



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

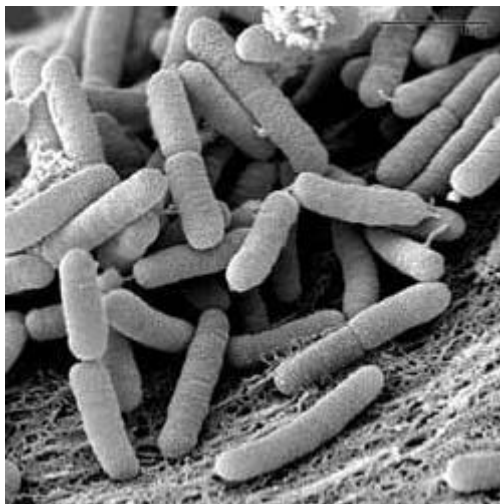
VI

Vicerrectoría de
Investigación

Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación



Informe de vigilancia tecnológica sobre *Xylella fastidiosa*



Elaborado por:
Ing. Mauricio Villegas Rojas

Revisado por
Dra. Marianela Cortés Muñoz
Ing. Manuel Flores Morales

Julio, 2016

Introducción

Xylella fastidiosa (*Xf*) es una bacteria que se aloja en el xilema de las plantas afectando el flujo de agua y minerales en la savia bruta, conocida por su impacto negativo en ciertas especies comerciales de plantas causando enfermedades que afectan la producción de frutos o crecimiento de éstas, según la planta en cuestión. *Xf* fue aislada y descrita por primera vez en 1987 por investigadores estadounidenses.

La bacteria es transmitida por insectos cicadélidos (familia *Cicadellidae*) quienes se alimentan de los xilemas de las plantas. Existen 4 subespecies de esta bacteria y hay especies de plantas cuyo crecimiento y rendimiento no es afectado por la bacteria.

En el año 2013, se atribuyó a esta bacteria como causante del “síndrome de decaimiento rápido del olivo” (OQDS, por sus siglas en inglés) que afectó la producción de olivas en la provincia de Lecce en Italia, esto impactó no sólo la cosecha de una temporada sino que además, porque las autoridades fitosanitarias recomendaron talar y quemar los árboles afectados para no esparcir la bacteria, afectará la producción de olivas (y los subproductos derivados) durante años¹.

En virtud de lo anterior, la Unión Europea (UE) tomó medidas particulares para contener y erradicar la bacteria en las zonas afectadas y evitar su propagación a los demás países miembros, incluyendo limitaciones a la importación de ciertas especies de plantas vivas desde ciertos países².

Costa Rica se vio particularmente afectado por esta medida debido a que la palmera fénix (*Phoenix roebelenii*, *Pr*) era la principal planta ornamental exportada desde el país hacia la UE y ahora es imposible exportarla por estar incluida en dicha lista. Además, evidencia genética atribuye a la subespecie de *Xf* llamada *pauca*, presente en nuestro país, ser la variedad de *Xf* que afecta a los olivos.

A raíz de lo anterior, a solicitud de la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER) de Costa Rica, desde la Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación (PROINNOVA) de la Universidad de Costa Rica se elabora el siguiente informe de vigilancia tecnológica sobre *Xf*.

¹ Es importante señalar que las primeras alertas sobre el OQDS indicaban que los árboles afectados, presentaban además infecciones de hongos de los géneros *Phaeoacremonium* y *Phaemoniella*, y del epidótero *Zeuzera pyrina*. Para más información, favor consultar el enlace: https://www.eppo.int/QUARANTINE/special_topics/Xylella_fastidiosa/Xylella_fastidiosa.htm

² Para más información y acceder la lista completa, favor acceder al enlace: http://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity/legislation/emergency_measures/xylella-fastidiosa/susceptible_en.htm

Índice

Introducción	2
Limitaciones de las búsquedas en bases de datos	4
Inteligencia científica.....	5
Metodología	5
Relación entre Xf y Pr	5
Situación actual de la investigación Xf	7
Investigación costarricense sobre Xf	12
Eventos científicos sobre Xf	18
Inteligencia tecnológica.....	20
Metodología	20
Patentes sobre Xf y Pr	21
Principales solicitantes	26
Conclusiones	30

Limitaciones de las búsquedas en bases de datos

Si bien estudiar el estado de la técnica es un paso fundamental en los procesos de investigación, desarrollo e innovación, los procesos de búsqueda de información en bases de datos están limitados por:

- Las capacidades de las bases de datos: respecto a los campos de búsqueda que pueden utilizarse y presentación de los datos.
- Las barreras de los idiomas de los documentos: el idioma inglés es, en la actualidad, el “idioma de la ciencia” y aunque un artículo no se publique en inglés, es común que las revistas incluyan una traducción del resumen a dicho idioma.
- Las palabras clave utilizadas: pueden existir palabras relevantes no utilizadas por los autores en las búsquedas realizadas y errores de digitación en las bases de datos que dejan por fuera resultados relevantes.
- Los documentos incluidos en las bases de datos: no existe ninguna base de datos pública o privada que incluya a todas las revistas científicas del mundo.

En este informe, aunque se hagan resúmenes de los contenidos de otros documentos como artículos científicos, solicitudes de patentes y patentes otorgadas, no sustituye la lectura de éstos. Se recomienda a las personas interesadas en saber más sobre la información aquí resumida que consulten los documentos referenciados y hagan sus propias búsquedas para profundizar su conocimiento en el tema.

Para efectos de esta búsqueda, se utilizaron las siguientes palabras clave que reflejan los nombres científicos y comunes de la bacteria y planta en cuestión, además del efecto deseado en las plantas:

- *Xylella fastidiosa*, *X. fastidiosa*.
- *Phoenix roebelenii*, *P. roebelenii*; palmera fénix; pygmy date palm, miniature date palm, robellini.
- Prevención; prevention.
- Tratamiento; treatment.
- Inoculación; inoculation.

Finalmente, cabe señalar que la búsqueda de los datos se realizó durante el mes de abril del 2016, los resultados aquí presentados están sujetos a dicha temporalidad.

Inteligencia científica

Metodología

Este tipo de análisis identifica las publicaciones científicas indexadas sobre el tema en cuestión. Este tipo de publicaciones son el producto de un proceso de análisis científico para el desarrollo de la investigación y sus resultados son presentados en artículos revisados por pares académicos.

Las bases consultadas para esta búsqueda fueron (en orden alfabético):

- *Directory of Open Access Journals* (DOAJ): base de datos de artículos científicos de acceso abierto de la organización sin fines de lucro *Infrastructure Services for Open Access*. Disponible en <https://doaj.org/search>.
- *Google Scholar* (GS): motor de búsqueda de contenido académico de la empresa *Google*. Disponible en <https://scholar.google.com>.
- *Scopus*: base de datos de artículos científicos de la empresa *Elsevier*. Disponible en <http://www.scopus.com/>.
- *Science Direct* (SD): base de datos de artículos científicos también de la empresa *Elsevier*. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/>.
- *Thompson Innovation* (TI): base de datos de artículos científicos y patentes de la de la empresa *Thomson-Reuters*. Disponible en <https://www.thomsoninnovation.com/>.
- *Web of Knowledge* (WoK): base de datos de artículos científicos también de la empresa *Thomson-Reuters*. Disponible en <https://apps.webofknowledge.com>.

Relación entre *Xf* y *Pr*

A efectos de este estudio, es importante primero establecer y cuantificar la relación entre *Xf* y *Pr*, como se detalla a continuación:

Tabla #1: cantidad de resultados de búsqueda usando los nombres científicos de *Xf* y *Pr* en las bases de datos de artículos científicos.

Términos	DOAJ	GS	Scopus	SD	TI	WoK
" <i>Xylella fastidiosa</i> "	94	13600	885	648	1259	1341
" <i>Phoenix roebelenii</i> "	10	825	26	22	14	164
" <i>Xylella fastidiosa</i> " y " <i>Phoenix roebelenii</i> "	0	6	0	0	0	0

Fuente: autor, con base en las bases de datos consultadas.

