

**RESÚMENES DEL SEGUNDO TALLER DE LA RED DE COOPERACIÓN
LATINOAMERICANA SOBRE EL ESTUDIO DEL TIZÓN TARDÍO DE LAS
SOLANÁCEAS (AGOSTO 21, 2016, PANAMÁ)**

Revista Latinoamericana de la Papa 20 (1): 45-64
<http://www.papaslatinas.org/ojs/index.php/index/oai>

ISSN: 1853-4961

Euroblight analysis of *Phytophthora infestans* populations in Europe and expansion of the global database

D. E. Cooke¹, J. G. Hansen², P. Lassen², S. Baby², A. K. Lees¹, G. JT. Kessel³

¹The James Hutton Institute, Invergowrie, Dundee, DD2 5DA, UK. ²Department of Agroecology, Aarhus University, Slagelse, Denmark. ³Bio-interactions and Plant Health, Plant Research International, 6700 AA Wageningen, The Netherlands.

Summary

Evolving populations of the late blight pathogen, *Phytophthora infestans*, can reduce the effectiveness of disease management practices. A series of well-documented genetic changes have occurred in populations globally but the lack of standardisation of methods and data storage has made comparisons across time and space difficult. A key objective of Euroblight, a consortium of European late blight researchers and industry representatives, is the collation of data using standardised tools to study European populations of *P. infestans*. We have collected data on the diversity of *P. infestans* analysed with simple sequence repeat (SSR) genetic markers using DNA storage cards (FTA cards, Whatman). These cards allow scouts to squeeze lesion sap directly from leaves to ship to the lab. The method is rapid and effective since no pathogen isolation is required. There is, however, a need to back this up with some isolation to check pathogen phenotypes. Our surveys resulted in over 2800 geo-tagged samples from 30 European countries from 2013-2015 sampled at a range of spatial scales and stored in a standardised format. A complex population structure was revealed with 70 to 80% of the population dominated by a few widely disseminated clonal lineages. The data is available via the mapping interface at www.euroblight.net. Population genetic tools to analyse and display the SSR diversity have also been developed. These are facilitating data interpretation and advice is being provided to the industry to improve late blight management. The template for this survey and database is appropriate for *P. infestans* populations in other potato growing regions and its expansion and use in Latin America will be discussed.

Additional key words: SSR, population, diversity, DNA.

Late blight situation in Europe and ongoing projects

H. Schepers¹, A. Lees², J. G. Hansen³

¹Wageningen University & Research, Applied Plant Research, Lelystad, The Netherlands

²The James Hutton Institute, Invergowrie, Dundee, Scotland, United Kingdom

³Aarhus University, Dept. of Agroecology, Research Centre Foulum, Tjele, Denmark

huub.schepers@wur.nl

Summary

Although early blight caused by *Alternaria solani* is becoming more and more important, late blight caused by *Phytophthora infestans* is still the most damaging disease of potatoes in Europe. In the EuroBlight workshops information concerning late blight epidemics and disease control in Europe is presented. Before the workshop, representatives of all European countries are contacted and invited to submit information on the epidemic and control of late blight in their country. This information is then summarized and presented in the workshop and subsequently also published in the Proceedings and on the EuroBlight website (www.euroblight.net). As a consequence, information regarding late blight epidemics in Europe since 1996 is now available. A summary of the late blight epidemics in 2015 & 2016 will be presented at the next EuroBlight workshop in May 2017 in Aarhus, Denmark. For each European country, information is collected on the following topics:

- Dates of early outbreaks of potato late blight
- Weather conditions and late blight development
- Use of fungicides and control strategies
- Organic potatoes
- Occurrence of tuber blight
- Use of cultivars
- Use of Decision Support Systems

At the last EuroBlight workshop held in Brasov, Romania in May 2015, recent research results regarding late blight were presented. Projects can be categorised as follows:

- Pathogen population biology
- Integrated control strategies
- Fungicide efficacy
- Decision Support Systems
- Epidemiology
- Resistant cultivars

Research examples and details of the recently approved project IPMBlight 2.0 will be presented. This project aims at validating the IPM 2.0 concept, with potato late blight as a case study. To this end, it will analyze genotypic (WP1) and phenotypic (WP2) variation in reference collections of the pathogen sampled from sexual and clonal populations collected in partner countries, and develop new DSS models while adjusting existing ones to offer risk assessment based on both epidemiological, weather-driven infection likelihood and pathogen phenotypes (WP3). The new DSS modules will therefore be able to best inform tactical choices ('should I spray now?') and strategic decisions ('can I trust this resistant cultivar? how can I adjust my spraying schedule accordingly?') for improved late blight control.

- Resistant cultivars

Research examples and details of the recently approved project IPMBlight 2.0 will be presented. This project aims at validating the IPM 2.0 concept, with potato late blight as a case study. To this end, it will analyze genotypic (WP1) and phenotypic (WP2) variation in reference collections of the pathogen sampled from sexual and clonal populations collected in partner countries, and develop new DSS models while adjusting existing ones to offer risk assessment based on both epidemiological, weather-driven infection likelihood and pathogen phenotypes (WP3). The new DSS modules will therefore be able to best inform tactical choices ('should I spray now?') and strategic decisions ('can I trust this resistant cultivar? how can I adjust my spraying schedule accordingly?') for improved late blight control.

Additional key words: Improved, DSS model, genotypic, phenotypic.

Late blight situation in the USA

W. E. Fry

Cornell University, Ithaca NY, 14853, USA

Summary

A consortium of investigators in the USA has since 2011 shared information concerning the location of outbreaks of late blight. This collaboration resulted in a website (<http://usablight.org/>) which now publishes the locations of late blight outbreaks throughout the USA in near-real time. Non-consortium members can also report outbreaks, which are confirmed by consortium members. The maps of late blight outbreaks are valued by the community – as indicated by the fact that there were more than 25,000 visits to the website in 2014. Summaries of these activities appear in (Fry et al. 2015) (Fry 2016). The website also hosts a link to the ‘BlightPro’ Decision Support System (Small et al. 2015).

