosos que amenazan directamente los recursos alimentarios o que pueden constituirse en armas bioterroristas que pueden causar enfermedades en plantas, animales y ser humano. En la Región Centro de México, se cultivan poco mas de 60 especies y variedades de plantas. En todas, se presenta al menos una enfermedad causada por un patógeno, y en algunas se han identificado varios patógenos que atacan a las plantas simultaneamente. Recientemente se ha sugerido que es necesario identificar e incluso conservar a los patógenos que causan las enfermedades de nuestros cultivos, ya que al forman parte del ecosistema, tienen un papel ecológico importante en todo el sistema. Se ha demostrado que patógeno y hospedante mutuamente estructuran sus poblaciones y su evolución. En el laboratorio de Microbiología de la UBIPRO de la FES-IZTACALA, contamos con una colección de muestras de cerca de 45 cultivos diferentes, recolectadas en las zonas agrícolas comerciales de la Región Centro de México, con síntomas y patógenos, las que se han herborizado con etiquetas que contienen información referente al cultivo, enfermedad, patógeno y localidad. Nuestra colección incluye fotografías de las muestras en condiciones de campo y algunas de los agentes causales bajo el microscopio compuesto. La colección no está digitalizada, requiere actualizar información, como georefenciación, contar con nuevas muestras que se han perdido o no son ya adecuadas para servir como referencia. Por tanto, el objetivo de la presente propuesta es: Digitalizar la información referente a la colección FITO-UBIPRO, de las enfermedades y sus agentes causales, de los cultivos agrícolas de la region Centro de México.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**DIGITALIZACIÓN DE LA COLECCIÓN FITO-UBIPRO, DE LAS  
ENFERMEDADES Y SUS AGENTES CAUSALES, DE LOS CULTIVOS  
AGRÍCOLAS DE LA REGIÓN CENTRO DE MÉXICO**

**Rodolfo De La Torre Almaraz.**

Laboratorio de Microbiología. UBIPRO.FES-IZTACALA.

**RESUMEN**

Las enfermedades y los agentes que las producen (patógenos), reducen la producción y el rendimiento de los cultivos, lo que limita la obtención de alimentos, materiales de construcción, fuentes de combustible, así como productos que fomentan nuestro confort. En la Región Centro de México, se cultivan poco más de 60 especies y variedades de plantas. En todas, se presenta al menos una enfermedad causada por un patógeno, y en algunas se han identificado varios patógenos que atacan a las plantas simultáneamente. En la presente contribución se recopiló, ordenó y digitalizó la colección FIT-UBIPRO de la FES-IZTACALA de la UNAM, que incluye Hospedantes y Enfermedades con sus patógenos de los principales cultivos de los estados de México, Puebla, Morelos y D.F. que se ha recolectado desde hace más de 15 años. En la base de datos digitalizada en BIÓTICA se incluyó, hasta el momento, 259 registros, de un total de 807, que corresponden a 67 cultivos y 136 enfermedades distintas. La base de datos fue digitalizada en BIOTICA ver. 5.0 para su entrega a la CONABIO, pero la misma información se incluyó en varios archivos WORD y TIFF para su consulta directa en cualquier computadora o para su impresión en un libro.

***Palabras clave:*** Hospedantes, patógenos, Biodiversidad, México.

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades, y los patógenos que las producen, reducen la producción y el rendimiento económico de las plantas cultivadas, lo que limita nuestra habilidad para alimentarnos, obtener materiales de construcción, fuentes de energía o productos que mejoran nuestro confort. En algunos casos, los patógenos de plantas producen compuestos tóxicos que envenenan nuestros alimentos. Finalmente, las enfermedades pueden limitar o condicionar las áreas de cultivos y en consecuencia determinan la disponibilidad suficiente de alimentos (Shuman y D'Arcy, 2010).

Es imposible separar a las enfermedades de los cultivos de la historia y la cultura humana. Una sola enfermedad, el tizón tardío de la papa, desencadenó la hambruna Irlandesa de la papa en 1840, que causó más de un millón de muertos y la emigración de miles de personas de Irlanda a los Estados Unidos de Norteamérica. Existen otros ejemplos de enfermedades que han dañado la economía y cambiado las costumbres de miles de personas en el Mundo. P. ej. la roya del cafeto, el cáncer de los cítricos, las royas de los cereales, etc., mientras que otras, la mayoría, que aunque no son devastantes, limitan los cultivos y los rendimientos por los daños persistentes que se presentan anualmente (Agrios, 1978).

