



BACTERIAS FITOPATÓGENAS

Las bacterias son microorganismos unicelulares, generalmente con un tamaño de 1-2 μm , que no pueden verse a simple vista. Las bacterias asociadas a las plantas pueden ser benéficas o dañinas (fitopatógenas). Todas las superficies vegetales tienen microbios sobre ellas (epífitos), y algunos microbios viven dentro de las plantas (endófitos). Algunos son residentes y otros transitorios. Las bacterias se encuentran entre los microorganismos que colonizan a las plantas en forma sucesiva a medida que éstas maduran. Poblaciones grandes de bacterias se vuelven visibles en forma de agregados en medio líquido, como biofilms en plantas, suspensiones viscosas taponando los vasos de las plantas, o como colonias en placas o cajas de Petri en el laboratorio. Generalmente se requieren poblaciones de 10^6 UFC (Unidades Formadoras de Colonia/mililitro) o mayores para que las bacterias funcionen como agentes de control biológico, con fines beneficiosos, o como patógenos, causando enfermedades infecciosas (Agrios, 2005).

En todo el mundo, las bacterias fitopatógenas causan muchas enfermedades serias (APS, 2013), pero en menor número que los hongos o los virus, y también ocasionan relativamente menores daños y costos económicos. La mayoría de las plantas, silvestres y cultivadas tienen inmunidad innata o resistencia a muchos patógenos. Sin embargo, muchas plantas pueden hospedar fitopatógenos sin desarrollar síntomas (asintomáticas).

De manera general las bacterias como patógenos vegetales pueden causar enfermedades graves y económicamente dañinas, ocasionando desde manchas, mosaicos, pústulas en hojas y frutos, o podredumbres malolientes de tubérculos hasta la muerte de las plantas. Algunas causan una distorsión de las hojas y tallos relacionada con hormonas, llamada agalla de corona, una proliferación de células vegetales produciendo un abultamiento en el cuello de las plantas y sus raíces (APS, 2013),

1 Biología Básica

Una de las formas simples de agrupar a los organismos vivos es de acuerdo a características celulares. Los eucariotes son organismos que tienen un núcleo verdadero en el cual se encuentra el material genético rodeado por una membrana. Además contienen mitocondrias, dos tipos de ribosomas (uno de mayor tamaño en el citoplasma y otro de menor tamaño en las mitocondrias) y en algunos casos (células fotosintéticas) poseen cloroplastos. La pared celular contiene celulosa y/o quitina, pero nunca peptidoglicanos. Por el contrario los procariones, grupo al que pertenecen las bacterias, se caracterizan por que el material genético está disperso en el citoplasma (no existe membrana nuclear y por lo tanto núcleo verdadero). Además, no poseen mitocondrias, ni cloroplastos y los ribosomas son pequeños. En las bacterias fotosintéticas la clorofila se encuentra en el citoplasma o en estructuras llamadas tilacoides de membrana (Arauz, 1998).



Las bacterias fitopatógenas tienen morfología variada, Hay bacilos (bastones), cocos (esféricas), bastones pleomórficos (tendencia hacia formas irregulares) y formas espiraladas. La mayoría de las bacterias asociadas con las plantas son bastones. Sin embargo, la ciencia moderna ha demostrado por análisis bioquímico, genético y de biología molecular que estas bacterias son bastante heterogéneas (Arauz, 1998).

2 Clasificación taxonómica

La posición taxonómica de cada bacteria se define mediante un conjunto de características **fenotípicas** (morfológicas, serológicas, metabólicas) y **genotípicas** (material genético) identificadas a través de métodos y técnicas que el hombre ha conseguido desarrollar a través del tiempo. Es así como la taxonomía de bacterias además de ser polifacética (basada en muchas características del individuo) es dinámica y se modifica a medida que nuevos estudios permiten conocer con mayor precisión el grado de parentesco o similitud. Desde los años 80 del siglo pasado con la evolución de los métodos de análisis moleculares de los ácidos nucleicos y de la informática que permite mediante el auxilio de un programa de computación analizar muchas características diferentes a la vez, se ha establecido un cambio revolucionario en la clasificación de las bacterias. Para mantener una orientación en estos cambios, existe un grupo de especialistas reunidos en el Committee on the Taxonomy of Plant Pathogenic Bacteria que se ocupa de revisar las propuestas y su adecuación con el Código Internacional de Nomenclatura de Bacterias (Young *et al*, 2001).

