



Evaluación parcial de tres sistemas
agroforestales para la zona Andina

Ocurrencia de micotoxinas en
alimentos para consumo humano

El INIAP en marcha
40 años de investigación



PAPA

H. Andrade B.¹
X. Cuesta Z.¹
P. J. Oyarzún²

Mejoramiento

en Ecuador: desafiando el incremento en la patogenicidad de *Phytophthora infestans*

INTRODUCCION

Durante la última década, varios cambios han ocurrido en la población de *Phytophthora infestans* (Mont) deBary, hongo causante de la Lancha en papa, en el Ecuador. Estos cambios, que están estrechamente relacionados a las nuevas migraciones del hongo desde su probable centro de origen en México, han dado lugar a profundas modificaciones en los genotipos y patogenicidad de la población de Pi en todo el mundo. La aparición de nuevos genotipos en el Ecuador fue acompañada de un aumento drástico en los factores de virulencia, de una importante fracción de la población con resistencia al Metalaxil, del desplazamiento de la población de *P. infestans* y en general por severas epidemias, aun en cultivares relativamente resistentes.

EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO

En el INIAP, el Programa de Mejoramiento varietal de papas para resistencia a lancha se inicia hace ya casi 35 años. La mayor parte de las variedades generadas poseían resistencias simples o monogénica y el patógeno venció rápidamente este

tipo de resistencia. El efecto multigénico residual en estas variedades es bajo. Desde 1992 el programa ha dirigido sus esfuerzos a la identificación y uso de fuentes de resistencia horizontal o de genes menores, considerada como duradera, basado en materiales tanto propios como de otros programas de mejoramiento a nivel internacional.

Fuentes de resistencias. Hasta hace poco, el Programa de Papa fue responsable de la Colección Ecuatoriana de Papa (CEP). Con fines de mejoramiento, el Programa mantiene una colección base formada por 52 accesiones de *S. phureja*, especie diploide de ciclo corto, y 68 de *S. andigena*, especie tetraploide de ciclo largo. Previamente, las 653 accesiones con que cuenta la CEP fueron sometidas a una profunda prospección, tras la cual, una gran cantidad de duplicados fueron eliminados. Ver cuadro 1. A nivel internacional, el PNRT Papa ha estado trabajando principalmente con las poblaciones de mejoramiento a tizón tardío del Centro Internacional de la Papa, CIP, conocidas como población A y B.

Cuadro 1. Colección Central de Papa de Ecuador, entradas caracterizadas y duplicados por longitud del periodo vegetativo. 1999.

¹ Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro del INIAP.

² Proyecto FORTIPAPA CIP.



Período del cultivo	No. de entradas	% caracterizado	% duplicados	No. entradas CCE
Precoz (S. Phureja)	201	78	40	52
Tardío (S. Andígena)	452	67	30	68
Total	653			120

Líneas de acción y objetivos del Programa de Mejoramiento. El Programa de mejoramiento tiene varias líneas de acción de acuerdo a múltiples objetivos. La producción de variedades con resistencia duradera al tizón tardío es un objetivo central. Enlazado a este, el mejoramiento en precocidad y productividad, así como en calidad para consumo y procesado son objetivos principales del Programa. El Plan de mejoramiento del PNRT Papa, publicado en 1996, contiene los detalles para lectores más interesados en este tópico.

En los últimos años la investigación realizada por el Programa ha sido enriquecida metodológicamente por la incorporación de nuevos enfoques: La investigación participativa, permite acortar los ciclos de selección, asegurando una mayor aceptación y difusión de las nuevas variedades entre los diferentes usuarios de la cadena agroalimentaria; El enfoque de género, permite ofertar tecnologías de acuerdo a las necesidades reales a una demanda diferenciada entre productoras y productores. Diferenciación por demanda. Zonas agro-ecológicas. Las preferencias varietales, por consumo y producción,

tiene un carácter fuertemente regional en el País. En la Sierra se distinguen tres zonas:

Zona norte: provincias del Carchi y Pichincha prefieren variedades de alto rendimiento, rosada/crema y pulpa amarilla/crema; su destino principal es la venta. Principales mercados Quito y sur de Colombia (Dpto. Nariño). Para autoconsumo en Carchi prefieren las papas de color de piel morada/crema y pulpa blanca.

Zona centro: provincias del Chimborazo y Tungurahua, color de piel rosada crema, pulpa amarilla. Principales mercados Quito y Guayaquil.

Zona sur: provincia de Cañar, color de piel morada/crema, pulpa crema. Para autoconsumo, nativas tipo Bolonas. Principales mercados Guayaquil, Cuenca, norte del Perú.