The most recent dominant strains of *Phytophthora infestans* in the USA are US-8, US-11, US-22, US-23 and US-24 (Fry et al. 2015). These differ in terms of their response to mefenoxam, an effective oomycete fungicide. US-8 is quite resistant: US-11 is very resistant, and US-22, US-23, and US-24 are fairly sensitive. US-23 has been particularly dominant throughout the USA, and has accounted for more than 80% of the reports in the last few years. Late blight in the USA remains sporadic – appearing in locations where the weather has been favorable for disease development and where the pathogen has been introduced. Despite the occurrence of a recombinant population centered in upstate New York in 2010 and 2011, there does not yet appear to be a residential sexual population in the USA. Late blight does not necessarily occur year after year in the same location.

Additional key words: BlightPro, DDS, maps, website.

References.

Fry, W. E. (2016). " Annual Review of Phytopathology **54**:22 pp.

Fry, W. E., et al (2015) Phytopathology **105** (7):966-981.

Small, I. M., et al, (2015)." Computers and Electronics in Agriculture.
[Http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.010](http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.010)

Colecta y caracterización del tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary) en el altiplano central de México

H. Lozoya Saldaña¹, M. María Cuenca Condoy¹, N. J. Grünwald², S. K. Shakya³, C. R. Belmar Díaz⁴

¹Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México

²Horticultural Crops Research Unit, USDA-ARS, Corvallis, OR 97330, USA

³Department of Botany and Plant Pathology, Oregon State University, Corvallis, OR 97331, USA

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Metepec, Méx.

picti87@gmail.com

Resumen

El oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont) de bary, es el agente causal del tizón tardío de la papa y del tomate. En la comunidad científica es ampliamente aceptado que el origen y la mayor variabilidad de este microorganismo se encuentra en el altiplano central de México. Considerando esta ventaja comparativa, en esta región, durante los últimos 65 años, se han hecho múltiples evaluaciones de genotipos de papa para la resistencia genética al patógeno; cuantificación de efectividad biológica de fungicidas; estudios sobre la presión de selección de éstos sobre la variabilidad genética del oomiceto; amplitud de hospedantes del patógeno en las especies silvestres de *Solanum* presentes en la zona, y colecta y caracterización del tizón, tanto de razas patogénicas como molecularmente. El presente reporte incluye los avances sobre la colecta y caracterización de *P. infestans* durante los últimos dos veranos (2014-2015), dentro de un proyecto internacional continuo de investigación. Las colectas se hicieron en diez localidades, en siembras comerciales y en lotes instalados *ex profeso*, desde 2,000 m (6,520 pies) hasta 3,100 m (10,130 pies) de altura sobre el nivel del mar, de cinco variedades y con diversos regímenes de manejo químico. Las cepas, enviadas para análisis en varios embarques, sumaron 750 aislamientos, aunque los resultados preliminares de microsatélites (SSR) fueron de los primeros 85. Las poblaciones de Chapingo y San Gerónimo resultaron básicamente clonales, esto es, fueron similares entre ellas, que se explica por el hecho de que a pesar de existir buen clima para el cultivo de papa en la región, no hay siembras comerciales ni presión de selección o de variabilidad para el tizón. Los aislamientos del resto de las localidades presentó tanta variabilidad como la del valle de Toluca. Con esto se amplía la posibilidad de que el centro de origen del oomiceto no sea únicamente del valle, o más bien, que surgió y continúa diversificándose simultáneamente en todo el altiplano central de México.

Palabras claves adicionales: Molecular, químico, cepas, poblaciones, aislamientos.

Agradecimientos: Es un proyecto continuo, financiado internamente por la Universidad Autónoma Chapingo, con números de registro 145003002 y 156602002. Externamente está incluido en el proyecto “Reducing losses to potato and tomato late blight by monitoring pathogen populations, improved resistant plants, education, and extension”. Prime award USDA NIFA 2011-68004-30154, subaward S-000486.

Monitoreo de poblaciones de *Phytophthora infestans*

M. F. Lucca, G. M. Cabarro, M. F. Servi, A. F. Puebla

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA.

lucca.florencia@inta.gob.ar

Resumen

El tizón tardío, causado por *Phytophthora infestans*, sigue siendo la principal amenaza para los cultivos de papa en todo el mundo, y la razón principal del uso de fungicidas. A nivel mundial, esta enfermedad es responsable de pérdidas globales anuales superiores a los 6 billones de dólares americanos, incluidos los costos de las medidas de control. La inestabilidad genética de sus poblaciones es una de las razones por las que *P. infestans* es tan difícil de controlar. El tizón tardío es considerada una enfermedad reemergente alentado por la creciente globalización del comercio y el cambio climático. Este oomicete es conocido por los cambios de población muy rápidos y repentinos, a menudo relacionados con problemas de control. Tal adaptabilidad genética pone en peligro el uso de cultivares resistentes de forma duradera y un manejo sostenible de fungicidas. Este fenómeno hace hincapié en la necesidad de monitoreo constante de la estructura poblacional de *P. infestans* y la caracterización de genotipos nuevos o invasivos para poder contrarrestarlos.

El objetivo de esta vigilancia de *P. infestans* es capturar la mayor variación genotípica como sea posible mediante el amplio muestreo de campos de papa. Se utilizan para ello unas tarjetas de muestreo denominadas FTA cards. Posteriormente se realiza un genotipado utilizando una reacción estandarizada con un conjunto 12 marcadores microsátélites (SSR). Los resultados del genotipado se presentarán en el Taller y proporcionarán un visión general de la estructura poblacional de *P. infestans* nacional y regional, determinando la dinámica de las diferentes líneas clonales y la ocurrencia de genotipos únicos en la población.

