



CIP
CENTRO
INTERNACIONAL
DE LA PAPA



05

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Octubre 2021

¿Cuánto cambió el microorganismo que causa el tizón tardío de la papa en dos décadas en el Perú?

El tizón tardío de la papa puede ocasionar la pérdida total de las cosechas.

Para controlarlo se usan fungicidas que pueden causar daños a la salud y afectar al medio ambiente.

Ha sido encontrado sobre los 4000 m.s.n.m. causando pérdidas económicas y poniendo en riesgo la biodiversidad de la papa.



Introducción

En el Perú, la población actual de *Phytophthora infestans*, el microorganismo que causa el tizón tardío de la papa comprende un solo grupo de apareamiento (A1) y se puede diferenciar geográficamente. El linaje predominante del patógeno (grupo de individuos descendientes y genéticamente idénticos con un ancestro común) sigue siendo el denominado EC-1, el cual puede infectar papa cultivada, silvestre y otros géneros de la familia Solanaceae y está distribuido en todo el país. Este linaje presenta muchas variantes, algunas de las cuales predominan en la zona centro mientras que otras lo hacen en el norte o sur del Perú.

A diferencia de lo encontrado hace dos décadas, actualmente el linaje PE-3 solo está presente en el norte y afectando solo papa cultivada, mientras que el linaje US-1 se ha encontrado afectando solo a solanáceas silvestres en el norte. En Puno, se ha hallado una variante del linaje PE-7, encontrado antes en el norte, afectando solanáceas silvestres. Esta variante, denominada PE-7.1 ha desplazado a los linajes US-1 y PE-3 que predominaban antes en la región sur.

La misma población de *P. infestans* que afecta la papa comercial afecta también las solanáceas silvestres, constituyendo estas últimas una fuente de inóculo primario para el desarrollo de epidemias.

Las variantes del patógeno con mayor distribución en el país deben ser utilizados para la búsqueda y evaluación de nuevas fuentes de resistencia para el tizón tardío, enfermedad que es favorecida por el cambio climático.

Antecedentes

En el Perú, la papa es un cultivo de gran importancia socioeconómica y el tizón tardío puede ocasionar la pérdida total de las cosechas, principalmente cuando las variedades de papa son susceptibles a esta enfermedad. Para controlarla se usan principalmente fungicidas que, si no se usan equipos de protección personal al momento de aplicarlos, pueden causar daños a la salud de los agricultores y sus familias, así como también afectar al medio ambiente. Muchas variedades de papa consideradas como resistentes han sucumbido al tizón debido a los cambios poblacionales del patógeno causante de esta enfermedad. Este microorganismo ha sido encontrado a alturas mayores de 4000 m.s.n.m. causando pérdidas económicas a los agricultores de subsistencia y poniendo en riesgo la biodiversidad de la papa, ya que estas zonas anteriormente estaban libres de esta enfermedad. El conocimiento de la diversidad actual de este patógeno ayudará a explicar los cambios en la severidad de la enfermedad, a desarrollar estrategias adecuadas para el manejo de la enfermedad y a detectar posible resistencia a los fungicidas usados en el país.

Los resultados de este estudio fueron publicados en la revista Plant Pathology (<https://doi.org/10.1111/ppa.13125>), mientras que los resultados de las colectas anteriores están disponibles en los siguientes enlaces: <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2001.91.10.956>, <https://doi.org/10.1007/s10658-005-1225-9>.

Objetivos

- Conocer las nuevas razas y/o variantes de *P. infestans* presentes en Perú.
- Determinar la variación en la estructura poblacional de *P. infestans* en las áreas muestreadas.
- Identificar especies silvestres que actúan como hospedantes de *P. infestans*.