Se estima que las enfermedades causan un 20% de pérdidas directas en el rendimiento en todos los cultivos e indirectamente se invierten cada año en todo el Mundo miles de millones de dólares para el manejo de plantas enfermas y combate de los patógenos que las causan. Por otro lado, cada año a nivel local o mundial, se invierten enormes fondos para desarrollar y aplicar métodos de diagnóstico, establecer cuarentenas y servicios de inspección para el control del movimiento de patógenos peligrosos que amenazan directamente los recursos alimentarios o que pueden constituir

armas bioterroristas que pueden dañar plantas, animales y al ser humano (Finch, 1974; Trigliano et al., 2004).

Recientemente se ha establecido que junto con la identificación necesaria del agente causal o patógeno, también es fundamental conservar en resguardo a los patógenos que causan las enfermedades de nuestros cultivos, ya que al formar parte del ecosistema, ambos tienen un papel ecológico cada vez más valorado. Se ha demostrado que patógeno y hospedante mutuamente estructuran sus poblaciones y su evolución, por lo que el impacto en el ecosistema es importante. Sin embargo, el valor del material en resguardo, dependerá de la cantidad y calidad de la información recopilada, tanto de las enfermedades como de los patógenos que las causan. La recolección de muestras, su resguardo y mantenimiento en una colección de hospedantes de importancia agrícola y sus patógenos, que esté adecuadamente organizada, es sumamente valiosa desde el punto de vista biológico, genético, biogeográfico, ecológico y hay opiniones en el sentido de que esto puede ser, incluso, importante para la seguridad alimentaria en nuestro país (Jan et al., 2002; Milgroom y Peever, 2003; Ye et al., 2003; Burdon, 2009; Kang *et al.*, 2006).

En la Región Centro de México, que incluye los Estados de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala y D.F., se cultivan poco más de 60 especies y variedades diferentes de plantas con algún uso agrícola. En todas, se presenta al menos un patógeno y en algunas especies se han identificado hasta 10 patógenos distintos, atacando casi simultáneamente al cultivo.

Por la superficie sembrada, cosechada, por el valor de la producción, así como por su valor social, los cultivos más importantes son: maíz, frijol, café, papa, cebada, cacahuete, trigo, caña de azúcar, haba, jitomate, alfalfa, sorgo, ciruelo, durazno,

manzana, aguacate, naranjo, limón, pera y plátano. Sin embargo, la lista de hospedantes puede superar fácilmente las 100 especies, ya que se conocen pequeñas localidades en la Región Centro de México, en donde se cultivan especies menores como: acelga, cilantro, hierbabuena, poro y muchas otras que se utilizan como aromatizantes, especias, condimentos, etc., por lo que la lista de patógenos también podría incrementarse. Es notable, el número de especies ornamentales que se están cultivando en México y son escasos o nulos los trabajos que reporten sus patógenos. Muchas de estas especies son silvestres y endémicas en México, las que se han domesticado recientemente y que presentan enfermedades de las que se desconoce la fuente de contagio original o si son patógenos acarreados junto con su hospedante del ambiente silvestre.

En el laboratorio de Microbiología de la UBIPRO de la FES-IZTACALA, contamos con una colección, a la que hemos designado preliminarmente como FIT-UBIPRO, conformada por muestras herborizadas de cerca de 45 cultivos diferentes, recolectadas en las zonas agrícolas comerciales de la Región Centro de México desde el año de 1996, que muestran síntomas y algunas aún tienen estructuras de los patógenos o agentes causales, las que se han herborizado con etiquetas que contienen solo información referente al cultivo, enfermedad, patógeno y localidad. Nuestra colección incluye fotografías de las muestras en condiciones de campo y algunas incluyen fotografías de los agentes causales bajo el microscopio compuesto. La colección se ha enriquecido con nuevas muestras que se han estado analizando poco a poco. El número de patógenos aún no ha sido totalmente contabilizado por cultivo.

La colección requiere actualizar la información sobre las localidades en donde fueron recolectados los ejemplares, su georreferenciación e incluso contar con muestras nuevas que se han perdido o que ya no son adecuadas para servir como referencia. Es necesario registrar las fotografías de campo y de laboratorio de los síntomas, signos de

cada enfermedad por cultivo y adicionar nueva información respecto a los aspectos biológicos, geográficos y genéticos de los patógenos de los cultivos de la Región Centro de México, que pudieran servir primero como bancos de referencia taxonómica.

Considerando lo anterior, es necesario contar con información sistematizada, digitalizada y registrada en una base de datos de los patógenos de los cultivos de la Región Centro de México, que permita valorar la riqueza y potencial biológico de los organismos causantes de enfermedad.