El código actual de taxonomía de bacterias utiliza el sistema binomial. Sin embargo, para la mayoría de las bacterias fitopatógenas se utiliza un sistema trinomial. El primer nombre pertenece al género y la primera letra se escribe con mayúscula (Ej. *Pantoea*). El segundo, pertenece a la especie y se escribe con minúscula (Ej. *ananas*). Cuando se han identificado bacterias de la misma especie infectando hospedantes diferentes, la variabilidad patogénica se anuncia agregando el término patovar (abreviación = pv.); Ej. pv. *ananas*. La especie tipo de un grupo de bacterias se reconoce por el término subespecie (abreviación = subsp.), ejemplo. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Cuando se conoce solamente el género, la nomenclatura utilizada es *Xanthomonas* sp. (sp = especie) Agrios, (2005); Young *et al*, (2001).

3 Estructura general

De manera general los cromosomas compuestos por ADN están enrollados y puede haber más de uno por célula. Las bacterias pueden tener plásmidos (entidades genómicas extra-cromosómicas) los que pueden codificar para factores de virulencia esenciales o, por el contrario, factores de control biológico, los que son productos químicos efectivos contra bacterias deletéreas u hongos. En algunas bacterias se pueden ver gránulos de almacenamiento. Las células bacterianas pueden tener o no apéndices: flagelos, usualmente en los polos de las células (para el movimiento) y fimbrias o pili, unos apéndices más pequeños parecidos a hilos, generalmente en varios lugares.



Cuadro 1. Estructuras básicas de las bacterias

| Estructura | Características |
|--------------------------------|---|
| Capa externa | Muchas bacterias fitopatógenas están rodeadas por una capa o cápsula compuesta de diferentes sustancias, predominando los polisacáridos. Se conoce que estos exopolisacáridos protegen a las bacterias de la desecación, contribuyen en la adherencia a la superficie de las plantas y modifican el ambiente alrededor de la bacteria para favorecer la multiplicación y sobrevivencia en condiciones adversas. |
| Pared Celular | Es una estructura rígida que le da forma a la bacteria. Se encuentra por debajo de la capa mucilaginosa y por encima de la membrana citoplasmática. La diferente composición de la pared celular de las bacterias es una característica taxonómica. Un grupo de bacterias poseen una pared compuesta por un alto tenor de lípidos, proteínas y polisacáridos (Gram negativas) y otro grupo posee una pared más simple, compuesta principalmente de peptidoglicanos (Gram positivas). |
| Membrana citoplasmática | Esta fina capa que se encuentra por debajo de la pared celular es la responsable de controlar la entrada y salida de nutrientes y sustancias de excreción. Los daños en esta membrana producen la muerte celular por que la célula bacteriana pierde la capacidad de seleccionar que y cuantas sustancias entran y salen. |
| Flagelos | Son importantes estructuras para el movimiento de las bacterias en el agua. El número y ubicación es una característica taxonómica. |
| Fimbrias y pili | Son apéndices no flagelares filamentosos. Una de las funciones sugeridas para las fimbrias es participar en la adhesión de las bacterias a superficies de células de animales, plantas u otras bacterias o a superficies inanimadas. Se han identificado fimbrias en <i>Ralstonia solanacearum</i> , <i>Agrobacterium tumefaciens</i> y <i>Pseudomonas savastanoi</i> . El pili, presente en bacterias Gram negativas, contribuye en el proceso de reconocimiento y transferencia de plásmidos entre las bacterias donadoras y receptoras por el proceso llamado conjugación. Son más largos y más gruesos que las fimbrias adhesivas y aparecen en menor número. |
| Material genético | El material genético (ADN) se encuentra disperso en el citoplasma. Está constituido por un cromosoma principal y uno o más plásmidos. El cromosoma principal carga toda la información genética indispensable para la viabilidad de la bacteria. En cambio los plásmidos, poseen toda la información para codificar funciones como resistencia a antibióticos, metales pesados y virulencia. También, participan en el proceso de transferencia genética entre bacterias en el proceso llamado transmisión. |
| Ribosoma | Son las estructuras responsables de la síntesis de proteínas. Las bacterias en general, presentan un alto número de ribosomas de pequeño tamaño (70S), que a la vez consiste en dos subunidades (30S y 50S). La subunidad 30S contiene las moléculas 16S rRNA y el 50S las moléculas 5S rRNA y 23S rRNA cuya secuencia es utilizada en la clasificación de bacterias. S= <i>Unidad de sedimentación de Svedberg.</i> |