SITUACION DE LA RESISTENCIA A TIZON TARDIO (*Phytophthora infestans*)

En nuestro país las condiciones agroecológicas imperantes en la Sierra son, en general, adecuadas para el desarrollo del cultivo durante todo el año. De-

safortunadamente, también, condujeron para el desarrollo de epidemias de esta enfermedad. A modo ilustrativo citamos:

- Condiciones climáticas favorables: en todas las zonas agroecológicas la presencia de lluvia y humedad con distribución uniformemente, favorecen un desarrollo de la enfermedad
- Presencia de la población nueva: en estudios realizados entre 1995 y 1999, determinaron la existencia de la población nueva, ECI, con tipo de apareamiento AI que es más agresiva que la población vieja, especializada en papas y capaz de afectar mas severamente al cultivo.
- Inoculo todo el año: la presencia del inoculo durante todo el año, debido a la siembra continua de papas, favorece para que la enfermedad se transforme en endémica.
- Variedades susceptibles: la mayoría de las variedades comerciales nativas se han vuelto altamente susceptibles al patógeno y las variedades mejoradas Esperanza, María, Cecilia y Gabriela expresaron su resistencia vertical vencida.
- Amplio rango de especies silvestres y cultivadas susceptibles: la amplia flora de hospederos de Solanaceas alternativos como los cultivos de berenjenas, tomates, pimientos, pepinos dulces y especies silvestres susceptibles, resultan en altas concentraciones de inoculo durante todo el año
- Resistencia a fungicidas Metalaxil: en el Ecuador se ha reportado resistencia principalmente a Metalaxil en algunas zonas paperas, pero al monitorear la resistencia en el siguiente ciclo ésta desapareció o disminuyó lo que a llevado a pensar que la resistencia observada es consecuencia de un uso intensivo de este fungicida. No se ha encontrado poblaciones del patógeno con resistencia al Cymoxanil y a Chlorotanolil.

Las condiciones descritas fundamentan la alta prioridad asignada por el Programa a los trabajos de obtención de variedades con resistencia duradera, como componente central para el desarrollo de un manejo integrado de la enfermedad.

Avances en el Programa de Mejoramiento en resistencia duradera a "Lancha". (Tizon tardío)

El objetivo principal en esta área combina la obtención de variedades con resistencia duradera a tizon tardío y calidad para consumo en fresco y procesado.

La estrategia de trabajo enfoca varios aspectos: prioriza el uso de variedades nativas y utiliza la técnica de cruza y selección recurrente. Cada nueva variedad es evaluada por diversos actores de la cadena agro alimentaria y todas las fases de Investigación ocurren en forma participativa.

Los trabajos fueron iniciados en 1992, con la evaluación de la resistencia genética en los CEP. Entonces, se identificaron 8 progenitores

tetraploides de la especie *Solanum tuberosum* spp. andigena con alta resistencia. Con ellos, se realizaron 12 cruzamientos recíprocos y 40 policulturas, de los cuales se obtuvieron 52 familias y un total de 24.830 semillas. De la generación F1 se seleccionaron 690 clones, basados en criterios de tipo de follaje, rendimiento, forma y color de tubérculo, precocidad y otras enfermedades. En 1997-98, tercer ciclo de selección recurrente, se probaron en campo de productores 18 clones con resistencia horizontal, de los cuales fueron seleccionados cuatro.

Durante estos ciclos, se trabajó bajo el enfoque de cadena. Por ello, se identificaron e involucraron actores, desde productores hasta consumidores finales, cuidando que esta ocurra en base a definiciones muy precisas tanto cualitativas como cuantitativas. La participación activa de los varios usuarios durante el proceso de selección de variedades, permitió acortar los ciclos de selección y ajustar los criterios de preferencia de cultivo en las fases de floración y cosecha, y del producto mediante degustaciones. Como resultado, las nuevas variedades fueron generadas con alta probabilidad de adopción tanto agronómica como comercial. El caso de la variedad Fripapa es representativo. Durante la selección, fue probada por los agricultores que entregan papa a la industria. Tradicionalmente, estos cultivaban Superchola y María, con serios problemas de lancha. Fripapa fue una alternativa frente a lancha y en la actualidad se encuentra ampliamente difundida entre los proveedores de materia prima para la agroindustria, sembrándose alrededor de mil hectáreas.

La obtención de variedades con alto contenido de materia seca, se basa en el cruzamiento de variedades locales, en general de alto contenido en materia seca, con material mejorado de alta calidad. La selección por calidad se realiza en la segunda y tercera generación clonal, cuando los mejores clones de varios cruzamientos han sido previamente seleccionados por rendimiento, resistencia a tizon tardío y precocidad.