Los 6 resultados donde coinciden ambos términos se describen en la tabla no. 2:

Tabla #2: detalle de los documentos encontrados en GS sobre *Xf* y *Pr*.

Título	Tipo de documento	Resumen
Index for Volume 95 of Plant Disease	Índice de volumen 95 de la revista <i>Plant Disease</i> .	Índice de la revista. Los artículos sobre <i>Xf</i> y <i>Pr</i> son distintos y no se relacionan.
2013 APS-MSA Joint Meeting Abstracts of Special Session Presentations	Resumen de las ponencias del encuentro anual de la <i>American Phytopathological Society</i> y el <i>Agricultural Marketing Service</i> del 2013, publicado en la revista <i>Phytopatology</i> , volumen 103, número 6S (2013).	Lista de resúmenes de ponencias. Las ponencias sobre <i>Xf</i> y <i>Pr</i> son distintas y no se relacionan.
Index for Volume 95 of Plant Disease	Índice de volumen 98 de la revista <i>Plant Disease</i> .	Índice de la revista. Los artículos sobre <i>Xf</i> y <i>Pr</i> son distintos y no se relacionan.
Revista ASAJA Digital	Revista de la <i>Asociación Agraria Jóvenes Agricultores</i> de España, edición de mayo del 2015	Lista a la <i>Pr</i> en la “Relación de vegetales especificados susceptibles a <i>Xylella fastidiosa</i> ” publicada por la UE, no ofrece evidencia de que esta afirmación sea cierta o falsa.
Programa Nacional para la Aplicación de la Normativa Fitosanitaria: Plan de Contingencia de <i>Xylella fastidiosa</i> (Well y Raju)	Documento del <i>Ministerio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente</i> de España.	Medidas de aplicación en España para el combate de <i>Xf</i> según las directrices de la UE y la legislación española. El documento incluye a la <i>Pr</i> en la “Lista de vegetales especificados a <i>X. fastidiosa</i> (cuya sensibilidad a las cepas europeas y no europeas está establecida)” que son las que requieren de una inspección anual y en la lista de “Necesidad de Pasaporte Fitosanitario para los vegetales especificados de <i>X. fastidiosa</i> (cuya sensibilidad a las cepas europeas y no europeas está establecida)” que son las que requieren de un pasaporte fitosanitario para ingresar a España. No ofrece evidencia de que <i>Pr</i> sea huésped de <i>Xf</i> .
Survey for the	Comunicación corta en la	Mediante ensayos por

<p>presence of <i>Xylella fastidiosa</i> subsp. <i>Pauca</i> (strain CoDiRO) in some forestry and ornamental species in the Salento Peninsula</p>	<p>revista <i>Journal of Plant Pathology</i>, número 97, volumen 2, páginas 373-376 (2015).</p>	<p>inmunoadsorción ligado a enzimas evalúan la presencia de <i>Xf</i> en 520 muestras de diversas plantas, incluyendo 1 muestra de <i>Pr</i>, con resultados negativos.</p> <p>Los autores concluyen que no hay ninguna base científica para las restricciones impuestas a las plantas analizadas.</p>
---	---	--

Fuente: autor, con base en los documentos referenciados.

El último artículo referenciado es de particular importancia para la situación en Costa Rica y concuerda con lo manifestado por los doctores Lisela Moreira y Mauricio Montero³, investigadores del Centro de Biología Celular y Molecular de la Universidad de Costa Rica (CIBCM-UCR), quienes manifestaron en una entrevista que no existe ninguna evidencia científica de que la *Pr* sea huésped de la subespecie de *Xf* que se ha detectado en Italia y señalado como causante del OQDS. Es importante replicar el ensayo realizado en dicho artículo con un número de muestras estadísticamente significativas de *Pr* en nuestro país para confirmar o descartar esta hipótesis.

Situación actual de la investigación *Xf*

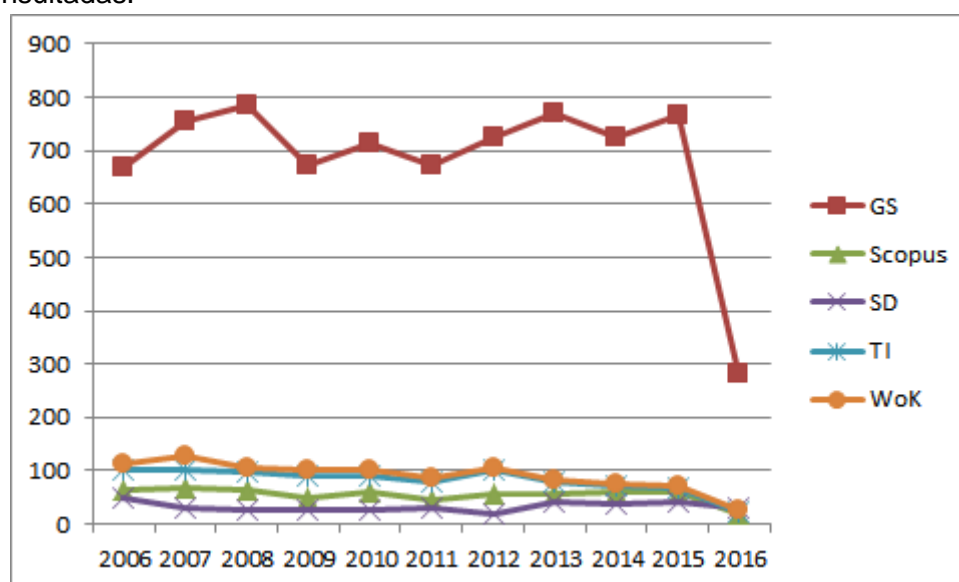
Sin embargo, en virtud de que *Xf* afecta otras plantas de interés comercial en el país: uva, café, cítricos, aguacate y adelfa (ver publicaciones científicas más adelante en la tabla #6). Por tanto, el país debe realizar acciones para confrontar esta bacteria.

En virtud de lo anterior, a continuación el informe se enfocará en *Xf*, ya que el control de esta bacteria es la verdadera problemática a resolver. El gráfico #1 muestra la evolución histórica de la cantidad de publicaciones en las bases de datos de artículos en los últimos 10 años.

Obviando el hecho de que el dato para el año 2016 es parcial, en todas las bases de datos se observa una tendencia casi lineal, lo cual es un signo de un campo del conocimiento “maduro”, o sea que ha sido estudiado progresivamente y no presenta avances trascendentales en los últimos años, tal como se aprecia en el gráfico número 1. Sin embargo, esto podría cambiar en los próximos años en virtud del interés en *Xf* generado por el OQDS. Además, las investigaciones nuevas cuyos fondos han sido aprobados recientemente se encuentran todavía en curso y todavía no han obtenido resultados publicables.

³ Como se verá más adelante, son autores de múltiples publicaciones científicas sobre *Xf*.

Gráfico #1: Evolución histórica de la cantidad de publicaciones sobre *Xf* según las bases de datos consultadas.



Fuente: autores con base en las bases de datos indicadas.

Algunas bases de datos permiten generar además filtros que identifican los principales temas o áreas de estudio, a saber⁴:

Tabla #3: principales 10 áreas de estudio de *Xf* según *Scopus*.

	Área	Publicaciones	Porcentaje de 885
1	Ciencias de la agricultura y biológicas	543	60.3
2	Bioquímica, genética y biología molecular	330	36.3
3	Inmunología y microbiología	242	26.9
4	Medicina	123	13.7
5	Ciencias ambientales	109	12.1
6	Multidisciplinario	19	2.1
7	Química	14	1.6
8	Ingeniería química	13	1.4
9	Ciencia de materiales	10	1.1
10	Física y astronomía	10	1.1

Fuente: autores, con base en *Scopus*.

⁴ La suma de las cantidades de publicaciones y porcentajes de las siguientes tablas no necesariamente coinciden con el total o suman 100% debido a que un artículo puede ubicarse en múltiples áreas del conocimiento, además de que hay una cantidad de categorías que quedan fuera de las principales 10.