Adaptado de Agrios. 2005.



Cuadro 2. Principales características de los géneros de bacterias fitopatógenas

| Genero | Características |
|----------------------|---|
| <i>Agrobacterium</i> | Forma de bastón y sus dimensiones son de 0.8 x 1.5 a 3 um. Se desplazan por medio de 1 a 4 flagelos peritricos; cuando presentan un solo flagelo, éste con frecuencia es más lateral que polar. Cuando crecen en medios que contienen carbohidratos, estas bacterias producen un abundante mucilaginoso polisacárido. Las colonias no presentan pigmentación y usualmente son lisas. Estas bacterias son habitantes del suelo y de la rizósfera. Gram negativa. |
| <i>Clavibacter</i> | Bastones rectos o ligeramente curvos y con dimensiones de 0.5 a 0.9 x 1.5 a 4 um. Presentan segmentos irregularmente teñidos o gránulos e hinchamientos en forma de maza. Por lo general, las bacterias son inmóviles, pero algunas especies se desplazan por medio de uno o dos flagelos polares. Gram positivas. Gram positiva. |
| <i>Erwinia</i> | Bastones rectos, con dimensiones de 0.5 a 1.0 x 1.0 a 3 um. Se desplazan por medio de varios a muchos flagelos peritricos. Erwinias son las únicas bacterias fitopatógenas que son anaerobias facultativas. Algunas especies de Erwinia no producen enzimas pécticas y causan marchitamientos o enfermedades necróticas (como el grupo <i>atnylovora</i>), mientras que otras presentan una notable actividad pectolítica y causan pudriciones blandas en las plantas (como el grupo <i>carotovora</i>). Gram negativa. |
| <i>Pseudomonas</i> | Bastones rectos o curvos, con dimensiones de 0.5 a 1 x 1.5 a 4 um. Se desplazan por medio de uno a muchos flagelos polares. Muchas especies son habitantes comunes del suelo o ambiente marinos y de agua dulce. La mayoría de las especies patógenas de este género infectan a las plantas y sólo algunas de ellas a los animales y al hombre. Algunas especies fitopatógenas, como <i>Pseudomonas syringae</i> se denominan <i>seudomónadas</i> fluorescentes debido a que, al crecer en un medio nutritivo con bajo contenido de hierro producen pigmentos fluorescentes, de color verde amarillo y con capacidad de difundirse. Otras especies, como <i>Pseudomonas solanacearum</i> , no producen dichos pigmentos y se denominan <i>seudomónadas</i> no fluorescentes. Gram negativa. |
| <i>Xanthomonas</i> | Bastones rectos, con dimensiones de 0.4 a 1.0 x 1.2 a 3 um. Se desplazan por medio de un flagelo polar. Cuando se desarrolla en un medio de agar a menudo son de color amarillo. La mayoría de ellas crecen muy lentamente. Todas las especies son fitopatógenas y se encuentran sólo en asociación con plantas o con órganos de éstas. Gram negativa. |
| <i>Streptomyces</i> | Presentan hifas delgadas y ramificadas que carecen de tabiques celulares con dimensiones de 0.5 a 2 um en diámetro. Al llegar a la madurez, el micelio aéreo forma cadenas de más de tres esporas. Cuando crecen en medios de cultivo, las colonias son pequeñas (de 1 a 10 mm de diámetro) y al principio su superficie es lisa, pero después forman un tejido de micelio aéreo que puede tener aspecto granular, polvoriento o aterciopelado. Las distintas especies y cepas del organismo producen una amplia variedad de pigmentos que le dan el color al micelio y al sustrato; producen también uno o más antibióticos activos contra bacterias, hongos, algas, virus, protozoarios o tejidos tumorales. Todas las especies habitan en el suelo. Gram positiva. |
| <i>Xylella</i> | Bastones rectos, principalmente aislados, con dimensiones de 0.3 x 1 a 4 um, bajo ciertas condiciones de cultivo, forman filamentos largos. Forman colonias pequeñas que tienen bordes lisos o finalmente ondulados, no móviles, sin flagelos, estrictamente aerobios y no pigmentados. Por su nutrición se consideran fastidiosas, pues requieren medios nutritivos especiales. Viven en el xilema de las plantas. Gram negativa. |