Palabras claves adicionales: Vigilancia, variación, genotipado, líneas clonales.

***Phytophthora infestans* population in Peru: new country-wide sampling extending to cultivated potato and alternative Solanaceous hosts**

H. Lindqvist-Kreuze, W. Perez, S. Gamboa, M. Izarra

International Potato Center (CIP), Lima, Peru

h.lindqvist-kreuze@cgiar.org

Summary

Peruvian *P. infestans* population consists of a single mating type (A1) and five main clonal lineages. EC-1 and US-1 infect mainly cultivated potatoes while PE -3 and PE -7 are found on native varieties or wild species. EC- 1, which is also presented in Ecuador and Colombia was considered as the dominating lineage until recently when we discovered a new lineage, which was present in the same frequency as the EC-1 clonal lineage in the fields sampled. To better understand the current situation in the whole country we have begun a survey from all the agroecological zones throughout Peru that grow potatoes. We have to date collected 379 samples of *P. infestans* on the FTA cards and 142 new living isolates mostly from cultivated potato fields all over Peru. We have also at the same time analyzed the diversity of Solanaceous plants that grow near the infected potato fields and looked for symptoms of late blight infection. To date we have identified 39 Solanaceous species, most of which showed no late blight symptoms. However, five Solanaceous species were identified with symptoms and *Phytophthora* was successfully isolated from them. Our plan is to complete the survey and analyze the population diversity using 12-plex SSR marker system for *Phytophthora*.

Additional key words: Mating type, clonal, varieties, agroecological zones.

Estructura poblacional de *Phytophthora infestans* en México mediante SSR

J. Wang¹, S. P. Fernández-Pavía², M. M. Larsen³, E. Garay-Serrano², Ma. R. Gregorio-Cipriano², G. Rodríguez-Alvarado², N. J. Grünwald³, E. M. Goss^f

¹ Department of Plant Pathology and Emerging Pathogens Institute, University of Florida; ² Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; ³ Horticultural Crops Research Unit, USDA-ARS
fpavia@umich.mx, fernandezpavia@hotmail.com

Resumen

Phytophthora infestans es el agente causal del tizón tardío de la papa y el jitomate, el cual es un patógeno devastador presente en todo el mundo. La reproducción sexual de *P. infestans* ocurre regularmente dentro del altiplano central de México, por lo que las migraciones del patógeno fuera del país, han impactado en la dinámica de la enfermedad en Europa y Norte América. Los estudios de poblaciones de *P. infestans* en México se han enfocado al Valle de Toluca, mientras que regiones vecinas han sido poco estudiadas. Se examinó la estructura poblacional del patógeno en el centro de México, incluyendo muestras del Estado de México, Michoacán y Tlaxcala. Se encontraron altos niveles de diversidad que concuerdan con la presencia de la reproducción sexual, asimismo la subdivisión poblacional estuvo fuertemente asociada con la región geográfica. Sin embargo, se encontraron aislados triploides o aneuploides y una desviación del Equilibrio de Hardy-Weinberg en múltiples *loci*, indicando que la aparente triploidía observada en linajes invasivos está también presente en las poblaciones sexuales de México. Se infiere una mayor migración desde Tlaxcala y Michoacán hacia Toluca que viceversa, lo cual puede contribuir a la diversidad de la población de Toluca. La caracterización de la estructura genética y diversidad de *P. infestans* en México, usando el mismo set de marcadores SSR que han sido usados para estudiar *P. infestans* en otros países, contribuirá al entendimiento de la biología y diversidad genética de este problemático patógeno.

Palabras claves adicionales: Jitomate, estructura poblacional, triploides, loci.

Caracterización de aislados de *Phytophthora infestans* obtenidos de jitomate en Michoacán, México

M. del R. Gregorio-Cipriano¹, G. Rodríguez-Alvarado¹, H. Lozoya-Saldaña², J. Villegas-Moreno³, S. P. Fernández Pavía¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH); ²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, ³Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, UMSNH.
fpavia@umich.mx, fernandezpavia@hotmail.com

Resumen

El jitomate es la principal hortaliza cultivada en Michoacán, su producción es afectada por el tizón tardío, una devastadora enfermedad ocasionada por el oomicete *Phytophthora infestans*. Las poblaciones de este patógeno que atacan al jitomate han sido poco estudiadas en México. El objetivo de este estudio fue caracterizar aislados de *P. infestans* obtenidos de cultivos de jitomate en campo e invernadero, provenientes de cinco localidades de Michoacán. Se analizaron 33 aislados por tipo de compatibilidad, preferencia de hospedero (mediante pruebas de patogenicidad), patrones isoenzimáticos para *Glucosa 6-fosfato isomerasa (Gpi)* y *Peptidasa (Pep)*, sensibilidad al Mefenoxam y haplotipos mitocondriales. Se realizaron cruces entre aislados obtenidos de jitomate con los de papa para detectar posible incompatibilidad entre cepas de diferente hospedero. Se detectaron aislados obtenidos de campo con tipo de compatibilidad A1, A2 y homotáticos; mientras que en aislados obtenidos de invernaderos comerciales únicamente se observó A2. Los aislados fueron patogénicos en papa y en jitomate, por lo tanto no se detectó preferencia de hospedero. Los aislados obtenidos en cultivos de campo fueron más susceptibles al Mefenoxam que los de invernadero. Se detectaron tres genotipos isoenzimáticos para *Gpi* (100/122, 100/111 y 111/111) y uno para *Pep* (100/100). Se encontró el haplotipo mitocondrial Ia. No hubo incompatibilidad entre aislamientos de *P. infestans* provenientes de diferente hospedero. La composición genética de las poblaciones del patógeno en jitomate es similar a la reportada en papa, ya que todos los genotipos detectados en este estudio fueron reportados previamente en dicho cultivo.