## **OBJETIVOS**

Por tanto, la presente propuesta propone como objetivo: Digitalizar la información referente a la colección FIT-UBIPRO, de las enfermedades y sus agentes causales, de los cultivos agrícolas de la región Centro de México, en una base de datos, tipo BIOTICA 5.0, con registro en la CONABIO.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE LA COLECCIÓN**

#### **Herborización y curación del material**

Fueron revisados los ejemplares herborizados de la colección (plantas/patógenos), seleccionados los ejemplares en buen estado y almacenados con nuevas etiquetas, que incluyeron datos faltantes. La sustitución de los ejemplares dañados será realizada en nuevas recolectas en el futuro (De La Torre *et al*, 1975; Bradshaw, 1976; Lot y Chiang, 1986).

#### **Registro y digitalización de fotografías de plantas y enfermedades**

Se obtuvo un banco de aproximadamente 200 fotografías de distintas enfermedades y síntomas que presentan plantas de los cultivos más importantes de la zona Centro de

México. Las fotografías fueron tomadas con una Cámara Reflex Praktica utilizando película Fuji asa 200x e impresas en papel Fuji tamaño postal. Todas las fotografías fueron escaneadas con un equipo Epson Perfetion 2580 photo, a una escala de 500 a 600 pixeles por pulgada y almacenadas en archivos con extensión TIF. En algunos casos se incluyeron estructuras morfológicas de patógenos al microscopio estereoscópico, compuesto, de barrido y de transmisión (electrónico).

### **Registro de georreferenciación de los sitios de recolecta**

En cada parcela en donde se recolectó material de plantas con alguna clase de síntomas se registraron datos de georreferenciación con un equipo Garmin Geko, así como el nombre y ubicación geográfica de la localidad o pueblo más próximo al sitio. Los ejemplares de la colección FIT-UBIPRO, cuando fueron originalmente recolectados se etiquetaron con la información de fecha, cultivo, descripción de los síntomas, localidad y cultivos asociados, trasladándose al Laboratorio para su herborización y almacenaje, para tiempo después iniciar el proceso de aislamiento e identificación de patógenos asociados a los síntomas.

### **Determinación taxonómica de hospedantes y patógenos**

La determinación taxonómica de los patógenos asociados a sus hospedantes se realizó considerando: 1.- Características morfológicas observadas bajo el Microscopio estereoscópico y compuesto; 2.- Pruebas químicas (tinción de almidón de esporas, por ejemplo) y Físicas (efecto de la luz, temperatura, etc. para inducir esporulación); 3.- Biológicas (cultivo en medios de cultivo artificiales), pruebas serológicas y bioquímicas, pruebas de patogenicidad; y 4.- Diagnóstico molecular, principalmente enfermedades causadas por virus, viroides y fitoplasmas (Kíraly *et al.*, 1974; Moore *et al.*, 2001; Burns, 2009; Kirk, *et al.*, 2008).

En todos los casos se utilizaron claves taxonómicas para la identificación de los distintos patógenos asociados a los síntomas de cada enfermedad (Ainsworth et al., 1973a; Ainsworth *et al.*, 1973b; Foster *et al.*, 2008; Hanlin, 1997; Hanlin 1998a; Hanlin 1998b; Ulloa y Hanlin, 2000; Barnett y Hunter, 1998)

Para la determinación de la identidad de los hospedantes se utilizaron los catálogos aportados por la CONABIO para plantas, principalmente Angiospermas.

## **DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **Base de datos en Biótica**

Toda la información recopilada y correspondiente a la colección FIT-UBIPRO, se digitalizó y se incluyó en la base de datos BIÓTICA ver. 5.0 de la CONABIO.

### **Base de datos en Word**

La información de la colección FIT-UBIPRO fue incluida en varios archivos del tipo Word para facilitar su lectura.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE LA COLECCIÓN**

#### **Herborización y curación del material**

El material de la colección fue revisado y reacomodado en nuevos sobres y colocadas nuevas etiquetas, sin embargo será necesario recolectar nuevo material ya que algunos ejemplares se han deteriorado o ha disminuido su cantidad ya que algunos ejemplares se han utilizado para demostraciones en enseñanza. La sustitución de los ejemplares dañados será realizada en nuevas recolectas en el futuro.

#### **Registro y digitalización de fotografías de plantas y enfermedades**

En el presente reporte se incluyen 148 fotografías, en un archivo de Imágenes (.tiff) como banco, ordenadas alfabéticamente para facilitar su localización, con el nombre del



Hospedante y el nombre común de la Enfermedad. Fueron incluidas solo una foto por Hospedante/Enfermedad y excepcionalmente se incluyeron dos fotos. En otras enfermedades se incluyeron las estructuras de los patógenos cuando fue posible obtenerlos.