Tabla #4: principales 10 áreas de estudio de *Xf* según *SD*.

	Área	Publicaciones	Porcentaje de 648
1	ADN	64	9.9
2	Plantas	55	8.5
3	Genes	41	6.3
4	Proteínas	32	4.9
5	Aminoácidos	18	2.8
6	Bacterias	18	2.8
7	Reacción en cadena de polimerasa	18	2.8
8	Enfermedad	17	2.6
9	<i>Xylella fastidiosa</i>	17	2.6
10	Bacterial	15	2.3

Fuente: autores, con base en *SD*.

Tabla #5: principales 10 áreas de estudio de *Xf* según *WoK*.

	Área	Publicaciones	Porcentaje de 1214 ⁵
1	Ciencia de plantas	465	38.3
2	Microbiología	253	20.8
3	Biotecnología aplicada a la microbiología	196	16.2
4	Entomología	168	13.8
5	Bioquímica y biología molecular	158	13.0
6	Agricultura	130	10.7
7	Otros temas de ciencia y tecnología	53	4.4
8	Genética hereditaria	51	4.2
9	Ciencia de tecnología de alimentos	25	2.1
10	Biofísica	24	2.0

Fuente: autores, con base en *WoK*.

Si bien las distintas bases de datos utilizan categorías distintas, en todos los casos predominan aquellas investigaciones enfocadas a áreas relacionadas con la agricultura, lo cual es función del área de impacto de dicha bacteria.

⁵ Esta cantidad no coincide con la presentada anteriormente en la tabla #1 debido a limitaciones de la base de datos.

A continuación se presentan la cantidad total de resultados en las diversas bases de datos combinando el nombre científico de *Xf* con palabras clave alusivas a la inoculación, prevención o tratamiento contra dicha bacteria:

Tabla #6: cantidad de resultados de búsqueda usando los nombres científicos de *Xf* y *Pr* en las bases de datos de artículos científicos.

Términos	DOAJ	GS	Scopus	SD	WoK
"Xylella fastidiosa" y "prevention"	1	1910	8	54	69
"Xylella fastidiosa" y "inoculation"	8	5970	114	149	136
"Xylella fastidiosa" y "treatment"	7	7070	59	283	15
"Xylella fastidiosa" y ("prevention", "inoculation" o "treatment")	No aplica ⁶	1800	65	348	204
"Xylella fastidiosa", "prevention", "inoculation" y "treatment"	0	1180	0	16	0

Fuente: autores, con base en las bases de datos consultadas.

A manera de ejemplo, se listan a continuación las publicaciones que según *SD* incluyen todas las palabras claves:

Tabla #7: publicaciones científicas con las palabras clave "Xylella fastidiosa", "prevention", "inoculation" y "treatment" según *SD*, en orden cronológico.

Título	Medio	Autores	Afiliaciones	Fecha de publicación
Plant diseases caused by prokaryotes	Plant Pathology (Third Edition)	George N. Agrios	University of Massachusetts	1988
Field and Laboratory Guide to Tree Pathology (Second Edition)	N.A.	Robert O. Blanchardterry y A. Tattar	University of New Hampshire y University of Massachusetts	1977
Vineyard Practice	Wine Science (Second Edition)	Ron S. Jackson	Brock University, St. Catherines	2000
Plant biology: Paper alert	Current Opinion in Plant Biology, volumen 3, número 6	N.A.	N.A.	1° de diciembre 2000
Analysis of Noncirculative Transmission by Electrical Penetration	Virus-Insect-Plant Interactions	Alberto Fereres y Jose Luis Collar	N.D.	2001

⁶ La base de datos no ofrece opciones de búsqueda para hacer la búsqueda con estos términos

Graphs				
Quorum-sensing in Gram-negative bacteria	FEMS Microbiology Reviews, volumen 25, número 4	Neil A Whitehead, Anne M.L Barnard, Holly Slater, Natalie J.L Simpson y George P.C Salmond	University of Cambridge	Agosto 2001
Pathology Leaf and Needle Diseases	Encyclopedia of Forest Sciences	J.K. Stone y M.L. Putnam	Oregon State University	2004
Volume 23 Volume contents, author and keyword index	Crop Protection (volumen 23, número 12)	N.A.	N.A.	Diciembre 2004
Biofilm: Its Relevance In Kidney Disease	Advances in Chronic Kidney Disease, volumen 13, número 3	Gino Tapia y Jerry Yee	Henry Ford Hospita	Julio 2006
The effects of kaolin, harpin, and imidacloprid on development of Pierce's disease in grape	Crop Protection, volumen 26, número 2	K.M. Tubajikaa, E.L. Civerolob, G.J. Puterkac, J.M. Hashimd y D.A. Luvisid	USDA APHIS PPQ, USDA-ARS y University of California Cooperative and Extension	Febrero 2007
Vineyard Practice	Wine Science (Third Edition)	Ronald S. Jackson	N.D.	2008
Estimation of developmental parameters for adult emergence of <i>Gonatocerus morgani</i> , a novel egg parasitoid of the glassy-winged sharpshooter, and development of a degree-day model	Biological Control, volumen 60, número 3	Youngsoo Sona., Hannah Nadelb, Sunghoon Baekb, Marshall W. Johnsonb y David J.W. Morgana	California Department of Food and Agriculture y University of California, Riverside	Marzo 2012
Vineyard	Wine Science	Ronald S.	N.D.	2014

Practice	(Fourth Edition)	Jackson		
Threats and opportunities of plant pathogenic bacteria	Biotechnology Advances, volumen 32, número 1	Petr Tarkowskia y Danny Vereeckeb	Palacký University y Ghent University	Enero 2014
Post-harvest proteomics of grapes infected by <i>Penicillium</i> during withering to produce Amarone wine	Food Chemistry, volumen 199	Marilinda Lorenzini, Federica Mainente, Giacomo Zapparoli, Daniela Cecconi y Barbara Simonato	University of Verona	15 de mayo 2016
Biotechnological applications of quorum quenching enzymes	Chemico-Biological Interactions (pendiente de publicación)	Janek Bzdrengaa, David Daudéb, Benjamin Rémya, Pauline Jacqueta, Laure Plenerb, Mikael Eliasc y Eric Chabrièrea	Aix Marseille Université, Gene&GreenTK y University of Minnesota	22 de mayo 2016 (borrador disponible en internet)

Fuente: autores, con base en *SD*.

Si bien se listaron todos los 16 resultados, resulta evidente que tres de ellos son capítulos de tres ediciones distintas de un mismo libro, mientras que uno es un índice de artículos y uno es en un boletín de alertas, en estos dos últimos las palabras clave se encuentran en documentos distintos. Las propias personas interesadas en investigar o implementar los conocimientos ahí descritos deben analizar los documentos para realizar sus propias conclusiones del conocimiento ahí contenido para su posible implementación.

Investigación costarricense sobre *Xf*

A fin de identificar los principales polos de investigación sobre *Xf*, se presentan las 10 instituciones del mundo y las de Costa Rica con mayores publicaciones científicas sobre *Xf*, donde se observa una prevalencia de instituciones de Brasil y EUA⁷:

⁷ Es posible que en cualquiera de las siguientes tablas la cantidad de publicaciones no coincida con los números reportados anteriormente para cada base de datos, debido a la posibilidad de publicaciones en co-autoría entre instituciones y que cada base muestra un número limitado de organizaciones. Por estas mismas razones, es posible que los porcentajes no sumen 100%. Cada base de datos tiene una cantidad limitada de instituciones que puede mostrar, es posible que queden instituciones costarricenses fuera de estos listados.

Tabla #8: primeras 10 instituciones del mundo y Costa Rica con publicaciones sobre *Xf* según *Scopus*.