Enfoque

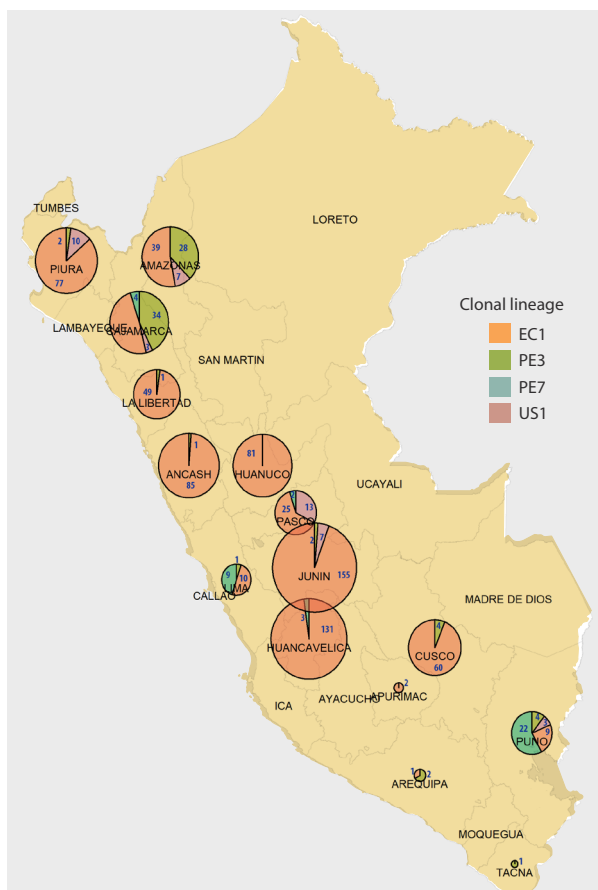
Para tener un mayor conocimiento de los cambios en la población de *P. infestans* en el Perú, el Centro Internacional de la papa (CIP) en colaboración del Instituto de Innovación Agraria (INIA) y con fondos del Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA), en el año 2017 colectaron alrededor de 720 cepas de este patógeno que estaban afectando papa cultivada, papa silvestre, malezas y otras especies relacionadas a la papa en diferentes partes del Perú (Foto 1). Se comparó la población actual con las cepas colectadas entre los años 1996 y 2013 mediante un método estándar llamado marcadores microsatélites (SSR) Multiplex-12.

Resultado y discusión

Los análisis realizados en el laboratorio indicaron que todas las cepas colectadas pertenecieron al mismo grupo de apareamiento (A1) y, por lo tanto, no hay evidencia de que *P. infestans* se reproduzca sexualmente en el Perú. El 85% de las cepas colectadas fueron resistentes al fungicida sistémico metalaxyl y la población actual del patógeno es más virulenta, es decir tiene razas más complejas que las poblaciones de hace dos décadas y, por lo tanto, pueden vencer la resistencia genética de más variedades de papa.

Se encontraron los mismos linajes reportados hace dos décadas: EC-1, PE-3, PE-7 y US-1 (Fig. 1). El linaje EC-1 tiene una amplia distribución en todas las zonas paperas estudiadas, con una gran variabilidad genética, tanto en la actual como en las antiguas colecciones, y continúa siendo el linaje predominante en papa cultivada, papa nativa y hospedantes silvestres. Algunas variantes del linaje EC-1 pueden encontrarse en diferentes regiones, o también, una misma variante puede afectar múltiples hospedantes. El linaje PE-3 actualmente solo se encuentra afectando papa cultivada y ha sido desplazado al norte del Perú. Anteriormente, se encontraba también afectando a hospedantes silvestres en la zona centro y a papas nativas en la zona sur del Perú. El linaje US-1 se encontró afectando papa cultivada, tomate cultivado y papa silvestre sólo en colecciones antiguas, mientras que en ambas colecciones (actual y antigua) se encontró afectando tomate silvestre, pepino dulce y especies silvestres. Este linaje estaba muy extendido en la papa en colecciones antiguas, pero en colecciones actuales solo se encontró afectando solanáceas silvestres. El linaje PE-7 en poblaciones antiguas se encontraba afectando tomate silvestre, papa silvestre, tomate cultivado y pepino dulce, mientras que en la colección actual se detectó solo una variante de PE-7 en el sur de Perú (Puno) afectando papa cultivada. Con estos resultados se determinó que la población actual de *P. infestans* en Puno es diferente a la antigua población en la que predominaban US-1 y PE-3, lo que indica un desplazamiento de estos antiguos linajes dominantes.