Palabras clave adicionales: Jitomate, aislados, patogenicidad, haplotipos.

Genotipificación y determinación de EC₅₀ para los principales ingredientes activos en las poblaciones de *Phytophthora infestans* del sur de Chile

I. Acuña, C. Sandoval, S. Mancilla

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Chile

iacuna@inia.cl

Resumen

Tizón tardío, causada por *P. infestans*, es la enfermedad más destructiva que afecta al cultivo de papa en el mundo. Este patógeno ha sido capaz de adaptarse a diferentes climas y latitudes a través de la historia, predominando en el último tiempo nuevos genotipos que sumado a la pérdida de sensibilidad hacia algunos ingredientes activos, ha hecho aún más difícil su control, aumentando la incidencia y severidad de la enfermedad. Con el objetivo de genotipificar y evaluar la sensibilidad de *P. infestans* a fungicidas de uso común, se analizaron colecciones del patógeno desde las temporadas 2003/04 hasta la 2015/16 utilizando 9 marcadores SSR, donde los genotipos predominantes de las últimas temporadas fueron evaluados para determinar su sensibilidad a los ingredientes activos metalaxilo, cimoxanilo, dimetomorfo, fluazinam, propamocarb y oxathioprolin *in vitro*. Como resultado de la genotipificación, se obtuvieron 26 genotipos durante las temporadas evaluadas. Entre las temporadas 2003 al 2005 se diferenciaron 19 genotipos, los cuales ya no se presentaron en la temporada 2006/07, siendo reemplazados principalmente por 2 genotipos que aún predominan mayoritariamente en esta última temporada del cultivo, demostrando un cambio en el perfil genético de las poblaciones que coincide con la resistencia a metalaxil detectada. Los valores de Ec₅₀ para dimetomorfo y fluazinam fluctuaron entre 0,07 -0,5 ppm y 0,005- 0,6 ppm, respectivamente, siendo superados ampliamente por propamocarb (6-91 ppm) y metalaxil (5-95 ppm), mientras que cimoxanilo presentó un Ec₅₀ de 0,05 ppm en todos los aislados evaluados. Cabe destacar, que los valores más bajos de Ec₅₀ obtenidos durante este estudio fueron utilizando el nuevo ingrediente activo oxathioprolin, que presentó un rango entre $5 \cdot 10^{-5}$ y $7 \cdot 10^{-4}$ ppm, logrando un efectivo control del patógeno *in vitro*.

Palabras clave adicionales: Fungicidas, SSR, ingrediente activo, patógeno.

BlightNet: una red multilateral para el estudio del tizón tardío de la papa en Latinoamérica y Europa

M. Florencia Lucca (INTA Argentina), J. Andrade Piedra (CIP Perú), R. Harakava (IB Brasil), I. Acuña Bravo (INIA Chile), C. Tello Torres (INIAP Ecuador), A. Hannukkala (LUKE Finlandia), H. Hausladen (TUM- Alemania), S. Restrepo (UNIANDES Colombia)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, EEA Balcarce, Argentina

lucca.florencia@inta.gob.ar

Resumen

El tizón tardío, causado por el oomicete *Phytophthora infestans* es la principal enfermedad que ataca a las solanáceas en el mundo y ha causado graves pérdidas de rendimiento a través de la historia. Fue descrito por primera vez en 1845, siendo responsable de la conocida "hambruna de Irlanda". Hoy en día, 150 años después, *P. infestans* continúa haciendo estragos en papa, el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo. Estudios mundiales han reportado que la población mundial de *P. infestans* está en proceso de cambio, observándose en algunas regiones cambios muy rápidos y repentinos. La inestabilidad genética de sus poblaciones hace que *P. infestans* sea un patógeno de difícil control, favorecido por el aumento creciente globalización del comercio y los cambios climáticos. Consorcios de científicos y especialistas en Europa (Euroblight), América Latina (Tizón Latino), Asia (Asiablight) y América del Norte (USAblight) dedican sus esfuerzos para estudiar *P. infestans* y promover la cooperación regional en torno a la enfermedad. Sin embargo, estas redes están trabajando de forma independiente. EraNet-LAC es una red que fomenta la cooperación multilateral entre investigadores de la Unión Europea y la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños. En el marco de la segunda convocatoria de EraNet-LAC 2015-16, presentamos el Proyecto *BlightNet: Latin America and Europe as partners in sustainable control of potato late blight*. Los países socios participantes del consorcio son Argentina, Chile, Perú, Ecuador, Brasil, Colombia, Finlandia y Alemania. De esta manera el consorcio BlightNet ayudará a expandir y consolidar los objetivos de la red Tizón Latino, buscando mejorar el intercambio de conocimiento y la colaboración para mejorar el control del tizón tardío de la papa en América Latina y Europa, contribuyendo a preservar la biodiversidad de la papa y de otros hospederos solanáceos. Esta iniciativa multi-regional plantea realizar el monitoreo y caracterización de las poblaciones de *P. infestans* en los países socios, buscando determinar el flujo génico y predecir cambios en cada región, a fin de poder definir un paquete de manejo sustentable preventivo del tizón tardío que evite un impacto negativo sobre el medio ambiente y la seguridad alimentaria.

Palabras claves adicionales: Biodiversidad, flujo génico, predecir, consorcio.