### **Registro de georreferenciación de los sitios de recolecta**

La información de la georreferencia de cada sitio en donde se recolectó material de cada Hospedante/Enfermedad se incluyó en la base de datos de BIÓTICA y en los archivos Word. Para algunos hospedantes/enfermedades solo se ubicaron en una o dos localidades, como fue el caso del cafeto y la caña de azúcar, mientras otras fueron localizadas en todos los Estados, como fue el caso para frijol, alfalfa o durazno, cultivados en toda la región centro.

Las enfermedades y los patógenos asociados son específicos a cada cultivo y ambos son determinados por las condiciones ambientales locales, por tanto es evidente que en los casos del frijol, alfalfa o durazno fue comprensible que se encontraron en toda la región, razón por la cual estos cultivos tienen el mayor número de localidades georreferenciadas.

### **Determinación taxonómica de hospedantes y patógenos**

La mayoría de los hospedantes y patógenos fueron identificados hasta el nivel de especie, sin embargo para algunos, principalmente para plantas, fue realizada a nivel genérico debido a la variación de formas que se han obtenido en cruza artificiales. En el caso de patógenos, se reportan las especies más conocidas en México, sin dejar de reconocer que en este caso también puede existir una gran variedad de especies sin identificar, situación que lleva tiempo en determinar.

## **DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **Base de datos en Biótica**

En la base de datos de BIÓTICA se registraron en total 67 hospedantes (plantas) y 136 patógenos distintos. Los sitios georreferenciados en donde se localizaron los hospedantes/patógenos incluidos en la base suman un total de 807 registros, sin embargo en la base de datos se incluyen solo 259 registros que son un poco más de los comprometidos (242). Los registros restantes se están capturando y se anexarán al informe final. La cantidad de registros obtenidos, 807, indica la amplia distribución de muchas enfermedades en los Estados de la región Centro de México y señala la importancia de continuar registrando enfermedades en estos y otros cultivos ya que los patógenos y las enfermedades son dinámicas y fluctuantes en el tiempo y en las distintas regiones en las que son frecuentes.

Es factible que en futuros recorridos de campo se presenten nuevas enfermedades o nuevos cultivos o nuevas áreas de cultivo, por tanto el monitoreo de fitopatógenos debería ser una actividad continua.

### **Base de datos en archivos Word y TIFF**

Fueron elaboradas tres carpetas en archivos Word y una en Tiff, que se incluyen en el presente informe y que facilitan la lectura de la información de la Colección Fitopatológica UBIPRO de la FES-IZTACALA. La primer carpeta denominada “PORTADA E INDICE DE ENFERMEDADES DE CULTIVOS EN MEXICO” que incluye en orden alfabético los Hospedantes y las Enfermedades que se describen en las siguientes carpetas. La segunda denominada “1 ENFERMEDADES DE CULTIVOS EN MEXICO” incluye el nombre del hospedante, seguido del nombre de la enfermedad y del agente causal (patógeno) todo ordenado alfabéticamente; al centro la fotografía que ilustra al hospedante y a la enfermedad, al pie de cada fotografía se incluye la

descripción de los síntomas o daños causados por la enfermedad y la georreferenciación más característica o principal del sitio de localización de la enfermedad. La tercera carpeta en formato Tiff denominada “2 ARCHIVO FOTOS CONABIO JC009” incluye el banco de las fotografías que se incluyen en la primer carpeta. Las fotografías contienen el nombre del hospedante y de la enfermedad, lo que permite ordenarlas alfabéticamente. Todas las fotografías fueron capturadas en formato tiif con alta resolución para su amplificación. La cuarta carpeta en formato Word contiene la clasificación taxonómica del hospedante y después del patógeno. Aquí se incluye la georreferenciación de todos los sitios en donde se recolectaron muestras y donde se verificó la presencia del cultivo y la enfermedad.

La información contenida en estas carpetas permitirá su consulta directa y fácil de comprender, ya sea en forma digital o impresa, en este último caso se propondrá su publicación en forma de libro.

## **CONCLUSIONES**

Fue recopilada, ordenada y digitalizada la colección de Hospedantes y Enfermedades, con sus patógenos, de los principales cultivos de los estados de México, Puebla, Morelos y D.F.

La base de datos digitalizada en BIÓTICA ver. 5.0 incluye hasta el momento 259 registros, de un total de 807, que corresponden a 67 cultivos y 136 enfermedades diferentes.