El no haber encontrado nuevos linajes de *P. infestans* después de dos décadas puede deberse a que la importación de semilla de papa proveniente de otros países es inexistente y el comercio de semilla de papa es local o regional. Por tanto, el riesgo de ingreso de nuevos linajes del extranjero es bajo. En los países limítrofes con Perú por el norte (Ecuador y Colombia) se ha reportado el mismo linaje dominante, EC-1, infectando principalmente papa. Esto contrasta con países como Argentina, Brasil y Uruguay donde se han reportado linajes pertenecientes al tipo de apareamiento A2, ocasionado principalmente por la importación de semilla de papa desde Europa. Sin embargo, un área de riesgo potencial para la migración de nuevos linajes está en la frontera entre Perú y Bolivia, ya que en Bolivia se ha reportado el tipo de apareamiento A2. Afortunadamente hasta ahora, no se ha reportado ningún aislamiento de *P. infestans* del tipo de apareamiento A2 en Perú. Sin embargo, otra especie, *P. andina*, que es del tipo de apareamiento A2, se ha encontrado infectando tomate de árbol en Perú.



La predominancia del linaje EC-1 (con mayor virulencia y resistencia a fungicidas) en todas las zonas paperas del Perú pone en riesgo no solo a cultivos comerciales sino también a la biodiversidad de la papa en zonas altoandinas, donde se concentra la mayor cantidad de pequeños productores de papa que cultivan variedades nativas.

Durante la última colecta en los años 2016-2017, se aislaron 34 cepas de *P. infestans* provenientes de diversos tipos de papa e incluso de otras plantas diferentes a papa como *Solanum zahlbruckneri* (cushay), *S. grandidentatum* (hierba mora), y *lochroma grandiflorum* (campanilla). En la mayoría de estas plantas, los síntomas causados por *P. infestans* en las hojas son similares a los producidos en papa y tomate e incluyen manchas oscuras, húmedas y la presencia de pelusilla blanquecina sobre el envés cuando la humedad es alta. (Fig. 2). Estas especies actúan como reservorios del patógeno al estar infectadas por los mismos linajes que la papa cultivada.

Figura 1. Distribución geográfica de los linajes EC1, PE3, PE7 y US1 de *Phytophthora infestans* en Perú colectadas entre 1996 y 2017. El tamaño de los círculos es relativo al tamaño de la muestra.