Late blight in Colombia: moving towards informed management decisions

M. Parra, J. González, C. Chaves, S. Restrepo, G. Danies

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

gdanies@uniandes.edu.co

Summary

In Colombia, late blight disease was first reported in the late 1920's and is considered one of the most limiting diseases for potato production. The disease is persistent because potatoes are grown year round. Like in most other places in the world, control of late blight in Colombia is mainly achieved by the use of fungicides. The fungicides most utilized are the systemic fungicides cymoxanil, dimetomorph, propamocarb, metalaxyl-M, and fluopicolide, and the contact fungicides mancozeb and tin hydroxide. Ninety percent of the cultivars grown in Colombia, both for fresh consumption and for industry, are extremely susceptible to late blight. Consequently, frequent applications of fungicides are often required. The population structure of the causal organism, *Phytophthora infestans*, is highly clonal dominated by isolates of the EC-1 clonal lineage. Despite the simple population structure of isolates of *P. infestans* in Colombia, recent *in vitro* assays have shown differences in their response to the most commonly used systemic fungicides. Thus, constant monitoring of the pathogen's population is necessary. We have recently collected isolates from the main potato-producing areas in Colombia and are assessing their genotypic differences using a set of 12 polymorphic microsatellite markers. Furthermore, we are assessing their sensitivity to the five most commonly used systemic fungicides in the country, as well as their mating type, and their aggressiveness on different potato cultivars. Knowledge on phenotypic traits of agronomic importance will improve the efficiency of late blight management and will contribute economically and environmentally to sustainable agriculture in Colombia.

Additional key words: Population, clonal lineage, isolates, genotypes.

Sistema de Gestión de Calidad “SGC Sanidad Papa”: redes neuronales y sistemas expertos para el manejo del Tizón Tardío.

**G. Clemente¹, M. C. Bedogni¹, V. Crovo¹, C. De Lasa¹,
M. Puricelli², A. Salvalaggio², M. Huarte¹.**

¹ Grupo Papa, Unidad Integrada Balcarce (EEA INTA, FCA UNMdP), ² McCain Argentina.

clemente.gladys@inta.gob.ar

Resumen

El cultivo de papa es sensible a varias enfermedades que pueden diezmarlo e impedir la obtención de producto cosechable. El manejo de los tizones que afectan al cultivo de papa se basa principalmente en el uso de agroquímicos, con altos costos de producción y potenciales riesgos ambientales. SGC Sanidad Papa procura el manejo sanitario del cultivo basado en la aplicación del conocimiento, reduciendo costos de producción por menor aplicación de agroquímicos, protegiendo la salud del medio ambiente y las poblaciones rurales y periurbanas, propendiendo a la obtención de alimentos inocuos. SGC Sanidad Papa combina una red neuronal de conocimiento y experiencia con las ventajas de automatización de un sistema experto para la toma de decisiones, incorporando el registro de variables agronómicas, el monitoreo del cultivo y el diagnóstico de laboratorio. En 2015/16 se aplicó SGC Sanidad Papa en cinco cultivos de papa con destino comercial del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina (1400 has). Para todos los casos se registraron variables agrometeorológicas e información agronómica (cultivares, fenología, paisaje, manejo del riego y la fertilización, labores culturales, fungicidas, monitoreo sanitario, diagnóstico en laboratorio). Las estimaciones de riesgo de Tizón Tardío se basaron en modelos citados por la bibliografía, utilizando umbrales de riesgo. En los cultivos del ambiente costero las condiciones favorables para la acumulación de riesgo de Tizón Tardío fueron mayores para la fecha de plantación tardía y ciclo más corto. En este cultivo el riesgo acumulado requirió de un número mayor de aplicaciones de fungicidas. No obstante la aplicación del SGC Sanidad Papa para los dos cultivos del ambiente costero disminuyó el número de aplicaciones de fungicidas respecto de un manejo calendario teórico de aplicaciones. En cultivos de papa del ambiente serrano, uno requirió cinco aplicaciones menos de fungicida curativo respecto de haber sido manejado en un esquema de aplicaciones sistemáticas, utilizando además solo una aplicación de fungicida preventivo. Otro cultivo serrano manejado con SGC Sanidad Papa ahorró dos aplicaciones de fungicida curativo, requiriendo también solo una aplicación de fungicida preventivo. En el tercer cultivo, conducido en condiciones muy favorables para Tizón Tardío, el SGC no permitió reducir el uso de fungicidas. En la próxima campaña del cultivo de papa, con el mismo enfoque sistémico del SGC Sanidad Papa, se abordará la aplicación de estrategias para el manejo de Tizón Temprano de la papa, sobre la base de modelos para predecir el riesgo de esta enfermedad, integrando además control de plagas insectiles.

Palabras claves adicionales: Tizón temprano, fungicidas, aplicaciones, sanidad.

Desarrollo de un modelo de pronóstico para alerta futura como herramienta de apoyo en el control de Tizón tardío

R. Bravo, I. Acuña, J. Quintana, J. Gatica, M. Vargas, M. Guzmán

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue.

rbravo@inia.cl

Resumen

En el sur de Chile se ha implementado un sistema de alerta como herramienta para apoyar la toma de decisiones para el control de Tizón tardío. El sistema funciona desde el año 2007 utilizando los datos de la red de estaciones meteorológicas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Chile) y desde el 2009 tiene comunicación directa con los productores usuarios, utilizando mensajería de texto a través de telefonía celular. Con la finalidad de entregar información anticipada a los productores de papa y mejorar la toma de decisiones, se busca incorporar al sistema el pronóstico meteorológico entregado por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC). Para esto, los datos de la temperatura, la humedad relativa y la precipitación en superficie del pronóstico meteorológico serán utilizados en el modelo BLITECAST. Los valores son obtenidos mediante el modelo de mesoescala Weather Research Model (WRF) que es operado en el centro de cómputo de la DMC. Para validar la incorporación del pronóstico meteorológico al sistema de alerta, se están realizando experimentos de campo donde se comparan estrategias de control químico considerando control con calendario fijo, según sistema de alerta actual y según sistema de alerta con pronóstico meteorológico a 24, 48 y 72 horas. Entre los resultados de la primera temporada se pudo obtener un nivel de control de Tizón tardío similar para todos los tratamientos, sin embargo, el número de aplicaciones fue mayor considerando el pronóstico meteorológico (6 aplicaciones) en relación al sistema actual de alertas (3 aplicaciones), pero menor a un sistema a calendario fijo (12 aplicaciones). La variable que determinó este resultado fue la mayor duración de humedad relativa alta ($\geq 80\%$) en el pronóstico respecto a los valores observados. Se incorporará el modelo de análisis propuesto por Wilks y Shen (1991) para analizar las diferencias entre los valores pronosticados y observados, generando un indicador de probabilidad de que ocurra un evento determinado de Tizón tardío.