La calidad culinaria para consumo en fresco ha sido desde un inicio una característica de importancia y se han formado variedades sobresalientes como "Catalina", "Gabriela", "Cecilia". En 1995 se liberaron variedades identificadas a un determinado consumidor; las variedades I- Fripapa destinada a la agroindustria y las variedades "I-Margarita", "I-Rosita" e "I- Soledad" para uso en fresco.

FUTUROS DESARROLLOS EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO

El PNRT Papa se encuentra incorporando los factores dentro de su programa de mejoramiento como son: Precocidad y resistencia a la lancha y precocidad.



permite escapar a las condiciones desfavorables, una menor exposición a enfermedades como el tizón tardío, menor costo de producción y permite dos ciclos al año. Las potencialidades de precocidad y resistencia en *S. Phureja* serán explotadas en diversos tipos de cruzamientos.

Factores ambientales. Varios limitantes ambientales importantes están influenciando o pronto influenciarán las tareas de los fitomejoradores. Así, las consecuencias indeseables de los usos generalizados de fertilizantes nitrogenados y fosforados, están afectando la epidemiología de las enfermedades foliares. Sin embargo, la legislación internacional y nacional está considerando establecer límites en el uso de los fertilizantes debido a su acción contaminante del medio ambiente. El desafío es entonces mejorar la eficiencia de uso de los fertilizantes, como ha sido efectuado en maíz.

Si duda, la mayor preocupación del Programa será la obtención y liberación de variedades con alto grado de resistencia horizontal o de campo a Lancha, que respondan a otras demandas específicas de los usuarios y/o den soluciones a otros factores limitantes de la producción en el País. Entre esta últimas se prestará particular atención a: sequía, heladas, salinidad, toxicidad por acidez, aluminio, etc. A medida que la presión de la población humana se incrementa, más tierras marginales se ponen en uso. Estas tierras a menudo presentan limitaciones muy marcadas en los factores antes enunciados.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS CON MEJORAMIENTO EN PAPA

Para el cumplimiento de los objetivos y desafíos antes discutidos el PNRT-p, mantiene proyectos y relaciones con diversas instituciones nacionales y extranjeras. Solo en el área de investigación relacionada con Lancha se ejecutan actividades en los siguientes proyectos:

FORTIPAPA "Fortalecimiento de la investigación y producción de semilla de papa". El proyecto consta de varios sub-proyectos, que abarcan la problemática de la enfermedad poniéndose énfasis en selección de clones con buenas características agronómicas, con ausencia de genes mayores y características de resistencia al tizón tardío, incluida la participación de productores. Actualmente, se cuenta con un grupo de clones

promisorios para ser liberados como variedades. Además, incluye el manejo integrado del tizón tardío, la producción de semillas de las nuevas variedades y la transferencia de tecnología.

INCO: "Cooperation with Third Countries and International Organisations" cuyos objetivos están relacionados con un eficiente uso de la diversidad genética presente en especies silvestres relacionadas con la papa, buscando una producción sustentable de papa, mediante métodos biotecnológicos para mejoramiento.

PREDUZA: es el Proyecto de Mejoramiento para Resistencia Duradera en Cultivos Altos en la Zona Andina, ejecutado por "The Plant Breeding Department of the Wageningen Agricultural University", está relacionado con el mejoramiento para resistencia a las principales plagas y enfermedades de los cultivos altos de la región. Los estudios han estado relacionado a los componentes de la resistencia y su uso en la selección de progenies en fases iniciales.

IPM-CRSP: "Integrated Pest Management-Collaborative Research Support Program", esta relacionado al mejoramiento de la agricultura a través de la rápida disseminación de clones con resistencia a tizón tardío.

Observaciones finales. Los problemas relacionados con la nueva amenaza de lancha han logrado que los esfuerzos de científicos, técnicos, extensionistas y organizaciones de productores de todo el mundo se muestren mas integrados. Quito fue recientemente escenario de la Iniciativa Global en Tizón Tardío, nombre que en general recibe la lancha en el resto del mundo hispano. El INIAP y su Programa de Papa jugo un importante rol en su carácter de anfitrión de cientos de científicos de todo el mundo.

Algunas metas importantes que tanto el Programa de mejoramiento del INIAP como otras entidades en el mundo están empeñadas y dentro de las cuales nuestra colaboración en los próximos años es posible, son:

- Transferir resistencias presente en *S. phureja* y andígena a variedades comerciales
- Combinar material avanzado de INIAP con poblaciones de CIP
- Explorar fuentes de resistencia promisorias
- Combinar resistencia a tizón tardío con precocidad
- Acelerar la transferencia de genes de especies silvestres.
- Promover el manejo integrado del tizón tardío