Posición	Institución	País	Publicaciones	Porcentaje de 887
1	Universidade de Sao Paulo	Brasil	149	16.8%
2	University of California, Riverside	EUA	109	12.3%
3	USDA Agricultural Research Service, Washington DC	EUA	96	10.8%
4	University of California, Davis	EUA	95	10.7%
5	University of California, Berkeley	EUA	85	9.6%
6	Universidade Estadual de Campinas	Brasil	62	7.0%
7	University of Florida	EUA	56	6.3%
8	Instituto Agronômico	Brasil	50	5.6%
9	Universidade Estadual Paulista	Brasil	48	5.4%
10	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria	Brasil	27	3.0%
29	Universidad de Costa Rica	Costa Rica	9	1.0%

Fuente: autores, con base en *Scopus*.

Tabla #9: primeras 10 instituciones del mundo y Costa Rica con publicaciones sobre *Xf* según *TI*.

Posición	Institución	País	Publicaciones	Porcentaje de 1226
1	University of California System	EUA	365	28.8%
2	United States Department of Agriculture USDA	EUA	273	21.6%
3	Universidade de Sao Paulo	Brasil	194	15.3%
4	University of California Riverside	EUA	152	12.0%
5	University of California Davis	EUA	138	10.9%
6	University of California Berkeley	EUA	102	8.1%
7	Florida State University System	EUA	91	7.2%
8	University of Florida	EUA	79	6.2%
9	Universidade Estadual de Campinas	Brasil	78	6.2%
10	Instituto Agronômico de Campinas	Brasil	67	5.3%
21	Universidad de Costa Rica	Costa Rica	18	1.4%

Fuente: autores, con base en *TI*.

Tabla #10: primeras 10 instituciones del mundo y Costa Rica con publicaciones sobre *Xf* según *WoK*.

Posición	Institución	País	Publicaciones	Porcentaje de 1193
1	University of California System	EUA	361	30.3%
2	United States Department of Agriculture	EUA	264	22.1%
3	Universidade de Sao Paulo	Brasil	191	16.0%
4	University of California, Riverside	EUA	152	12.7%
5	University of California, Davis	EUA	136	11.4%
6	University of California, Berkeley	EUA	100	8.4%
7	Florida State University System	EUA	85	7.1%
8	Universidade Estadual de Campinas	Brasil	77	6.5%
9	University of Florida	EUA	74	6.2%
10	Instituto Agrônômico de Campinas	Brasil	65	5.4%
19	Universidad de Costa Rica	Costa Rica	18	1.6%
150	Instituto del Café	Costa Rica	3	0.3%

Fuente: autores, con base en *Wok*.

La prevalencia de instituciones del continente americano se atribuye a que esta bacteria es originaria del norte de California en EUA.

A fin de rescatar las capacidades y experiencias en el país en estos temas, se listan los 20 artículos científicos de autores afiliados a instituciones costarricenses identificados en esta búsqueda:

Tabla #11: artículos científicos de autores domiciliados en Costa Rica con publicaciones sobre *Xf*⁸.

Título	Medio	Autores	Afiliación
Twenty years of grape breeding in the tropics: The stress pathogen botryodiplodia confused the ability to select for resistance to Pierce's Disease	Revista <i>Acta Horticulturae</i> , volumen 528 (2000)	Ingalls, A. y Jiménez, A.L.G.	Agra
First report of <i>Xylella fastidiosa</i> infecting citrus in Costa Rica	Revista <i>Plant Disease</i> , volumen 89, número 6 (2005)	Aguilar, E., Villalobos, W., Moreira, L., Rodríguez, C.M. y	UCR e Instituto del Café (ICAFE)

⁸ No se listan los autores afiliados a instituciones extranjeras, ni dichas afiliaciones.

		Rivera, C.	
Population dynamics and ecological relationships of ten leafhopper species (Hemiptera : Cicadellidae), potential vectors of <i>Xylella fastidiosa</i> in Costa Rica	Revista <i>Phytopathology</i> , volumen 96, número 6 S (2006)	Garita-Cambroner, J., Godoy, C., Villalobos, W, y Rivera, C.	UCR e Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO)
Leafhoppers (Hemiptera : Cicadellidae) as potential vectors of <i>Xylella fastidiosa</i> in Costa Rica	Revista <i>Phytopathology</i> , volumen 96, número 6 S (2006)	Garita-Cambroner, J., Godoy, C., Villalobos, W. y Rivera, C.	UCR e INBIO
Confirmation of the presence of <i>Xylella fastidiosa</i> in plants of grapevine in Costa Rica	Revista <i>Phytopathology</i> , volumen 96, número 6 S (2006)	Aguilar, E., Villalobos, W., Garita, L. y Rivera, C.	UCR
Variability in colony morphology of <i>Xylella fastidiosa</i> isolates from Costa Rica and North America	Revista <i>Phytopathology</i> , volumen 96, número 6 S (2006)	Montero-Astúa, M., Aguilar, E., Chacón, C. y Rivera, C.	UCR
Molecular comparison of <i>Xylella fastidiosa</i> isolates from Costa Rica, North and South America	Revista <i>Phytopathology</i> , volumen 96, número 6 S (2006)	Montero-Astúa, M., Aguilar, E., Chacón, C. y Rivera, C.	UCR
Characterization of <i>Xylella fastidiosa</i> and epidemiology of the plant diseases caused by the bacterium in Costa Rica	Revista <i>Phytopathology</i> , volumen 96, número 6 S (2006)	Montero-Astúa, M., Aguilar, E., Chacón, C., Garita-Cambroner, J., Garita, L., Villalobos, W., Moreira, L., Godoy, C. y Rivera, C.	UCR
Geographical distribution and incidence of <i>Xylella fastidiosa</i> in coffee plantations in Costa Rica	Revista <i>Phytopathology</i> , volumen 96, número 6 S (2006)	Villalobos, W., Rodriguez, C.M. y Rivera, C.	UCR
Two new species of Kapateira Young from Costa Rica (Auchenorrhyncha: Cicadellidae: Cicadellinae)	Revista <i>Zootaxa</i> , número 1282 (2006)	Godoy, C., Garita-Cambroner, J., Rivera, C. y Villalobos, W.	INBIO y UCR
Two new species of	Revista <i>Zootaxa</i> ,	Godoy, C. y	UCR

Graphocephala Van Duzee from Costa Rica (Cicadellidae: Cicadellinae)	número 1298 (2006)	Villalobos, W.	
Genetic diversity of Xylella fastidiosa strains from Costa Rica, São Paulo, Brazil, and United States	Revista <i>Phytopathology</i> , volumen 97, número 10 (2007)	Montero-Astúa, M., Hartung, J.S., Aguilar, E., Chacón, C., Albertazzi, F.J. y Rivera, C.	UCR
First report of Xylella fastidiosa in avocado in Costa Rica	Revista <i>Plant Disease</i> , volumen 92, número 1 (2008)	Montero-Astúa, M., Saborío-R, G., Chacón-Díaz, C., Garita, L., Villalobos, W. y Rivera, C.	UCR
Hemipteran diversity (Cicadellidae and Clastopteridae) in three coffee production zones affected by Xylella fastidiosa (Wells et al.) in Costa Rica	Revista <i>Neotropical Entomology</i> , volumen 37, número 4 (2008)	Garita-Cambronero, J., Villalobos, W., Godoy, C. y Rivera, C.	UCR
First report of Xylella fastidiosa in Nerium oleander in Costa Rica	Revista <i>Plant Disease</i> , volumen 92, número 8 (2008)	Montero-Astúa, M., Saborío-R., G., Chacón-Díaz, C., Villalobos, W., Rodríguez, C.M., Moreira, L. y Rivera, C.	UCR e ICAFE
Isolation and molecular characterization of Xylella fastidiosa from coffee plants in Costa Rica	Revista <i>Journal of Microbiology</i> , volumen 46, número 5 (2008)	Montero-Astúa, M., Chacón-Díaz, C., Aguilar, E., Rodríguez, C.M., Garita, L., Villalobos, W., Moreira, L., y Rivera, C.	UCR e ICAFE
Confirmation of Xylella fastidiosa infecting grapes Vitis vinifera in Costa Rica	Revista <i>Tropical Plant Pathology</i> , volumen 33, número 6 (2008)	Aguilar, E., Moreira, L. y Rivera, C.	UCR
Population genomic analysis of a bacterial plant pathogen: Novel insight into the origin of Pierce's Disease of grapevine in the U.S.	Revista <i>PLoS ONE</i> , volumen 5, número 11 (2010)	Montero-Astúa, M., Moreira, L. y Ortiz, B.	UCR
The complex biogeography of the plant pathogen Xylella fastidiosa: Genetic evidence of introductions and subspecific introgression in	Revista <i>PLoS ONE</i> , volumen 9, número 11 (2014)	Ortiz, B. y Sánchez, R.R.	UCR

Central America			
Plant Pathogens as Indicators of Climate Change	Capítulo 21 del libro <i>Climate Change</i> (2016)	Esker, P.D.	UCR

Fuente: autores, con base en *Scopus*, *SD*, *TI* y *WoK*.