Palabras claves adicionales: Humedad relativa, estrategia, temperatura, modelo.

Agradecimientos: Proyecto financiado por la Fundación para la innovación Agraria FIA a través del proyecto PYT-2015-0094.

Validation of simple hand-held decision support system to manage potato late blight in the Andes.

W. Perez¹, J. Andrade¹, O. Ortiz¹, G. Forbes².

¹International Potato Center (CIP), Lima, Peru.

²International Potato Center (CIP), Kunming, China.

w.perez@cgiar.org

Summary

The majority of decision support systems (DSS) created to manage potato late blight (PLB) have been developed in the industrialized countries where the environmental conditions, farmers' socio-economic situation and rural facilities are different from the Andes. The highly varied agroecosystems of the Andes and lack of infrastructure that these systems requires have led to a complete lack of adoption of these DSS. CIP has developed different training materials to improve the disease management capacity of small-scale farmers, among which is a simple hand-held DSS (HH-DSS). This tool integrates three critical factors that can affect the need to apply fungicide: 1) susceptibility of the potato variety, 2) general amount of precipitation, and 3) time since the last fungicide application. HH-DSS was compared with Sim Cast, a DSS tested with relative success in Mexico, sprays based on rainfall thresholds, calendar spraying and a control treatment without fungicide application; comparisons were done in field trials carried out in Paucartambo (Pasco), an environment highly conducive to PLB. Comparisons were based on the number of fungicide applications needed for disease control and an environmental impact indicator. The results showed that HH-DSS performed as well or slightly better than the other treatments and thus represents a potentially viable option for small-scale farmers.

Additional key words: Susceptible, fungicide, sprays, farmers, agroecosystem.

Eficiencia de control químico del Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary) de la papa en Chile

I. Acuña, M. Vargas, M. Araya

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Chile

iacuna@inia.cl

Resumen

Tizón tardío, causada por *Phytophthora infestans*, es la enfermedad más devastadora del cultivo de papa alrededor del mundo. Reduce enormemente las producciones de la temporada, e inclusive, si las condiciones climáticas son las adecuadas para el desarrollo del patógeno, puede propagarse a gran velocidad, pudiendo causar pérdidas totales. El método de control más utilizado por los agricultores es el control químico. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de diversos fungicidas en el control de Tizón tardío en la zona Sur de Chile. Durante 6 temporadas se realizaron parcelas experimentales en INIA Remehue, Región de Los Lagos, Chile, con cultivares de papa susceptibles a Tizón tardío tratadas con diferentes fungicidas. Los experimentos se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones en la temporada de evaluación. Los tratamientos fungicidas evaluados fueron Mancozeb 80% PM 2 kg/ha (Mancozeb 800 g/kg), Bravo 720 1,35 L/ha (Clorotalonil 720 g/L), Stimo WP 2 L/ha (Zoxamida 73 g/kg + Mancozeb 727 g/kg), Shirlan 500 SC 0,5 L/ha (Fluazinam 500 g/L), Ranman 0,2 L/ha (Ciazofamid 400 g/L), Revus 250 SC 0,5 L/ha (Mandipropamid 250 g/L), Revus Top 0,5 L/ha (Difenoconazol 250 g/L + Mandipropamida 250 g/L), Forum SC 0,36 L/ha (Dimetomorfo 500 g/L), Zampro DM 1,0 L/ha (Dimetomorfo 225 g/L + Initium 300 g/L), Moxan MZ 2 kg/ha (Cymoxanil 80 g/kg + Mancozeb 640 g/kg), Curzate MZ 2 kg/ha (Cymoxanil 80 g/kg + Mancozeb 640 g/kg), Equation Pro 0,8 kg/ha (Cymoxanil 300 g/kg + Famoxadona 225 g/kg), Consentó 450 SC 2,5 L/ha (Propamocarb HCl 375 g/L + Fenamidone 75 g/L) e Infinito 687,5 SC 1,6 L/ha (Propamocarb HCl 625 g/L + Fluopicolide 62,5 g/L). Para la evaluación se determinó el porcentaje de tejido dañado por la enfermedad, el área bajo la curva de progreso de la enfermedad y el área relativa de daño respecto al testigo sin aplicación de fungicida. De los tratamientos fungicidas evaluados se determinó que todos disminuyeron significativamente la severidad de Tizón tardío en follaje respecto al tratamiento testigo para las temporadas de evaluación, sin embargo, el tratamiento que logró mayor control de la enfermedad fue Infinito 687,5 SC, el cual fue significativamente distinto a los demás tratamientos fungicidas con sólo un 3,2% de daño. En segundo lugar, le siguen el grupo de tratamientos con Revus Top, Zampro DM, Bravo 720 y Revus 250 SC, los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí, abarcando porcentajes de daño relativo entre 5,3 y 8,5%. Además, Curzate MZ, Equation Pro, Consentó 450 SC y Mancozeb 80% PM, tampoco presentaron diferencias significativas entre sí con valores entre 10,1 y 13,5%, estos fueron significativamente distintos a los tratamientos Moxan MZ, Stimo WP, Ranman y Shirlan 500 SC (19,3 a 31,3%), los que a su vez resultaron ser distintos al tratamiento con Forum SC, los que lograron un menor control de la Enfermedad con valores entre 51,4% de daño relativo.