Adaptado de Agrios. 2005.



4 Reproducción

Las bacterias fitopatógenas, de manera general se reproducen mediante el proceso asexual conocido como "fisión binaria" o "fisión" (una célula se divide en dos). Ésta se reproduce por la invaginación de la membrana citoplásmica hacia la parte central de la célula, formando un tabique membranoso transversal que divide al citoplasma en dos partes aproximadamente iguales. Durante el proceso se secretan o sintetizan dos capas del material de la pared celular (continuando con la pared celular externa), entre las dos capas de la membrana. Cuando concluye la formación de dichas paredes celulares, las dos capas se separan, dando como resultado un par de células. Mientras que la pared celular y el citoplasma están sufriendo fisión, internamente el material nuclear se organiza en una estructura circular en forma de cromosoma, la cual se autoduplica y se distribuye por partes iguales entre las dos células formadas a partir de la célula en división (Agrios, 2005).

Según Agrios, (1999), las bacterias se reproducen a una velocidad sumamente rápida. En condiciones favorables, las bacterias pueden dividirse cada 20 minutos, de ahí que una bacteria se divida en dos, dos en cuatro, cuatro en ocho y así sucesivamente. A esta velocidad, una sola bacteria podría producir un millón en 10 horas. Sin embargo, debido a la disminución del suministro alimenticio, a la acumulación de desechos metabólicos y a otros factores limitantes, la reproducción se retarda y puede finalmente cesar. No obstante, las bacterias alcanzan enormes números en un corto tiempo y producen cambios químicos considerables en su ambiente. Son estos cambios ocasionados por las grandes poblaciones de bacterias, lo que las hace tener un gran significado en el mundo biológico en general y en el desarrollo de enfermedades bacterianas de las plantas en particular.

5 Generación de variabilidad

Existen cuatro procesos por los cuales una progenie de bacterias puede tener una composición genética diferente a la célula madre que le dio origen. En tres de ellas: *conjugación*, *transformación* y *transmisión* existe transferencia unidireccional de material genético desde una célula bacteriana a otra. En el caso de las *mutaciones*, la variabilidad se produce sin la incorporación de material genético externo (Agrios, 1999).