Es importante señalar que ninguna revista registra la nacionalidad de los autores, por lo tanto, es imposible identificar a científicos costarricenses radicados en el extranjero que estén trabajando en el tema a menos que se revise cada artículo o investigador individual.

De las 20 publicaciones identificadas anteriormente, 10 son en co-autoría con organizaciones del extranjero donde predominan las estadounidenses, como se detalla a continuación:

Tabla #12: organizaciones no-costarricenses que se listan en las co-autorías identificadas en la tabla #1.

Organización ⁹	País	Publicaciones ¹⁰
USDA-ARS Fruit Laboratory	EUA	4
USDA Animal and Plant Health Inspection Service	EUA	3
USDA Agricultural Research Service	EUA	3
USDA Molecular Plant Pathology Laboratory	EUA	2
University of California Riverside	EUA	2
Kansas State University	EUA	1
International Rice Research Institute	Filipinas	1
Universidade de São Paulo	Brasil	1
University of Southern Queensland	Australia	1
University of Florida	EUA	1
Virginia Polytechnic Institute and State University	EUA	1

Fuente: autores, con base en *Scopus*, *SD*, *TI* y *WoK*.

Con respecto a las capacidades nacionales de investigación en *Xf*, es importante señalar que la UCR es partícipe del proyecto internacional *Pest Organisms Threatening Europe* (POnTE), financiado con fondos europeos del programa *Horizonte 2020*, siendo la única

⁹ Se respetan los nombres indicados en los artículos científicos, es posible que alguna de estas organizaciones hayan cambiado de nombre o actualmente se consideren como parte de otra.

¹⁰ La suma no necesariamente es de 10 debido a que un mismo artículo puede ser realizado en co-autoría con múltiples instituciones.

institución del continente americano entre otras 23 europeas y 1 israelí¹¹. Los objetivos de este proyecto son:

- “Descubrir biomoléculas que pueden ser patentadas, manufacturadas, formuladas y aplicadas en la prevención o reducción de la colonización del huésped.
- Compuestos químicos que previenen que vectores, como cercopoideas, proconínos o psílidos¹², adquieran *Xf* o *Candidatus Liberibacter Solanacearum* (CaLsol)¹³.
- Selección de variedades tolerantes o resistentes.
- Descubrimiento de bacterias endófitas para hacer una protección cruzada contra *Xf*.
- Desarrollo de mecanismos de detección temprana de patógenos que pueden ser aplicados para la inspección en puertos de entrada para prohibir la entrada de patógenos y plagas exóticas.
- Descubrimiento de un agente biológico óptimo para el control de vectores de *Xf* y CaLsol.
- Pruebas de semillas de cultivos susceptibles a CaLsol.
- Desarrollo de regímenes de manejo de plagas para mitigar el impacto y propagación de enfermedades emergentes y plagas alienígenas.”

Es importante señalar que no se identificaron publicaciones de instituciones costarricenses sobre *Pr*.

Eventos científicos sobre *Xf*

Se debe hacer mención a dos eventos científicos del último año sobre *Xf*:

- “International Training Workshop on Xylella fastidiosa and the Olive Quick Decline Syndrome (OQDS)”¹⁴, organizado por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, llevado a cabo en Bari, Italia entre el 19 y 22 de abril del 2016. Las grabaciones de las presentaciones están disponibles en el sitio web: <https://cloud.iamb.it/index.php/s/UcbIWBXyx7t8Xlu>
- “Workshop on Xylella fastidiosa: knowledge gaps and research priorities for the EU”¹⁵, organizado por la Autoridad de Seguridad Alimentaria de la UE, llevado a cabo en Bruselas, Bélgica entre el 12 y 13 de noviembre del 2015. El programa y las presentaciones están disponibles en el sitio web: <http://www.efsa.europa.eu/en/events/event/151112a>; mientras que el informe final está disponible en: https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/1039e.pdf

¹¹ Para más información, favor consultar el sitio web oficial del proyecto: www.ponteproject.eu

¹² Familias de insectos que son consideradas como plagas de plantas no sólo porque las consumen en alguna etapa de su ciclo de vida, sino además son portadores de bacterias que las afectan.

¹³ Otra bacteria transmitida por insectos, causante de diversas enfermedades en plantas de valor comercial.

¹⁴ Traducción de los autores: “Taller internacional de capacitación sobre la Xylella fastidiosa y el Síndrome de Declive Rápido de Olivos”.

¹⁵ Traducción de los autores: “Taller sobre Xylella fastidiosa: vacíos en el conocimiento y prioridades de investigación para la Unión Europea”.

Dicho informe es particularmente valioso ya que señala las siguientes prioridades de investigación según los siguientes temas:

1. Vigilancia: armonizar métodos de muestreo y disposición de resultados.
2. Vectores: inventariar las especies vectores, considerando en particular que especies que no se consideran como plagas pueden serlo.
3. Plantas: identificar genotipos de plantas resistentes o tolerantes y desarrollar programas de reproducción de éstas.
4. Patógeno: caracterización de los actualmente presentes en la UE; interacciones bióticas y abióticas; e histopatología.
5. Establecimiento de un laboratorio a campo-abierto en Salento, Italia.

Finalmente, es importante hacer mención del evento *Pierce's Disease Research Symposium* que se realiza anualmente desde el 2001 (excepto en el 2012 y 2015) en California, EUA y es el evento científico más importante sobre *Xf*. Para más información y resúmenes de los eventos de años anteriores, favor consultar el enlace: <https://www.cdfa.ca.gov/pdcp/Research.html>

Inteligencia tecnológica

Metodología

Esta búsqueda se realiza en bases de datos de patentes, las cuales constituyen un mecanismo mediante el cual una organización protege la propiedad intelectual de un invento o invención. Esta búsqueda resulta de interés porque:

- La organización solicitante cree que su desarrollo tiene un valor comercial interesante.
- Al momento de hacerse la solicitud, la organización solicitante cree que su desarrollo tiene novedad a nivel mundial.
- Aunque la patente no se conceda, la solicitud permanece accesible para terceros y es un documento importante de referencia e investigación.
- Las familias de patentes dan versiones alternativas de la misma tecnología en otros países e idiomas, por lo que es posible que se encuentre una versión en español del documento de interés.

Se debe hacer hincapié en algunas particularidades sobre las patentes a fin de comprender mejor los datos presentados más adelante:

- Una persona u organización presenta una primera solicitud en un territorio. Luego esa misma solicitud puede presentarse en otros territorios, en otros idiomas y/o con pequeñas variaciones que no cambien la unidad de la invención.
- Las reivindicaciones son los elementos que realmente se están patentando, éstas siguen una secuencia de manera tal que la primera es el “tronco” de la unidad de invención y las demás son “ramas” que añaden elementos adicionales.
- Si el proceso sigue su curso normal, la solicitud de patente tiene un proceso de examinación donde puede ser aceptada o rechazada.
- Es posible que hayan diferencias entre la solicitud y la patente concedida, en particular en la cantidad y redacción de las reivindicaciones.
- Es posible abandonar la solicitud antes de que ésta sea examinada.
- El hecho de que una patente haya sido concedida en un territorio no es garantía de que vaya a serlo en otros, ni que se pueda comercializar.

