

Informe Técnico Final

“Selección y Utilización de Variedades de Papa con Resistencia a Enfermedades Para el Procesamiento Industrial en Latinoamérica”

Convenio FONTAGRO ATN-SF-8646-RG

Abril 2002 – Junio 2003

**CIP: Merideth Bonierbale
Jorge Espinoza**

**Informe Técnico del Proyecto:
Selección y Utilización de Variedades de Papa con Resistencia a Enfermedades
para el Procesamiento Industrial de Latinoamérica**

Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú

Con el apoyo de:

- Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA, Perú)
- Fundación para el Desarrollo Regional (FDR, Huánuco)
- ONG Fomento de la Vida (FOVIDA), Perú
- Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco (UNHV, Perú)
- Empresa FritoLay
- Empresa URSUS Inversiones S.R.L.

1. Resumen.

	Descripción de Metas (aprobados como Objetivos Específicos)	Fecha en la que se alcanzó o se espera alcanzar la meta¹	% de actividades o acciones que faltan para alcanzar la meta²
1.	Seleccionar y evaluar variedades y materiales avanzados con resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> y/o virosis con aptitud para el procesamiento	2003	10
2.	Determinar practicas de manejo a nivel del campo y post-cosecha adecuadas para la producción de las variedades de papa difundidas o seleccionadas para procesamiento	2003	100
3.	Facilitar el intercambio de material genético mejorado e información sobre su comportamiento y uso potencial	2003	10
4.	Identificar cultivares nativos con características especiales para su procesamiento (precocidad, frita, pre-frita congelada, puré)	2003	30
5.	Incrementar oportunidades para el uso de papas nativas a través de la identificación de posibles productos con valor agregado	2003	0
6.	Identificar métodos para el procesamiento a pequeña escala de materiales difundidos o seleccionados	2003	60
7.	Evaluar nuevos clones/ variedades con participación de usuarios; días de campo; aceptación por consumidores/ industria;	2003	40
8.	Comunicación, publicación	2003	10

¹ Las metas tienen alcances que pueden ser incrementados a través de los 3 años del proyecto.

² Como las metas tienen alcances esperados por campaña, por año y por el proyecto total, indicamos los porcentajes de las expectativas que fueron logradas para este período, y los porcentajes que faltan realizar para el proyecto total.

2. Actividades desarrolladas

- A. Evaluación participativa en Sierra de clones avanzados para selección de potenciales nuevas variedades, con resistencia a enfermedades y para fines de procesamiento (Parte II).
- B. Evaluación y selección en Costa y Sierra de clones avanzados de alta precocidad con resistencia a virus para fines de procesamiento.
- C. Evaluación de clones promisorios, que combinan resistencia a virus con resistencia a *Phytophthora infestans*, con fines de selección para características deseadas para procesamiento (Parte II).
- D. Evaluación de germoplasma de papas nativas para su posible uso en procesamiento.
- E. Comunicación, divulgación y página WEB.

3. Metodología y Resultados

A. Evaluación participativa en Sierra de clones avanzados para selección de potenciales nuevas variedades, con resistencia a enfermedades y para fines de procesamiento (Parte II).

Esta actividad ha sido coordinada con la ONG Fundación para el Desarrollo Regional (FDR) de Huánuco.

Para cumplir con los objetivos se condujeron dos experimentos en el Departamento de Huánuco; uno en Cayna (Provincia de Ambo) a 3,320 msnm, y otro en Chaglla (Provincia de Pachitea) a 2,700 msnm. Asimismo, se tuvo el apoyo de Grupos de Investigación Agrícola Local (GIAL), de Cayna y de Chaglla. En Cayna, se contó con 10 participantes y en Chaglla con 7, quienes fueron capacitados en talleres para la planificación, elaboración y organización de los experimentos.

El material de evaluación consistió en 23 clones, materiales de diversos proyectos de investigación del CIP (Tabla 1), selectos con más del 60% de aceptación durante dos evaluaciones participativas; uno durante la campaña 2001 (Lima) y otro durante la campaña 2001-2002 (Huancayo).