Cuadro 3. Generación de variabilidad genética en bacterias

| Variabilidad | Descripción |
|-----------------------|--|
| Conjugación | Dos células bacterianas a las que llamamos "donadora" y "receptora" entran en contacto a través del pili que actúa como puente de unión. Desde la célula donadora un plásmido puede atravesar el puente y ser transferido hacia la célula receptora. En este proceso pueden participar bacterias de distintas especies e inclusive géneros. |
| Transformación | El ADN es liberado de la bacteria por ruptura de la célula y parte del mismo puede llegar a otra de la misma especie o muy cercana e incorporarse a su material genético. |
| Transmisión | Existen virus que infectan a las bacterias llamados bacteriófagos. Al multiplicarse las partículas virales en la célula bacteriana pueden encerrar en su cápsula proteica parte del ADN celular. Cuando este bacteriófago infecta a otra bacteria, el material genético de la primera puede incorporarse al material genético de la segunda. |
| Mutación | Es una variación en la secuencia de bases del ADN correspondiente a un gen o a un locus que aparece por errores en el proceso de replicación, reparación o recombinación. Es la única variación hereditaria en las bacterias que no se asocia a transferencia de material genético de otras bacterias o bacteriófagos. |

Adaptado de Agrios. 2005.

6 Supervivencia y diseminación

Según APS, (2013), las bacterias fitopatógenas pueden sobrevivir mediante uno o varios sistemas dependiendo del patógeno: en tejidos de la planta como epífitas o en dormancia si la planta es plurianual, en material vegetal infectado en descomposición en el suelo, en plantas no huéspedes, en semillas infectadas, o como residentes en el suelo. Los mecanismos de dispersión de las bacterias fitopatógenas pueden estar ligados a la propia actividad agronómica o ser de tipo natural. En relación con los mecanismos agronómicos, el intercambio de material vegetal (semillas y material de multiplicación) es la vía de dispersión de las enfermedades bacterianas a larga distancia. La maquinaria, el instrumental, e incluso el propio agricultor, diseminan las bacterias con facilidad entre plantas, e incluso, entre plantaciones. El agua de riego contaminada puede actuar como vehículo de dispersión de las bacterias. Los mecanismos naturales de dispersión engloban tanto el efecto de agentes meteorológicos, como el viento o la lluvia, como los insectos o incluso aves vectores.

7 Interacciones Hospedante – Patógeno

En general se considera que la infección por bacterias es pasiva, es decir accidental. Las bacterias pueden entrar a la planta a través de aberturas naturales tales como estomas, hidatodos o lenticelas y también por heridas en hojas, tallos o raíces, o ser introducidas por ciertos insectos fitófagos. Las condiciones de nutrición de las plantas pueden favorecer la multiplicación en diferentes partes de la planta, (flores o raíces). El inóculo llevado por la lluvia que es arrastrada por el viento puede ser muy efectivo. En inoculaciones artificiales, las bacterias suelen introducirse en las plantas por heridas, aerosoles aplicados con presión para imitar las lluvias llevadas por el viento, infiltración por vacío, o por inmersión de las semillas en el inóculo (APS, 2013).



8 Sintomatología

Las bacterias fitopatógenas ocasionan el desarrollo de varios tipos de síntomas en las plantas, los cuales producen manchas, tizones foliares, pudriciones blandas de frutos, raíces y órganos almacenados, marchitamientos, crecimientos excesivos, sarnas, canchros, entre otros. Cualquiera de estos tipos de síntomas puede ser producido por las bacterias patógenas de varios géneros y cada género contiene algunos patógenos capaces de producir diferentes tipos de enfermedades (APS, 2013).

Cuadro 4. Principales síntomas y enfermedad producidos por bacterias.