A efectos de este informe, se utilizarán los siguientes motores de búsqueda y bases de datos de solicitudes de patentes y patentes (en orden alfabético):

- *Espacenet*: motor de búsqueda de la Oficina Europea de Patentes (OEP). Incluye no sólo los estados miembros de la UE, sino además otros países (alrededor de 100 en total) y las solicitudes PCT¹⁶. Permite realizar búsquedas por palabra clave en el título y/o resumen del evento. Disponible en: <http://espacenet.com/>

¹⁶ Solicitudes de patente mediante el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI). Mediante este sistema se facilita presentar una solicitud de patente en los países miembros del tratado, aunque se requiere una inversión inicial mayor.

- *Google Patents*: motor de búsqueda de *Google* especializado en patentes, incluye únicamente resultados de las oficinas de EUA, OEP, Japón, China, solicitudes PCT, Alemania y Canadá. Busca términos en cualquier parte del documento. Disponible en: <http://google.com/patents>.
- *Patentscope*: motor de búsqueda de la OMPI. Incluye datos de 41 países, las solicitudes PCT, la Organización Regional Africana de Propiedad Intelectual y la OEP. Permite búsquedas de palabras clave en partes específicas de una solicitud o cualquier parte del documento. Disponible en: <https://patentscope.wipo.int/search/es/search.jsf>.
- *The Lens*: motor de búsqueda del *Instituto Cambia* de Australia. Si bien incluye datos de las bases mencionadas anteriormente, genera automáticamente datos patentométricos de interés para mejorar las búsquedas. Las búsquedas de términos las realiza en cualquier parte del documento. Disponible en: <https://www.lens.org>.
- *TI*: descrita anteriormente en la búsqueda científica.

Patentes sobre *Xf* y *Pr*

A fin de poder comparar los datos de todas estas bases se harán las búsquedas de términos en cualquier parte del documento (excepto para *Espacenet*). Es importante señalar que los resultados indican el total de documentos encontrados por la base de datos, por tanto es posible que se liste la misma tecnología en múltiples territorios y si fue concedida, la patente propiamente.

A continuación se presentan resultados de la búsqueda:

Tabla #13: cantidad de resultados de búsqueda usando los nombres científicos de *Xf* y *Pr* en bases de datos de patentes.

Términos	<i>Espacenet</i>	<i>Google Patents</i>	<i>Patent-scope</i>	<i>The Lens</i>	<i>TI</i>
" <i>Xylella fastidiosa</i> "	14	1620	1001	1288	136
" <i>Phoenix roebelenii</i> "	0	26	14	16	0
" <i>Xylella fastidiosa</i> " y " <i>Phoenix roebelenii</i> "	0	1	1	1	0

Fuente: autores, con base en las bases de datos indicadas.

Con respecto a la búsqueda anterior, el único documento encontrado en las bases de datos donde coinciden los 2 nombres científicos de *Xf* y *Pr* es la solicitud de patente de origen japonés 植物に対する微生物の感染を防止又は抑制する方法及び微生物感染抵抗性植物¹⁷ de 独立行政法人農業生物資源研究¹⁸ de dicho país presentada el 16 de marzo del 2009 como la solicitud PCT/JP2010/054906. Según la información disponible en las bases de datos, la solicitud fue otorgada en Japón (patente número JP5552649) y fue solicitada además en

¹⁷ Traducción a español por parte de los autores: "Método para prevenir o inhibir la infección de plantas por microorganismos y plantas con resistencia a infección de microorganismos".

¹⁸ Actual "Organización de Investigación en Agricultura y Alimentos" (traducción de los autores). Para más información, favor consultar el sitio web: <http://www.naro.affrc.go.jp/english/index.html>

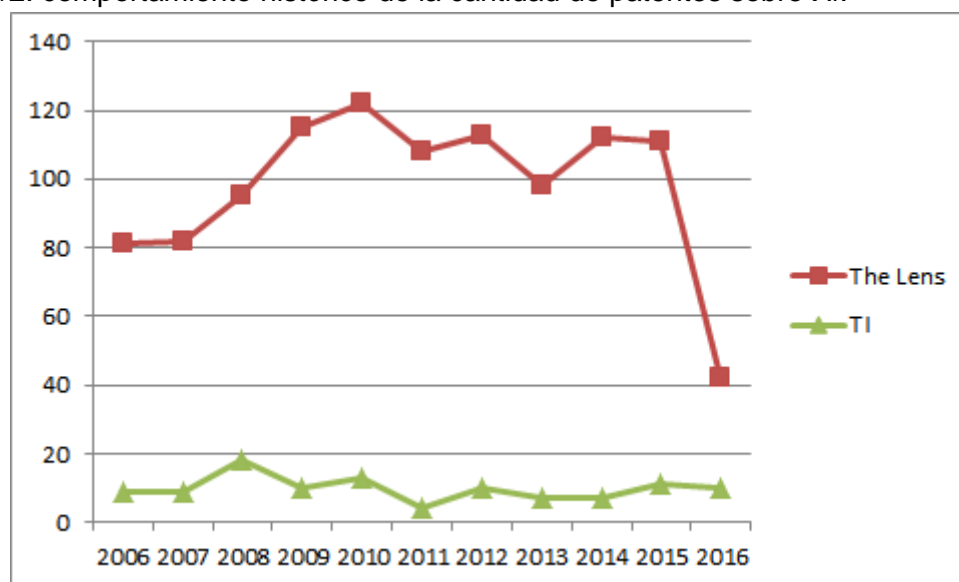
Estados Unidos: EUA (solicitud US2012023616, rechazada el 16 de diciembre del 2014) y Taiwán (solicitud TW201037077).

Según la versión estadounidense del documento, la pared celular de los organismos vivos es el primer punto de detección de infecciones para empezar el proceso de defensa, la evidencia científica demuestra que ciertos microorganismos usan α -1,3-glucano y quitosano para evitar ser detectados y atacados por el organismo huésped, por tanto según los inventores si se debilita el α -1,3-glucano de las paredes celulares de las plantas con un α -1,3-glucanato, éstas serán capaces de detectar este tipo de infecciones.

Según esta solicitud, *Xf* es uno de los microorganismos que usan este mecanismo para infectar una planta. Cabe señalar que esta patente no afirma que exista un vínculo entre *Xf* y *Pr*, la mención que hace de *Pr* se refiere a que es susceptible a infecciones de hongos del género *Rhizoctonia*.

A continuación en el gráfico #2 se muestra la evolución de la cantidad de patentes y solicitudes de patentes en los últimos 10 años. Al igual que con las publicaciones científicas, la tendencia muestra que es un campo “maduro” y es de esperarse que en los próximos años aumenten la cantidad de documentos del interés en el tema debido al OQDS.

Gráfico #2: comportamiento histórico de la cantidad de patentes sobre *Xf*.



Fuente: autores, con base en *The Lens* y *TI*.

A fin de comprender mejor las solicitudes de patentes y patentes concedidas sobre *Xf*, la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) es una herramienta que muestra las áreas de aplicación de las tecnologías que se están patentando¹⁹. A continuación se presentan los 10 principales códigos del CIP para las solicitudes de patentes y patentes concedidas sobre *Xf*²⁰: Tabla #14: principales 10 códigos CIP de las patentes sobre *Xf* según *The Lens*.

¹⁹ Para más información, favor consultar el sitio web oficial de la CIP: <http://www.wipo.int/treaties/es/classification/strasbourg/>

²⁰ La suma del total de resultados no necesariamente es igual a las cifras indicadas anteriormente debido a que un documento puede tener múltiples códigos CIP y se muestran únicamente los 10 principales códigos.