Características de los Campos Experimentales:

1. Cayna:

- Fecha de siembra: 21 de mayo 2002
- Fecha de cosecha: 10 de noviembre 2002
- Número de tratamientos: 23
- Número de repeticiones: 2
- Número de plantas / repetición: 10
- Distanciamiento entre surcos: 0.90 m.
- Distanciamiento entre plantas: 0.40 m.

2. Chaglla:

- Fecha de siembra: 8 de junio 2002
- Fecha de cosecha: 15 de noviembre 2002
- Número de tratamientos: 23
- Número de repeticiones: 2
- Número de plantas/repeticion: 10
- Distanciamiento entre surcos: 0.90 m.
- Distanciamiento entre plantas: 0.40 m.

En ambos experimentos hubo dos evaluaciones durante el cultivo; uno en floración y otro en la cosecha. De acuerdo a los resultados (Tabla 2), los clones selectos fueron aquellos de apariencia vigorosa y cuyo rendimiento o volumen por surco fue alto y uniforme. También influyó el color de piel y de la pulpa; asimismo, el tamaño, la forma y la profundidad de los ojos para el caso de procesamiento.

Por ser una zona de producción endémica para *Phytophthora infestans*, hubo una demanda para clones con resistencia a este hongo. La mayoría de estos clones han sido evaluados en varias oportunidades en diferentes ambientes y en algunos años.

En esta evaluación, si bien existe una alta correlación entre apariencia de planta y rendimiento, no existe una correlación entre color de piel y/o de pulpa con rendimiento, y en el contexto de mercado local la apariencia del tubérculo y su color son básicas para el precio. La preferencia de consumo mayormente y tradicionalmente es de consumo en cocción, en este caso hay el gusto por tubérculos de color de piel roja o morada de manera uniforme y en menor grado los de otro color o combinación, tal como crema con rojo o crema con morado. En el caso del color de pulpa, la preferencia es por el color amarillo. Con el concepto novedoso de procesamiento, y a pesar de que se tiene en idea que el color de piel no influye en la calidad, es por los agricultores requerido tener papas de colores haciendo importante el objetivo de papas para doble finalidad de consumo e industrial.

Finalmente, para la siguiente campaña serán sembrados los 9 clones de mayor preferencia y comportamiento más estable en ambas localidades (Foto 1). Esta evaluación adicionalmente contará con la ayuda de otras instituciones que anteriormente colaboraron en la selección de los primeros 26 clones evaluados. Necesariamente, se hará participe a entidades pertinentes como INIA, para la multiplicación de semilla. En otro caso, para incluir la participación de mayor cantidad de ambientes que avalen el valor de las posibles nuevas variedades.

B. Evaluación y selección en Costa y Sierra de clones avanzados precoces con resistencia a virus para fines de procesamiento.

Otro grupo de 22 clones avanzados, conformado por 16 clones con resistencia a PVY y PVX, 4 clones selectos por resistencia a *Alternaria* y *Phytophthora*, y dos nuevas variedades; UNICA y Reiche, fue evaluado con la finalidad de identificar aquellos que puedan tener buena estabilidad tanto en rendimiento como en características de procesamiento en condiciones de Costa y Sierra. Para esta actividad se contó con el apoyo del Instituto Nacional de Investigación Agraria con sede en Ayacucho (INIA, Perú) y la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco (UNHV, Perú).

La evaluación se realizó en 3 localidades:

Departamento:	AYACUCHO	HUANUCO	LIMA
Provincia	Huamanga	Ambo	Lima
Distrito	Huamanga	La Libertad	La Molina
Altitud	2700 msnm	3000 msnm	247 msnm

Los materiales que se evaluaron se presentan en la Tabla 3; los clones son el producto de la selección realizada durante los 3 últimos años, en condiciones de Costa y Sierra.

Características de los Campos Experimentales:

1. Huamanga:

- Fecha de siembra: 17 de agosto 2002
- Fecha de cosecha: 10 de diciembre 2002
- Número de tratamientos: 20
- Número de repeticiones: 4
- Número de plantas/repetición: 10
- Distanciamiento entre surcos: 0.90 m.
- Distanciamiento entre plantas: 0.30 m.

2. La Libertad:

- Fecha de siembra: 24 de agosto 2002
- Fecha de cosecha: 7 de diciembre 2002
- Número de tratamientos: 23
- Número de repeticiones: 4
- Número de plantas/repetición: 10
- Distanciamiento entre surcos: 0.90 m.
- Distanciamiento entre plantas: 0.30 m.