La base de datos se digitalizó en BIOTICA ver. 5.0 para su entrega a la CONABIO, pero la misma información se incluyó en varios archivos WORD y TIFF para su lectura directa o para su impresión en el futuro en un libro.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Agrios, N. G. 1978. *Plant Pathology*. Academic Press. 703 pp.
- Ainsworth, G. C., and Sussman, S.A. 1973a. *The Fungi*. A Taxonomic review with keys: Ascomycetes and Fungi Imperfecti.
- Ainsworth, G.C., Sparrow, K.F., and Sussman, S.A. 1973b. *The Fungi*. An advanced treatise. Vol. IV B. A taxonomic review with keys: Basidiomycetes and lower fungi.
- Barnett, H. L. y Hunter, B. B. 1998. *Illustrated genera of imperfect fungi*. cuarta edición. Burgess Publishing Company. U. S. A. 218 pp
- Bradshaw, L. J. 1976. *Microbiología de Laboratorio*. Edit: El Manual Moderno, S.A. México. 146 pp.
- Burdon, J. J. 1987. *Diseases and plant population biology*. Cambridge University Press. London. 208 pp.
- Burns, R. 2009. *Plant Pathology. Techniques and protocols*. Human Press. 321 pp.
- De La Torre, G.G., Juárez, J.C. y Figueroa, H.H. 1975. *Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo*. Edit: Limusa, México.
- Finch, C.H., and A. N. Finch. 1974. *Los hongos comunes que atacan cultivos en América Latina*. Edit. Trillas. pp 188.
- Foster D. G., Johansen, I. E., Hong, Y., Nagy, D.P. 2008. *Plant Virology Protocols*. Humana Press. 677 pp.
- Hanlin, T.R. 1997. *Illustrated Genera of Ascomycetes*. Vol: I. The American Phytopathological Society. USA 263 pp.

- Hanlin, T.R. 1998a. Illustrated Genera of Ascomycetes. Vol: II. The American Phytopathological Society. USA. 258 pp.
- Hanlin, T. R. 1998b. Combined keys to illustrated genera of ascomycetes. Vol I & Vol II. The American Phytopathological Society. USA. 113 pp.
- <Http://www.umu.se/myconet/curr/outline.00.html>
- Jan E. Leach, Scott Gold, Sue Tolin, Kellye Eversole, 2002. Developed by the Plant Microbiology Research Community. White Paper In association with the APS Public Policy Board. Plant-Associated Microbe genome Initiative. <http://www.apsnet.org/members/ppb/top.asp>.
- Kang, S., Blair, J. E., Geiser, D. M., Khang, C.-H., Park, S.-Y., Gahegan, M., O'Donnell, K., Luster, D. G., Kim, S. H., Ivors, K. L., Lee, Y.-H., Lee, Y.-W., Grünwald, N. J., Martin, F. M., Coffey, M. D., Veeraraghavan, N., and Makalowska, I. 2006. Plant pathogen culture collections: It takes a village to preserve these resources vital to the advancement of agricultural security and plant pathology. *Phytopathology* 96: 920-925.
- Kirk, M.P., P.F. Cannon, D.W. Minter, and J.A. Stalpers. 2008. Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi. CABI Europe-UK., Cromwell Press, Troebridge. 771 pp.
- Király, Z., Klement, Z., Solymosy, F., and Vörös, J. 1974. Methods in plant pathology. Edit: Elsevier Scientific Publishing Company. 347 pp.
- Lot. A. y Chiang. F. 1986. Manual de herbario. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. UNAM. México. 103-111 págs.

- Moore, D., Nauta, M.M., Evans, S.E., and Rotheroe, M. 2001. Fungal Conservation. Issues and Solutions. Cambridge University Press. 262 pp.
- Noyd, K.R. 2000. Mycology reference cards. American Phytopathological Society, Minnesota, USA. Cards.
- Shuman, L.G., and D'Arcy J. C. 2010. Essential Plant Pathology. APS Press. 369 pp.
- Trigiano, N. R., Windham, T.M., and Windham, S. A. 2004. Plant Pathology. Concepts and Laboratory Exercises. CRC Press. 413 pp.
- Ulloa, M. y Halin, T.R. 2000. Illustrated Dictionary of Mycology. The American Phytopathological Society. U. S. A.158 pp.
- Ye, T.Z., Yang, R. C., and Yeh, F.C. 2003. Coevolution in natural pathosystems: Effects of dominance on host-pathogen interactions. *Phytopathology* 93: 633-639.