Código CIP	Descripción	Cantidad
C12N15/82	Técnicas de mutación o de ingeniería genética; ADN o ARN relacionado con la ingeniería genética, vectores, p. ej. plásmidos, o su aislamiento, su preparación o su purificación; Utilización de huéspedes para células vegetales.	238
A01H5/00	Plantas con flores, es decir, angiospermas.	143
C07H21/04	Compuestos que contienen al menos dos unidades mononucleótido que tienen cada una grupos fosfato o polifosfato distintos unidos a los radicales sacárido de los grupos nucleósido, p. ej. ácidos nucleicos con desoxirribosilo como radical sacárido.	142
C12N9/10	Enzimas, p. ej. ligasas (6.; Proenzimas; Composiciones que las contienen; Procesos para preparar, activar, inhibir, separar o purificar enzimas. Transferasas	132
C12Q1/68	Procesos de medida, investigación o análisis en los que intervienen enzimas o microorganismos; Composiciones para este fin; Procesos para preparar estas composiciones en los que intervienen ácidos nucleicos.	132
C12N1/21	Microorganismos, p.ej. protozoos; Composiciones que los contienen; Procesos de cultivo o conservación de microorganismos, o de composiciones que los contienen; Procesos de preparación o aislamiento de una composición que contiene un microorganismo; Sus medios de cultivo. Bacterias; Sus medios de cultivo modificados por la introducción de material genético extraño.	130
A61K38/00	Preparaciones medicinales que contienen péptidos	99
C07K14/195	Péptidos con más de 20 aminoácidos; Gastrinas; Somatostatinas; Melanotropinas; Sus derivados de origen bacteriano.	97
A61K39/00	Preparaciones medicinales que contienen antígenos o anticuerpos	87
C12N15/09	Técnicas de mutación o de ingeniería genética; ADN o ARN relacionado con la ingeniería genética, vectores, p. ej. plásmidos, o su aislamiento, su preparación o su purificación; Utilización de huéspedes para ello. Tecnología del ADN recombinante.	86

Fuente: autores, con base en *The Lens* y el sitio web
<http://cip.oepm.es/ipcpub/#lang=es&menulang=ES&refresh=page>

Tabla #15: principales 10 códigos CIP de las patentes sobre *Xf* según *TI*.

Código CIP	Descripción	Cantidad
C12N15/09	Ver tabla 14.	19
C12N1/21	Ver tabla 14.	19
A61K38/00	Ver tabla 14.	15
A61K38/16	Preparaciones medicinales que contienen péptidos. Péptidos que tienen más de 20 aminoácidos; Gastrinas; Somatostatinas; Melanotropinas; Sus derivados.	15
C12N15/82	Ver tabla 14.	15
C12Q1/02	Procesos de medida, investigación o análisis en los que intervienen enzimas o microorganismos; Composiciones para este fin; Procesos para preparar estas composiciones en los que intervienen microorganismos vivos.	15
C12N9/10	Ver tabla 14.	14
C12Q1/68	Ver tabla 14.	14
A61P35/00	Agentes antineoplásicos.	12
C12N9/12	Enzimas, p. ej. ligasas	12

Fuente: autores, con base en *TI* y el sitio web

<http://cip.oepm.es/ipcpub/#lang=es&menulang=ES&refresh=page>

De los documentos de patentes identificados, resulta de particular interés la solicitud patente presentada en Costa Rica: “Métodos y composiciones para el tratamiento y control de enfermedades en las plantas” de la Universidad de Texas A&M de EUA, del 28 de abril del 2015, número de solicitud CR20150218. Su primera reivindicación indica: “un método para prevenir o reducir los síntomas o enfermedades provocadas por *Xylella fastidiosa* o *Xanthomonas* en una planta, caracterizado porque comprende: poner en contacto dicha planta con un bacteriófago virulento que incluye *X. fastidiosa* y/o *Xanthomonas* en su rango de huéspedes”.

Cabe señalar que esta solicitud se presentó primero en EUA (US20140140961), y además de Costa Rica, ha entrado en fase nacional en: Australia, Chile, China, India, Japón y Perú. La presencia de esta solicitud de patente en nuestro país indica que los titulares creen que tenemos capacidad de producción y/o uso de esta tecnología.

A continuación se presentan, a manera de ejemplo, otras patentes concedidas resultantes de esta búsqueda de distintas clasificaciones:

- “Compositions and methods for the treatment of Pierce's disease”²¹

²¹ Traducción de los autores: “Composiciones y métodos para el tratamiento de la enfermedad de Pierce”.

Presentada como la solicitud estadounidense US2005257285 el 17 de noviembre del 2005, sólo ha sido presentada y concedida en EUA como la patente número 7,432,419 el 7 de octubre del 2008.

Se basa en el uso de cecropinas y defensinas (proteínas naturales de los organismos vivos con efectos anti-microbiales) a partir de las cuales es posible desarrollar proteínas quiméricas anti-microbiales. Reivindica una proteína quimérica anti-microbial compuesta por un dominio de reconocimiento de superficie vinculado a cecropina de insecto B, capaz de unirse a un componente de la membrana de la célula de *Xf* y es neutrófila elastasa humana o un ingrediente activo de ésta, y el extremo C-terminal está vinculado al extremo N-terminal de la cecropina de insecto B por un polipéptido de 2 a 20 aminoácidos; un ácido nucleico a partir de esta proteína; un vector de expresión de dicho ácido; una célula compuesta por dicho vector; una célula de *Vitus viniera*²² con ese vector; una planta transgénica de *Vitus viniera*; un tratamiento de la Enfermedad de Pierce que consiste en introducir proteínas quiméricas anti-microbiales descritas anteriormente; un método para prevenir la Enfermedad de Pierce que consiste en rociar las plantas de *Vitus viniera* con las proteínas quiméricas anti-microbiales; y un método para inhibir la Enfermedad de Pierce que consiste en introducir las proteínas quiméricas anti-microbiales en insectos vectores de *Xf*.

- “Engineering Resistance to Pierce's Disease by Expression of a Xyella Fastidiosa Heca-Like Hemagglutinin Protein”²³

Presentada como la solicitud PCT/US2005/046395 el 20 de diciembre del 2005, sólo ha sido presentada en fase nacional y concedida en EUA como la patente número 8,124,837 el 28 de febrero del 2012.

Basado en que *Xf* posee un gen de hemagglutinina que cause que las células de ésta formen agregados, con base en esto si se injerta un gen similar en una planta, es posible inocularlas para ralentizar las infecciones de esta bacteria. Con base en lo anterior reivindican: construcciones con ácido nucleico molecular codificados con un polipéptido de diversas secuencias de *Xf* descritas en la patente; una célula huésped con dicho polipéptido de manera tal que da resistencia a plantas a *Xf*; una planta con dicha célula huésped; y una semilla producida por dicha planta.

- “Genes and methods for increasing disease resistance in plants”²⁴

Presentada como la solicitud estadounidense 61/051,459 del 8 de mayo del 2008 (se concedió como la patente 9,051,580), se presentó como la solicitud PCT/IB2009/005842 y ha entrado en fase nacional en Eslovenia (SI2283034, España (ES2434742), EPO (EP2682403), Dinamarca (DK2283034) y Croacia (HRP20131058).

La invención se basa en que es posible aumentar la resistencia a enfermedades de las plantas mediante la sobreexpresión de los genes implicados en el sistema de defensa. En la

²² Nombre científico de la vid o parra, la planta que produce uvas.

²³ Traducción de los autores: “Ingeniando una resistencia a la enfermedad de Pierce al expresar una proteína hemagglutinina similar a HecA de *Xylella fastidiosa*”.

²⁴ “Genes y procedimientos para aumentar la resistencia a enfermedades en plantas”, según la versión española de la patente otorgada.

patente concedida en España reivindican: una construcción que comprende una secuencia de nucleótidos descritos en el documento y un promotor que funciona en plantas, en las que la secuencia de nucleótidos está unida operativamente al promotor de modo que éste expresa una secuencia polipéptida descrita en el documento; una célula vegetal que comprende dicha construcción; un procedimiento para aumentar la resistencia a la enfermedad.

Si bien las reivindicaciones no indican claramente a *Xf* como uno de los patógenos susceptibles a ser tratados con este procedimiento, el documento indica que es posible que funcione contra esta bacteria, entre otras que afectan a los cítricos.