3. La Molina:

- Fecha de siembra: 19 de julio 2002
- Fecha de cosecha: 5 de noviembre 2002
- Número de tratamientos: 20
- Número de repeticiones: 4
- Número de plantas/repetición: 10
- Distanciamiento entre surcos: 0.90 m.
- Distanciamiento entre plantas: 0.30 m.

Las pruebas que determinan el valor real de un clon como futura variedad y/o progenitor involucran por lo general ambientes contrastantes. La elección de los ambientes es de máxima importancia para que las estimaciones del valor de estabilidad y adaptación sean las adecuadas. En este caso, el bajo número de ambientes es compensado por la divergencia entre ellos, siendo un factor diferencial la altitud.

Los resultados finales de evaluación para cada ambiente se pueden observar en las Tablas 4-6. En la Tabla 7 se tienen los valores medios obtenidos de los 3 ambientes. Sobresalen en este sentido por su rendimiento potencial promedio los clones 392860.49 con 39.86 t/ha, el clon 385181.9 con 39.59 t/ha, el clon 399050.3 con 39.55 t/ha, 397069.5 con 39.17 t/ha, el control UNICA con 38.89 t/ha, el clon 399050.1 con 37.77 t/ha, el clon 399054.3 con 37.36 t/ha, el otro control Reiche con 36.36 t/ha y el clon 397073.16 con 35.41 t/ha, no encontrándose diferencias significativas entre todos estos clones.

A diferencia de otros cultivos como los granos que poseen características como sabor, textura y calidad poco diferenciables para un consumidor, la papa muestra características demasiado observables e identificables, lo que no facilita la selección, más aún si se considera características de procesamiento, si a esto se suma el uso creciente de papas para estos fines. Estas diferencias sólo pueden ser detectables haciendo uso de laboratorio. Una papa de este modo no puede ser definida para su uso en procesamiento con solo una observación visual. De esta manera muchos clones que son selectos en campo son eliminados por no presentar características apropiadas para fritura. Si se añade para cada característica el efecto de interacción con los ambientes, la selección puede llegar a ser inútil. Es por eso que elegir ambientes que contrasten es necesario en toda evaluación clonal en vías de ser potencial variedad.

Con este criterio se agruparon primeramente los 22 clones en 4 clases (Figuras 1-3), en las que por ejes de coordenadas los valores que definen los 4 grupos fueron porcentaje de materia seca con mínimo de valor (18%, aceptable en procesamiento) y rendimiento medio de 30 t/ha. Así, en Lima, 21 clones para estas 2 características deberían ser elegibles. En el caso de Ayacucho son 16 clones que pueden ser elegibles y finalmente en Huánuco únicamente 6 son los clones elegibles para estas dos características. Esto indica primero un notorio efecto ambiental y luego sugiere un alto grado de interacción de las características con los ambientes.

Pero como se ha advertido anteriormente, la prueba que define adicionalmente a la parte observable, que básicamente es rendimiento conjuntamente con materia seca, es la fritura y en este caso se ha identificado como los mejores clones: 397069.5, 399051.1 y 397073.16 (ver Foto 2), en la cual se observa los tubérculos obtenidos en los 3 diferentes ambientes, y hay una ligera variación de colores; también se observa al control UNICA, que sí presenta una variación más definida de color en Lima donde los tubérculos son más claros. Adicionalmente, se seleccionaron los clones 396311.1, 397196.3, 397196.8, 385181.9 y 39860.49, los cuales forman parte de materiales entregados al INIA-Perú, para pruebas de evaluación y validación para la identificación de potenciales nuevas variedades.

C. Evaluación de clones promisorios, que combinan resistencia a virus con resistencia a *Phytophthora infestans*, con fines de selección para características deseadas para procesamiento (Parte II).

Las variedades tradicionales del Perú tienen ciertas limitaciones como son la carencia de resistencias, falta de calidad para procesamiento, son mayormente tardías y presentan rendimientos altos pero muy inestables. La idea de evaluar clones nuevos y reforzar el objetivo de identificar los más estables es tratar de reducir el costo de producción, implica directamente menor aplicación de pesticidas, dosis menores de fertilización, menores frecuencias de riegos y en el caso de mayor precocidad se añade el hecho de hacer menos labores en general.