Palabras claves adicionales: Tratamientos, temperatura, humedad relativa, porcentaje de daño.

El tizón de la papa (*Phytophthora infestans*) en Bolivia: Retos y oportunidades para disminuir sus efectos en la papa (*Solanum tuberosum* L.)

J. Gabriel, J. Magne, S. Veramendi, A. Angulo, G. Plata, F. Rodríguez

Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia.

j.gabriel@proinpa.org

Resumen

El oomycete *Phytophthora infestans*, agente causal del Tizón de la papa, es la enfermedad más importante en Bolivia, debido a su capacidad destructiva, al infectar hojas, tallos y tubérculos, cuando hay condiciones medioambientales favorables, llegando a producir pérdidas de hasta del 100% en corto tiempo. Económicamente en Bolivia causa pérdidas de hasta 30 millones de dólares al año, afectando a cerca de 40.000 familias de pequeños agricultores andinos, que significa cerca de 20.000 hectáreas productoras de semilla de papa. Es importante conocer a este patógeno para lo cual se deben estudiar las razas que la componen, los tipos de apareamiento, y caracterizar molecularmente sus poblaciones. El combate del patógeno, está basado en la utilización de cultivares resistentes y la aplicación de fungicidas. Con el objetivo de conocer las razas, los tipos de apareamiento, las características moleculares y realizar el combate químico, se analizaron siete aislamientos de las zonas paperas más importantes del país, se generó nuevos cultivares resistentes y se implementaron campañas fitosanitarias en una región papera del país, basado en una estrategia de combate químico que fue desarrollado por la Fundación PROINPA. Los resultados obtenidos mostraron que las razas de tizón son complejas y están presentes los 11 genes de virulencia. El tipo de apareamiento fue del tipo A2, aún no se encontró el tipo de apareamiento A1, pero hay un riesgo potencial que este entre del Perú, por la inconsciente importación de papa que se hace desde este país, que sería la causa de un gran desastre ecológico en zonas de alta biodiversidad por la pérdida de la gran biodiversidad de cultivares de papa. El combate a través de las campañas fitosanitarias fue efectivo y benefició a más de 3.000 familias de pequeños agricultores de las regiones de Morochata, Independencia, Colomi y Capinota en Cochabamba, que lograron cosechas mayores a 10 t.ha^{-1} , respecto de 6 t.ha^{-1} que antes se lograba; además, se redujo a un 50% el uso de plaguicidas, contribuyendo esto a disminuir los efectos en la salud de los agricultores y el medio ambiente. Finalmente se logró el registro de siete nuevos cultivares resistentes a tizón, de las cuales una fue liberada (Puka Huaycha) y está en proceso de escalamiento.

Palabras claves adicionales: Apareamiento, beneficio, razas, registro, fungicidas.

Agradecimientos: Las actividades fueron financiadas por el Subproyecto “Desarrollo de variedades con tolerancia a factores bióticos restrictivos” del INIAF y ejecutado por la Fundación PROINPA, y Swisscontact, a través de su proyecto “Promoviendo Mercados Rurales”.

Evaluación *in vitro* de la susceptibilidad al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en híbridos de papa mejorados en Costa Rica

M. Esquivel Solano, L. Gómez- Alpizar, A. Brenes Angulo

Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas,
Universidad de Costa Rica, arturo.brenes@ucr.ac.cr

Resumen

La papa (*Solanum tuberosum*) es el tercer cultivo más importante a nivel mundial, con una producción promedio de 300 millones de toneladas anuales. Se considera un cultivo de gran importancia para la seguridad alimentaria, ya que provee más energía y proteínas por unidad de área que cualquier otro. La enfermedad más devastadora para el cultivo de papa es el tizón tardío, causado por *Phytophthora infestans*, que genera cuantiosas pérdidas económicas a muchos productores alrededor del mundo. El combate químico de la enfermedad, además de costoso y ambientalmente cuestionado, conduce a la selección de razas resistentes del patógeno debido al uso inadecuado de los fungicidas, lo que complica aún más el manejo de la enfermedad. El uso de variedades con resistencia genética es una alternativa eficiente y duradera para el combate de la enfermedad. Con el objetivo de determinar el grado de susceptibilidad a *P. infestans* de 29 híbridos de papa mejorados en Costa Rica, se llevó a cabo la evaluación *in vitro* de estos materiales según la metodología descrita por Gabriel *et al.* (2007). Foliolos de vitroplantas de ocho semanas de edad crecidas en invernadero, se inocularon en cajas Petri, con dos razas distintas de *P. infestans*, una compleja y una raza cero, provistas por el CIP (Centro Internacional de la Papa). Se utilizó una concentración de inóculo de 25000 esporangios/ml. Las variables evaluadas fueron: período de latencia (PL), tamaño de lesión (TL), tasa relativa de crecimiento (TRC), área de esporulación relativa (AER) y área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). El análisis estadístico se realizó por medio de un Modelo Lineal Generalizado Mixto. Se observó variabilidad en la respuesta de los genotipos en relación a su nivel de susceptibilidad al tizón tardío, tanto para la raza cero como para la raza compleja. De los 29 híbridos evaluados, 3 fueron resistentes y 3 medianamente susceptibles, el resto se comportaron como completamente susceptibles a la raza compleja, según la clasificación establecida por Gopal y Singh (2003). En cuanto al área de esporulación relativa los 3 híbridos resistentes y uno de los medianamente susceptibles presentaron valores menores al 5%. Los resultados evidencian la posibilidad de generar variedades con resistencia al tizón tardío para las condiciones de cultivo en Costa Rica.