- “Bismuth-thiols as antiseptics for biomedical uses, including treatment of bacterial biofilms and other uses”²⁵

Presentada como la solicitud estadounidense US61/373,188 el 12 de agosto del 2010, ha sido presentada mediante el PCT (WO2010US23108) en fase nacional en: México (MX2012009054), Japón (JP2013518895), OEP (EP2536406), China (CN103079557), Canadá (CA2788669) y Australia (AU2011212941), siendo éste último el único país donde se ha otorgado a la fecha (registro AU2011212941).

Ésta se basa en que ciertos compuestos de tior de bismuto exhiben propiedades antisépticas, anti-bacteriales y/o anti-biopelícula contra bacterias. Con base en lo anterior reivindican: un método para proteger plantas contra patógenos bacteriano, fúngico o viral, caracterizado por poner la planta en contacto con una cantidad efectiva de una composición de tior de bismuto (cuyas micropartículas tienen un diámetro medio volumétrico entre 0.4 µm y 10 µm. El documento lista a *Xf* como uno de los patógenos que pueden ser atendidos de esta manera.

Principales solicitantes

Como se señaló en la búsqueda de Inteligencia Científica, a fin de crear sinergias y equipos de investigación, se listan los nombres de las organizaciones e inventores con más patentes en el tema de *Xf*²⁶:

Tabla #16: principales 10 solicitantes con patentes sobre *Xf* según *Patentscope*.

Posición	Nombre	País de origen	Cantidad	Porcentaje de 1001
1	Basf Plant Science Gmbh	EUA	44	4.4%
2	Monsanto Technology LLC	EUA	26	2.6%
3	BASF Plant Science GmbH	EUA	22	2.2%

²⁵ “Tiores de bismuto como antisépticos para el uso agrícola, industrial y otros”, según la versión mexicana de la solicitud.

²⁶ En todos los casos se observan aparentes repeticiones de nombres de organizaciones y personas, para efectos de mantener la veracidad de los datos según la base consultada, se dejarán tal cual aparecen en las bases de datos.

4	Monsanto Technology LLC	EUA	22	2.2%
5	The Board of Trustees of the University of Illinois	EUA	20	2.0%
6	AMYRIS, INC.	EUA	18	1.8%
7	DANISCO A/S	Dinamarca	18	1.8%
8	The Board of Trustees of the University of Illinois	EUA	16	1.6%
9	North Carolina State University	EUA	16	1.6%
10	Amyris Biotechnologies, Inc.	EUA	13	1.3%

Fuente: autores, según datos de *The Lens*.

Tabla 17: principales 10 solicitantes con patentes sobre *Xf* según *The Lens*.

Posición	Nombre	País de origen	Cantidad	Porcentaje de 1288
1	Basf Plant Science Gmbh	EUA	66	5.1%
2	Danisco	Dinamarca	54	4.2%
3	Monsanto Technology Llc	EUA	54	4.2%
4	University of Illinois	EUA	40	3.1%
5	University of North Carolina State	EUA	38	3.0%
6	Amyris Inc	EUA	37	2.9%
7	University of California	EUA	31	2.4%
8	University of Florida	EUA	29	2.3%
9	Amyris Biotechnologies Inc	EUA	24	1.9%
10	Phylogica Ltd	Australia	24	1.9%

Fuente: autores, según datos de *The Lens*.

Tabla 18: principales 10 solicitantes con patentes sobre *Xf* según *TI*.

Posición	Nombre	País de origen	Cantidad	Porcentaje de 136
1	University of Illinois	EUA	17	12.5%
2	Chakrabarty Ananda	EUA	9	6.6%
3	University of Florida	EUA	8	5.9%
4	Das Gupta Tapas	EUA	7	5.1%
5	University of California	EUA	7	5.1%

6	US Agriculture	EUA	6	4.4%
7	Yamada Tohru	EUA	5	3.7%
8	DANISCO	EUA	5	3.7%
9	Bayer Cropscience AG	EUA	5	3.7%
10	Beattie Craig	EUA	4	2.9%

Fuente: autores, según datos de *TI*.

Tabla 19: principales 10 inventores con patentes sobre *Xf* según *The Lens*.

Posición	Nombre	Cantidad	Porcentaje de 1288
1	Chakrabarty Ananda	34	2.6%
2	Yamada Tohru	33	2.6%
3	Das Gupta Tapas	32	2.5%
4	Chaudhari Anita	15	1.2%
5	Fialho Arsenio	15	1.2%
6	Beattie Craig	11	0.9%
7	Hong Chang Soo	8	0.6%
8	Mehta Rajeshwari	6	0.5%
9	Taylor Brad N	6	0.5%
10	Zhu Yonghua	5	0.4%

Fuente: autores, según datos de *The Lens*.

Tabla 20: principales 10 inventores con patentes sobre *Xf* según *TI*.

Posición	Nombre	Cantidad	Porcentaje de 136
1	Chakrabarty, Ananda	24	17.6%
2	Das Gupta, Tapas	19	14.0%
3	Yamada, Tohru	19	14.0%
4	SOE, Jorn, Borch	8	5.9%
5	Turner, Mark	7	5.1%
6	GRAY, Dennis, J.	7	5.1%
7	BEATTIE, Craig	6	4.4%
8	Das Gupta, Tapas K.	6	4.4%
9	Chakrabarty, Ananda M.	5	3.7%

10	GONZALEZ, Carlos F.	5	3.7%
----	---------------------	---	------

Fuente: autores, según datos de *The Lens*.

De las tablas anteriores, se observa que al igual que en las publicaciones científicas, las organizaciones estadounidenses dominan el patentamiento de tecnologías en este tema. Haciendo una revisión de cada uno de los inventores se ha identificado que todos están afiliados a la Universidad de Illinois de dicho país.

Otro aspecto interesante a considerar son los territorios donde se están solicitando y concediendo las patentes sobre *Xf*. Según *Lens*, los principales son:

Tabla #21: países donde se están tramitando solicitudes de patentes y patentes sobre *Xf*.

País	Cantidad ²⁷	Porcentaje de 1288
EUA	811	62.97%
Australia	180	13.98%
China	4	0.31%
Japón	3	0.23%
Austria	1	0.08%
Brasil	1	0.08%
Costa Rica	1	0.08%
Alemania	1	0.08%

Fuente: autores, con base en *The Lens*.

No es sorprendente que predomine el patentamiento en EUA en virtud de que la bacteria procede de dicho país, lo que resulta más sorprendente de estas cifras es que el segundo lugar sea ocupado por Australia y, como ya se mencionó anteriormente, que haya una solicitud de patente en dicho territorio.

²⁷ La suma del total de resultados no necesariamente es igual a 1288 debido a que un documento puede ser presentado en varios países y se excluyen de la tablas las solicitudes vía el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT), que corresponden a 247 solicitudes.

Conclusiones

1. No se ha encontrado ningún artículo científico que aporte evidencia de que *Pr* sea portadora de *Xf*, más bien se encontró uno donde se afirma que no lo es y, según los autores del artículo e investigadores de la UCR consultados, su exportación a Europa no debería estar limitada.
2. Existen capacidades en nuestro país para investigar sobre *Xf* y aplicar metodologías desarrolladas por terceros para prevenir y/o controlar esta bacteria. Sin embargo éstas deben de ser compatibles con los estándares internacionales para poder compartir y comparar los resultados.
3. La *Xf* sí está reportada en otras especies de plantas de valor comercial para el país y es posible que otras especies sean huéspedes todavía no identificados. Por tanto, se deben continuar desarrollando proyectos de investigación para la identificación de éstas y metodologías para su prevención o tratamiento.
4. Es de esperar que en los próximos años aumente significativamente la investigación y el patentamiento relativo a la prevención y tratamiento de plantas infectadas por *Xf*, en particular desde los países europeos para los cuales esta bacteria es causante de enfermedades emergentes.
5. Se deben actualizar los resultados bibliométricos y patentométricos periódicamente para observar las más recientes tendencias en el tema producto del interés que ha generado el OQDS y contar con datos completos para el año 2016.