En mejoramiento crear, utilizar y mantener variabilidad genética es lo recomendable.

Es importante asegurar un equilibrio en cuanto a la variabilidad genética del sistema, lo cual implica a toda población segregante, antes y después de la selección. El CIP ha optado por una estrategia de selección recurrente con pruebas de progenie, complementada con el ingreso intermitente de nuevo material divergente al material original, para evitar la pérdida de variabilidad genética mientras se garantiza el avance genético.

Bajo el supuesto que la posibilidad de generar clones con mayor amplitud de adaptación estuviere dada por la recombinación de material *tuberosum* con material *andigena*, se llevó a cabo cruzamientos que combinan adicionalmente diversos tipos de resistencia. La selección rápida y para resistencia a diversas enfermedades fue facilitada por el uso de ambientes contrastantes y en lugares endémicos donde la presión del patógeno es alta. Esfuerzos especiales fueron realizados para compensar la escasez de semilla en etapas tempranas del ciclo, aprovechando de esquejes y el uso de tinglados para la multiplicación de los clones selectos.

Los progenitores usados provienen de los proyectos de mejoramiento para resistencia a virus y/o *Phytophthora infestans*. Se evaluaron 82 progenies (50 individuos / progenie).

La primera evaluación consiste en la selección de individuos de buena tuberización y apariencia de tubérculos. Esto se realizó en los invernaderos del CIP.

La segunda evaluación es el tamizado para PVY y PVX, cuya inoculación fue mecánica. El chequeo es mediante Prueba de ELISA.

Para *Phytophthora infestans*, se evalúa en Comas(Junín). Los genotipos de las diversas progenies son expuestos en campo endémico.

La selección rápida no es eficiente si los ambientes de prueba no son los convenientes. El criterio en caso de resistencias a enfermedades es utilizar lugares endémicos donde la presión del patógeno sea alta.

Un esquema de selección rápida que involucró 4100 individuos de 82 progenies (50 individuos / progenie), incluyó primeramente una selección por tuberización y apariencia de tubérculos, en el que se identificaron 1500 clones deseables. Estos 1500 clones fueron tamizados simultáneamente para PVY y PVX, en invernadero de La Molina y para *Phytophthora* en Comas (Junín), reduciéndose en esa oportunidad a 700 clones, que oportunamente fueron clasificados por su resistencia.

Continuando con el proceso de selección, este último año se evaluó en Lima con el objetivo de seleccionar por características agronómicas y pruebas organolépticas. La siembra se realizó en La Molina en parcelas de observación. Las características del experimento fueron las siguientes:

- Fecha de siembra: 19 de julio 2002
- Fecha de cosecha: 5 de noviembre 2002
- Número de tratamientos: 700
- Número de plantas / repetición: 10
- Distanciamiento entre surcos: 0.90 m.
- Distanciamiento entre plantas: 0.30 m.

En Comas, se re-evaluaron los clones selectos de La Molina. Las características fueron las siguientes:

- Fecha de siembra: 5 de enero 2003
- Fecha de cosecha: 5 de mayo 2003
- Número de tratamientos: 240
- Número de plantas / repetición: 10
- Distanciamiento entre surcos: 0.90 m.
- Distanciamiento entre plantas: 0.30 m.

En Huánuco, se llevó a cabo la evaluación de los clones selectos en La Molina, se evaluó en parcelas de observación. Las características del experimento fueron:

- Fecha de siembra: 30 de noviembre 2003
- Fecha de cosecha: 30 de marzo 2003
- Número de tratamientos: 240
- Número de plantas / repetición: 10
- Distanciamiento entre surcos: 0.90 m.
- Distanciamiento entre plantas: 0.30 m.