Palabras claves adicionales: Híbridos, raza, variedades, inóculo, susceptibilidad.

La resistencia genética a *Phytophthora infestans* en naranjilla y tomate de árbol en Ecuador.

J. Ochoa^{1,2}, N. Amagua¹, C. Tello¹, J. Pazmiño², C. Troya²

¹Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Mejía-Ecuador. jose.ochoa@iniap.gob.ec

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador

Resumen

La lancha o tizón, causada por el oomicete *Phytophthora infestans*, es una enfermedad importante de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lamark) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en Ecuador. La enfermedad en condiciones favorables para el patógeno puede causar pérdidas totales en los dos cultivos. La población de *P. infestans* que infectan naranjilla y tomate de árbol causan epidemias diferentes. En áreas endémicas de *P. infestans* de tomate de árbol no se presenta la enfermedad en naranjilla. Sin embargo, en áreas endémicas de *P. infestans* de naranjilla se presenta la enfermedad en tomate de árbol. La población de *P. infestans* que infecta tomate de árbol se muestra más adaptable que la población de naranjilla. Al momento el control de la enfermedad en los dos cultivos está exclusivamente asociado con el control químico. La resistencia genética para *P. infestans* en la sección *Lasiocarpa* para la población que infecta naranjilla y en *Solanum uniloba* para la población que infecta tomate de árbol es una opción promisoriosa para el control de esta enfermedad. En una colección de la sección *Lasiocarpa* del banco de germoplasma del Ecuador en INIAP se identificaron niveles altos de resistencia en accesiones de *S. hirtum*, *S. hyporhodium*, *S. pectinatum* y *S. felinum*, niveles intermedios de resistencia en las accesiones de *S. pseudolulo*, *S. candidum* y *S. sessiliflorum*; mientras que todas las accesiones de *S. quitoense* fueron susceptibles al patógeno. Estudios de resistencia en plántula en líneas segregantes F3 de cruzamientos entre *S. quitoense* con *S. hyporhodium*, *S. felinum* y *S. vestisimum*, mostraron que la resistencia a *P. infestans* es mayormente de efectos grandes, aunque también se encontraron reacciones intermedias probablemente de naturaleza cuantitativa. En tomate de árbol empleando un método de selección masal modificado se seleccionaron cuatro líneas F4 con resistencia de campo a *P. infestans* en la cruce entre *S. betaceum* x (*S. uniloba* x *S. betaceum*). La resistencia de estas líneas se evaluó en la siguiente generación (plantas F5) en estado de plántulas en condiciones controladas. Utilizando la prueba X² se estableció que en las líneas *Sbx(SuxSb)* 1, *Sbx(SuxSb)* 19 y *Sbx(SuxSb)* 22 llevaban un gen dominante de resistencia en condición homocigótica, mientras que la línea *Sbx(SuxSb)* 24 llevaba un gen de resistencia en condición heterocigótica.

Palabras claves adicionales: Líneas, homocigótica, heterocigótica, selección masal, plántulas.

Potato Late Blight in the Eastern Provinces of Canada

C. Martin, A. Gagnon, S. Massie

Progest 2001 Inc., Quebec, CANADA

Summary

Regarding potato production, Prince Edward Island (PEI), New Brunswick (NB) and Quebec (QC) constitute the principal Eastern Provinces of Canada. Together they plant more than 74,000 hectares, with a production of over 2 millions tons and a year revenue close to CAD 2.3 billions. These potatoes are exported fresh or processed to other provinces but mainly to USA. Three research institutions work on potatoes in these provinces. Two of them are federal centers: Charlottetown in PEI and Fredericton in NB. The third institution is the Centre de Recherche Les Buissons (CRLB) in QC, which is funded by the provincial government. CRLB is mainly dedicated to produce new varieties while the other two institutions do potato research on many different issues. Research on Potato Late Blight (LBT) is limited in the Eastern Provinces of Canada.

Incidence and severity of LBT is highly dependent on the weather conditions and normally does not constitute a serious problem, except during rainy summers. Up to 2009, LBT race US-8 was the principal one affecting potatoes in these provinces. Surveys conducted in 2011 detected, in addition to US-8, the new genotypes US-23 and US-24. By 2012 the most prevalent race affecting potatoes and tomatoes was US-23. Mating types A1 and A2 has been detected in several places of Canada. Long-distance movement in seed tubers and garden center transplants appears to have contributed to the rapid and region specific spread of the genotypes across Canada.

In Quebec, farmers normally apply fungicides to control LBT 5 to 7 times as a preventive measure in summer with low rains distribution. During rainy summers, these applications can reach up to 12 times. Seed producer farmers apply fungicides 10 times during the growing season but they may apply weekly if the rain is frequent. Most common fungicides applied are Bravo (Chlorothalonil), Ridomil Gold (Mancozebe/Metalaxyl-M), Revus (Mandipropamide), Reason (Fenamidone), Manzate (Mancozebe/Metalaxyl-M) and Dithane (Mancozebe). Infected tomato seedling arriving into Canada in early spring may be the cause of the initial inoculum. PEI distributed thousands of resistant tomato seed in 2015, reducing significantly the occurrence of LBT in potatoes.

Progest 2001 Inc. is a private R&D company that provides technical assistance to the potato industry of Quebec. Since 2007 Progest 2001 has its own potato breeding program. Progest 2001 conducts, among other things, field evaluations for potential fungicides by using artificial inoculation with race US-23. The program is mainly dedicated to produce genetic lines with resistances to LBT, PVY and common scab, in addition to increase dry matter contents and produce potatoes with yellow flesh. Earliness and drought tolerance are also traits included in the breeding program. Progest also has research projects with different institutions, namely McGill University for the development of Cisgenic potato varieties with resistance to LBT.

Additional key words: Famers, seed, fungicides, resistance, cisgenic.