| Síntomas | Genero | Enfermedad |
|----------------------------|-----------------------|--|
| Manchas y tizones | <i>Pseudomonas</i> sp | <i>P. syringae</i> cuyos patovares (pv.) producen: el tizón del fuego del tabaco (<i>P. syringae</i> pv. <i>Tabaco</i>). Mancha foliar angular del pepino (<i>P. syringae</i> pv. <i>lacrymans</i>). Tizón del halo del frijol (<i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>). Tizón del halo de la avena (<i>P. syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i>). Tizón bacteriano del chícharo (<i>P. syringae</i> pv. <i>lisi</i>), Mancha negra del delfinio <i>P. syringae</i> (pv. <i>delphinü</i>), Tizón bacteriano de la soya (<i>P. syringae</i> pv. <i>glycineá</i>), Mancha del fruto del manzano (<i>P. syringae</i> pv. <i>papulans</i>), Tiro de munición del peral y de los cítricos, Mancha foliar del frijol y el tizón de la lila (pv. <i>syringae</i>). Mancha bacteriana del tomate (pv. <i>tómalo</i>). |
| | <i>Xanthomonas</i> sp | Cuyas variedades patógenas producen: el tizón común del frijol, la mancha foliar angular del algodón pv, el tizón foliar bacteriano del arroz, el tizón bacteriano o raya de los cereales, la raya foliar bacteriana del arroz, la mancha bacteriana de los frutos de hueso y del tomate y chile, la mancha foliar de la begonia, el tizón foliar de la gladiola, la mancha foliar y pudrición del tallo del geranio y el tizón del nogal. |
| Marchitamientos vasculares | <i>Clavibacter</i> sp | Provoca la marchitez bacteriana de la alfalfa (<i>C. michiganense</i> sp) y del frijol (<i>C. flaccumfaciens</i>), la podrición anular de la papa (<i>C. michiganense</i> subsp. <i>sepedonicum</i>) y la marchitez y canchro bacterianos del tomate (<i>C. michiganense</i> subsp. <i>michiganense</i>). |
| | <i>Erwinia</i> sp | Ocasiona la marchitez bacteriana de las cucurbitáceas (<i>E. tracheiphilá</i>), la marchitez o Stewart del maíz (<i>E. stewartii</i>) y el tizón de fuego de los frutos de pomo (<i>E. amylovorá</i>). |
| | <i>Pseudomonas</i> sp | Produce la marchitez sureña bacteriana de las solanáceas y la enfermedad Moko del plátano (<i>P. solanacearum</i>) (<i>Ralstonia</i>) así como la marchitez bacteriana del clavel (<i>P. caryophyllí</i>). |
| | <i>Xanthomonas</i> sp | Pudrición negra o nervadura negra de las crucíferas (<i>X. pv. campestris</i>) y la gomosis de la caña de azúcar (<i>X. vasculorum</i>). |



| | | |
|--------------------------|---------------------------|--|
| Pudrición blanda | <i>Erwinia</i> sp | Pudrición blanda de numerosos frutos carnosos, hortalizas y plantas de ornato (<i>E. carotovora</i> pv. <i>carotovora</i>), la pierna negra de la papa (<i>E. carotovora</i> pv. <i>atrosepticá</i>) y la pudrición blanda, menos común de varios cultivos (<i>E. chrysanthemi</i>). |
| | <i>Pseudomonas</i> sp | Produce el ojo rosado de la papa y las pudriciones blandas de otras hortalizas suculentas (<i>P. marginalis</i>), la enfermedad de la superficie resbaladiza de la cebolla (<i>P. gladioli</i> pv. <i>allicola</i>) |
| Tumores o agallas | <i>Agrobacterium</i> sp | Causa la agalla de la corona de muchas plantas leñosas, principalmente frutales de hueso y pepita, sauces, zarzas y vides (<i>A. tumefaciens</i>), la agalla del tallo de las frambuesas y zarzamoras (<i>A. rubi</i>) y la raíz pilosa del manzano (<i>A. rhizogenes</i>). El tipo de síntomas que produce <i>Agrobacterium</i> en sus hospedantes no está determinado por sus especies patógenas, sino por el tipo de plásmido que tienen las bacterias que tienen plásmidos inductores de tumores (plásmidos Ti) inducen la formación de la agalla de la corona, mientras que las que poseen plásmidos inductores de raíces (plásmidos Ri) inducen el síntoma de las raíces pilosas. Así, las cepas de las tres especies de <i>Agrobacterium</i> poseen plásmidos Ti, por lo que tienen la capacidad de producir la agalla de la corona, pero hasta ahora se ha visto que sólo las cepas de <i>A. tumefaciens</i> y de <i>A. rhizogenes</i> tienen plásmidos Ri, de ahí que induzcan la formación de raíces pilosas en sus hospedantes. |
| Agallas | <i>Corynebacterium</i> sp | Ocasiona la fasciación o agalla follosa de muchas plantas herbáceas de ornato anuales o perennes (<i>C. fascians</i>). |
| | <i>Pseudomonas</i> sp | Produce la enfermedad del nudo del olivo y la agalla o cancro bacterianos del adelfo (<i>P. syringae</i> pv. <i>savastanoi</i>). |
| Cancros | <i>Pseudomonas</i> sp | Produce el cancro bacteriano de los árboles de fruto de hueso y de pomo (<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i> y <i>P. syringae</i> pv. <i>morsprunorutri</i>). |
| | <i>Xanthomonas</i> sp | Produce el cancro bacteriano de los cítricos. (<i>X. campestris</i> pv. <i>citri</i>). |
| Sarna | <i>Streptomyces</i> sp | Produce la sarna común de la papa y de los demás órganos subterráneos (<i>S. scabies</i>), así como la pudrición o viruela del camote (<i>S. ipomoeae</i>). |
| | <i>Pseudomonas</i> sp | Produce la sarna de la gladiola (<i>P. marginata</i>). |