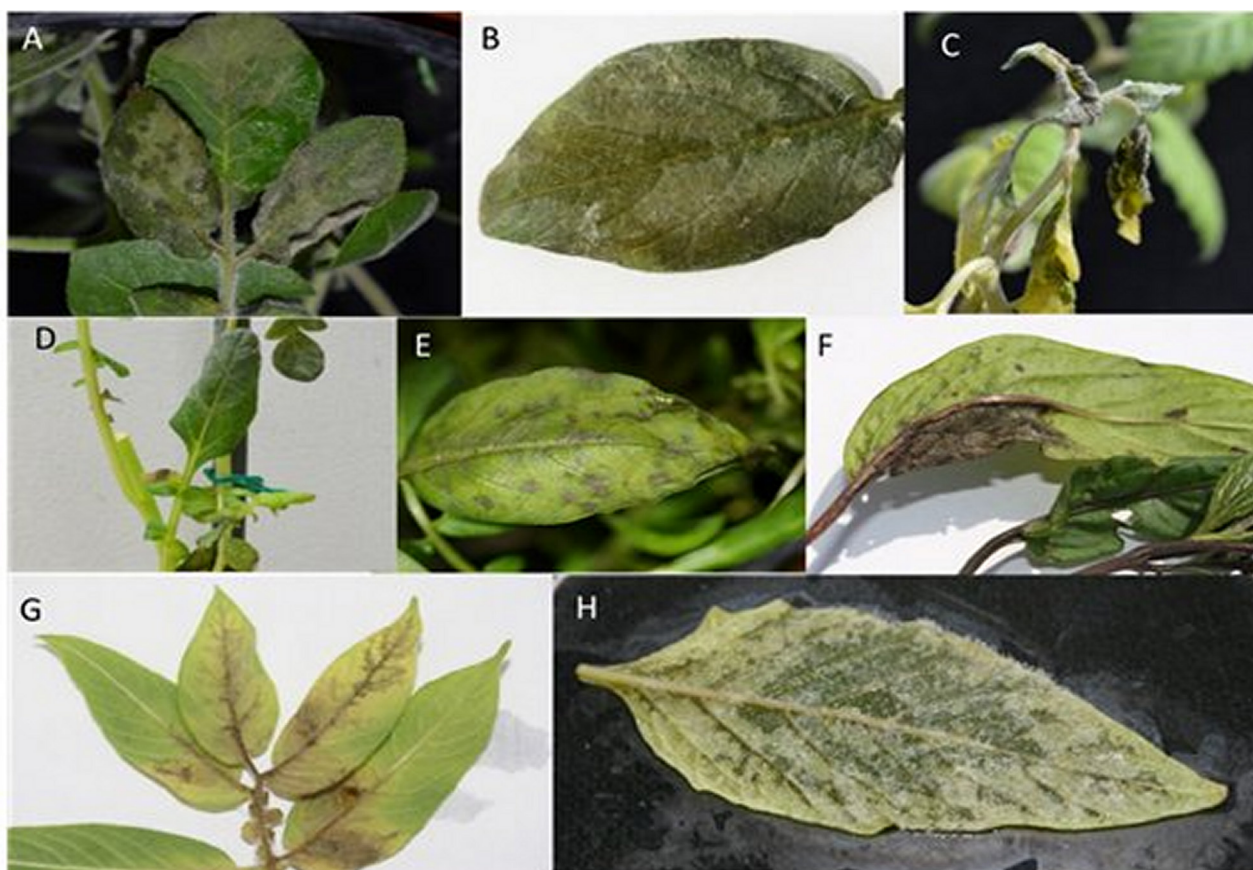


Figura 2. Síntomas del tizón tardío en: A) *Solanum caripense*, (B) *S. candolleum*, (C) *S. grandidentatum*, (D) *S. acaule*, (E) *S. huancabambense*, (F) *S. muricatum*, (G) *S. ochranthum*, y (H) *S. zahlbruckneri*.

El conocimiento de la población actual de *P. infestans* permitirá el desarrollo e implementación de estrategias adecuadas para el control del tizón tardío incrementando el rendimiento del cultivo. Debido a que los métodos para caracterizar poblaciones están estandarizados internacionalmente, los resultados obtenidos pueden ser comparados con otros resultados internacionales, por lo tanto, van a permitir el análisis estructural de las poblaciones a nivel regional y mundial.

Una adecuada estrategia de control de la enfermedad permitirá reducir el uso de fungicidas, lo cual reducirá

el costo de producción, la contaminación ambiental y protegerá la salud de los agricultores, ya que estos utilizan los plaguicidas muchas veces sin tener en cuenta los riesgos de exposición a los mismos. El conocimiento de variantes del patógeno permitirá decidir si se debe utilizar fungicidas sistémicos, o de contacto, y cuando iniciar las aplicaciones. Además, permite evaluar germoplasma de papa, ya sea mejorado o nativo, para resistencia al tizón tardío utilizando las variantes mas agresivas y representativas de la población actual del patógeno..



Duration

Dates of the project: Enero 2016 – marzo 2018
Project code: PNIA-IE-10460-2015 (1276-PNIA)

Budget

PEN S/.1990,321.15

Contact:

Dr. Hannele Kreuze (h.lindqvist-kreuze@cgiar.org), CIP GG & CI
MSc. Wilmer Perez (w.perez@cgiar.org), CIP Peru
Blgo. Soledad Gamboa (s.gamboa@cgiar.org), CIP Perú

For more information, see <https://cipotato.org/>

Donors and partners



El CIP agradece a los donantes y organizaciones que apoyan globalmente su trabajo a través de sus contribuciones al Fondo Fiduciario del CGIAR: www.cgiar.org/funders



© Octubre 2021. Esta publicación está registrada por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Está licenciada para su uso bajo la Licencia Internacional de Atribución 4.0 de Creative Commons