Los resultados de los mejores clones selectos en La Molina, Comas y Huánuco, para las evaluaciones que se realizaron se muestran en la Tabla 8. La selección en La Molina y Huánuco sirvió para identificar clones con apariencia ideal para procesamiento (hojuelas o tiras), y la evaluación de fritura y materia seca, terminó de definir a los clones que proseguirán una evaluación más consistente. Por su parte, en Comas se re-evaluaron dichos clones para observar el grado de resistencia a *Phytophthora*, considerando que el clon testigo susceptible (Revolución), alcanzó valores de AUDPC 1295 y el clon testigo resistente (387164.4), tuvo valores de AUDPC de 775; los clones que se evaluaron han mostrado un comportamiento muy bueno para la resistencia a *Phytophthora*.

También, hubo una siembra adicional en Ayacucho con fines de multiplicación de semilla, en la cual evaluó o reconfirmó la resistencia a virus PVY y/o PVX de los 240 clones selectos en La Molina; la prueba de ELISA realizada determinó no presencia de virus, confirmando la evaluación que se hizo en invernadero el año anterior. Los clones selectos, ahora considerados avanzados, pasarán en el presente año a limpieza y actualmente forman parte del plantel de cruzamiento en el cual se están formando híbridos para evaluar su performance como progenitores, y a su vez formar una nueva población que constituirá la base de un material de mayor base genética para posteriores selecciones con criterio de resistencia múltiple y para fines de procesamiento.

Finalmente, con el apoyo de dos empresas procesadoras de papa, FritoLay (hojuelas fritas) y URSUS Inversiones (tiras fritas), se tratará en el presente año de seleccionar material potencial para cada uno de esos fines. El material consta de 170 clones selectos y que actualmente están sembrados en Ica al sur de Lima.

D. Evaluación de germoplasma de papas nativas para su posible uso en procesamiento.

Dada las limitaciones financieras que experimentó el proyecto durante el presente año, nuestra investigación en la identificación y selección de papas nativas con potencial industrial fue financiada por otras fuentes. 22 variedades selectas en 2001-2002, pertenecientes a 8 grupos

taxonómicos (*S. tuberosum* ssp. *andigena*; *S. chaucha*; *S. stenotomum*; *S. goniocalyx*; *S. curtilobum*; *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*; *Stenotomum x Goniocalyx*; *Tuberosum x Andigena*) fueron evaluados por estabilidad de rendimiento y de calidad de fritura usando 5 localidades contrastantes (Aymará, Huancavelica; Pahualtupo, Junín; Ocopampa, Huánuco; Huancayo, Junín; y La Molina, Lima). A parte de las evaluaciones de campo y para fritura en hojuelas, la cosecha de una de las localidades fue evaluada para contenido de vitamina C. En paralelo a las evaluaciones técnicas, una cantidad de semilla básica fue producida desde plántulas *in vitro* de cada variedad para facilitar las primeras parcelas semi-comerciales de las mejores variedades identificadas.

Los informes respectivos se encuentran disponibles por comunicación personal, si estos son de interés a los evaluadores y/o colaboradores del proyecto FONTAGRO.

E. Base de datos, Protocolos y Pagina WEB.

Con la ayuda de investigadores de las áreas de mejoramiento, entomología, patología y fisiología se ha logrado desarrollar protocolos y hojas de información electrónicas para facilitar la evaluación y documentación del comportamiento, y asimismo permita el intercambio de materiales de los clones avanzados de papa.

Detalles técnicos de las páginas WEB:

Tecnologías usadas	Herramientas usadas	Descripción
Paginas WEB	HTML y ASP (Active Server Page)	Usadas para el diseño y programación de las pantallas las cuales se visualizaran a través del browser (Internet Explorer u otros)
	Internet Information Server (IIS 5.0)	Permite alojar las paginas WEB como HTML y ASP
Base de datos alfanumérica	Access 2000	Repositorio de toda la información, se ha creado tablas y consultas para este propósito.
Catálogo de imágenes	Archivos JPG	Fotos de tubérculos, flores, brotes y chip.

Para la comunicación y divulgación de nuevos materiales está en actividad la página WEB de FONTAGRO-Papa, a la que se puede acceder a través de la siguiente dirección: <http://www.cipotato.org/Projects/fontagro/default.asp/>. Esto facilitará a los potenciales usuarios cualquier tipo de comunicación referente a los resultados obtenidos en este Proyecto. Actualmente también se cuenta con lista de clones del CIP y de INIA (Chile), a la que puede acceder y solicitar cualquier usuario.