Adaptado de Agrios. 2005



REFERENCIAS

Agrios, G. N., 2005, fitopatología, 2da edición. México, Limusa, 952 p.

Agrios G. N. 1999. Fitopatología. Segunda edición, quinta reimpresión. Ed. Limusa – Grupo, Noriega Editores. México. 838 p.

American Phytopathological Society -APS-. Introductory Plant Pathology Resources. APSnet. Introduction to the Major Pathogen Groups [Consultado enero 2014]. En: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/Bacteria.aspx>

Arauz. C. L, F. 1998. Fitopatología, un enfoque agroecológico. Universidad de Costa Rica.. 467 p.

Gonzalez, I; Arias. Y, y Peteira, B. 2009. Interacción planta-bacterias fitopatógenas: caso de estudio *ralstonia solanacearum* plantas hospedantes. Rev. Protección Veg. vol.24, n.2. [Consultado enero 2014]. En: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000200001&lng=es&nrm=iso. ISSN 2224-4697.

Gonzalez. L. gC. 1985. Introducción a la fitopatología. 1a, ed. 4a, reimpresión. San Jose de Costa Rica. IICA. [Consultado enero 2014]. En: http://books.google.com.co/books?id=yZ_A3mS7sXgC&pg=PA16&lpg=PA16&dq=hongos+fitopatogenos+caracteristicas+generales&source=bl&ots=Fs8s6XtGLG&sig=jo9Ms7xkAkgZ3l2u2jjuf5iwd8&hl=es-419&sa=X&ei=8APKUZKJH8ex4APQqIHIBA&ved=0CFUQ6AEwBg#v=onepage&q&f=true

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Centro de protección vegetal y biotecnología. Microbiología de plantas, Bacterias fitopatógenas [Consultado enero 2014]. En; <http://www.semic microbiologia.org/pdf/actualidad/47/Penyalver.pdf>

Rivera. C. G. 2007. Conceptos introductorios a la fitopatología. San Jose de Costa Rica. EUNED. 346 p. [Consultado enero 2014]. En: http://books.google.com.co/books?id=xpTHXEWG_t8C&pg=PR6&lpg=PR6&dq=Rivera+2007+fitopatologia&source=bl&ots=OPRK-4hH_I&sig=PQbPd5o2HF-IQeRUwO42Jd3otc8&hl=es-419&sa=X&ei=FeITU7a6DlajkQeKzYHACA&redir_esc=y#v=onepage&q=Rivera%202007%20fitopatologia&f=true

Young, J. M., Bull, C. T., De Boer, S. H., Firrao, G., Gardan, L., Saddler, G. E., Stead, D. E., and Takikawa, Y. 2001. Classification, nomenclature, and plant pathogenic bacteria a clarification. Phytopathology. [Consultado enero 2014]. En: <http://www.bashanfoundation.org/solke/solkeclassification.pdf>