

# Fitomejoramiento Participativo: Un Nuevo Desafío en la Generación y Apropiación de Variedades de Papa por los Agricultores en Bolivia

Julio Gabriel, Jaime Herbas,

Magaly Salazar, Juan Ruiz, Justo López,

Jorge Villarroel y Demetrio Cossio



El Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCAI) trabaja para promover la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza y el manejo racional de los recursos naturales en todo el mundo en desarrollo.

En años recientes, el GCAI ha emprendido una serie de programas a nivel de todo el sistema, cada uno de los cuales canaliza las energías de los centros internacionales y las entidades nacionales (incluyendo institutos de investigación, organizaciones no gubernamentales, universidades y el sector privado) en un cometido mundial de investigación sobre un tema específico que es básico para la agricultura sostenible.

La finalidad del Programa del GCAI sobre Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional (Programa PRGA) es evaluar y desarrollar metodologías e innovaciones organizacionales para la investigación participativa relacionada con el género y volver operacional su uso en el fitomejoramiento y en el manejo de los recursos de cultivos y naturales.

El Programa PRGA es copatrocinado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) —que sirve de centro de convocatoria— y por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Centro Internacional para la Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA) y el Instituto Internacional de Investigación de Arroz (IRRI).

Las actividades del Programa PRGA son financiadas por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA) y los gobiernos de Italia, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega y Suiza.

Los miembros del Programa incluyen centros internacionales de investigación agrícola, sistemas nacionales de investigación agrícola, organizaciones no gubernamentales y universidades en todo el mundo.

La Fundación PROINPA es una organización sin fines de lucro que está comprometida con el uso de la ciencia y la tecnología para desarrollar agricultura sostenible, a través de la conservación de los recursos naturales y alivia la pobreza rural y urbana. Utilizando métodos participativos, PROINPA genera, promueve y difunde innovaciones tecnológicas y agroindustriales para mejorar la seguridad alimentaria de las familias rurales bolivianas y la competitividad de las cadenas de producción de cultivos andinos. También busca conservar, utilizar, manejar y desarrollar recursos genéticos para el beneficio de los agricultores en las diferentes zonas agroecológicas del país.

PROINPA colabora y recibe financiamiento de organizaciones públicas y privadas como ministerios del gobierno, prefecturas, municipios, entidades financieras, donantes, ONG, empresas privadas, profesionales, fundaciones, universidades y asociaciones de productores.

Documento de Trabajo No. 22

# Fitomejoramiento Participativo: Un Nuevo Desafío en la Generación y Apropiación de Variedades de Papa por los Agricultores en Bolivia

*Julio Gabriel, Jaime Herbas y Magaly Salazar*

Investigadores, Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia

y

*Juan Ruiz, Justo López, Jorge Villarroel y Demetrio Cossio*

Agricultores, Comunidades Piusilla-San Isidro y Compañía Pampa,  
Morochata, Bolivia

2005



FUTURE  
HARVEST



Programa de Investigación Participativa y Análisis de Género para  
el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional (PRGA)  
(Un programa del Sistema del GCIAI)  
Apartado Aéreo 6713  
Cali, Colombia

Documento de Trabajo No. 22  
Tiraje: 100  
Enero de 2005

Gabriel, Julio L.

Fitomejoramiento participativo: Un nuevo desafío en la generación y apropiación de variedades de papa por los agricultores en Bolivia/ Julio Gabriel, Jaime Herbas, Magaly Salazar, Juan Ruiz, Justo López, Jorge Villarroel y Demetrio Cossio -- Cali, CO : Programa de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional (PRGA); Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI); Fundación PROINPA, 2005.

24 p. -- (Documento de Trabajo no. 22)

Descriptores AGROVOC en inglés:

1. *Solanum tuberosum*. 2. Potatoes. 3. Plant breeding. 4. Farmers. 5. Community involvement. 6. Selection criteria. 7. Training. 8. Methods. 9. Evaluation. 10. High yielding varieties. 11. *Phytophthora infestans*. 12. Disease resistance. 13. Intellectual property rights. 14. Cost analysis. 15. Technological changes. 16. Innovation adoption. 17. Bolivia.

Descriptores locales en inglés:

1. Participatory research.

Descriptores AGROVOC en español:

1. *Solanum tuberosum*. 2. Papa. 3. Fitomejoramiento. 4. Agricultores. 5. Participación comunitaria. 6. Criterios de selección. 7. Capacitación. 8. Métodos. 9. Evaluación. 10. Variedades de alto rendimiento. 11. *Phytophthora infestans*. 12. Resistencia a la enfermedad. 13. Derecho de propiedad intelectual. 14. Análisis de costos. 15. Cambio tecnológico. 16. Adopción de innovaciones. 17. Bolivia.

Descriptores locales en español:

1. Investigación participativa.

I. Tit. II. Herbas, Jaime. III. Salazar, Magaly. IV. Ruiz, Juan. V. López, Justo. VI. Villarroel, Jorge. VII. Cossio, Demetrio. VIII. Programa de Investigación Participativa y Análisis de Género para el Desarrollo de Tecnologías y la Innovación Institucional. IX. Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI). X. Fundación PROINPA. XI. Ser.

Categoría de materia AGRIS: F30 Plant genetics and Breeding /  
Genética vegetal y Fitomejoramiento

Clasificación: PRGA 000003e

Partes de este texto fueron publicadas en español como "Experiencias sobre mejoramiento participativo del cultivo de papa en Bolivia" por Magaly Salazar, Julio Gabriel, Jaime Herbas y Graham Thiele. Páginas 139-154 en D. Danial (ed.). Memorias de la conferencia internacional sobre "Futuras Estrategias para Implementar Mejoramiento Participativo en los Cultivos de las Zonas Altas en la Región Andina", celebrada del 23 al 27 de septiembre en Quito, Ecuador. Publicadas por PREDUZA, Ecuador, 2001.

Traducción de la versión inglesa "Participatory Plant Breeding: A New Challenge in the Generation and Appropriation of Potato Varieties by Farmers in Bolivia", por Julio Gabriel, Jaime Herbas, Magaly Salazar, Juan Ruiz, Justo López, Jorge Villarroel y Demetrio Cossio, PRGA, Cali, Colombia, 2004.

Averiguaciones en: Fundación PROINPA  
Av. Blanco Galindo, Km 12.5  
Calle C. Prado s/n  
Casilla 4285  
Correo electrónico: jgabriel@proinpa.org  
Sitio Web: www.proinpa.org

# Contenido

	Página
Sinopsis	1
Introducción	1
Qué Hicimos	3
Primera fase: 1999-2001	5
Ejecución de la metodología	5
Evaluaciones participativas en el momento de la floración	5
Segunda fase: 2001-2002	5
Tercera fase: 2002-2004	6
Días de campo en Piusilla-San Isidro	6
Días de campo en Compañía Pampa	8
Resultados y Discusión	9
Primera fase: 1999-2001	9
Ejecución de la metodología	9
Evaluaciones participativas en el momento de la floración	10
Evaluaciones participativas en el momento de la cosecha	11
Segunda fase: 2001-2002	11
Clones seleccionados y criterios de selección	12
Taller para los agricultores	14
Tercera fase: 2002-2004	15
Piusilla-San Isidro	15
Compañía Pampa	17
Análisis comparativo de los costos para FMP y FMC	18
Comentarios Finales	20
Impresiones de los técnicos	20
Genotipos	20
Estrategias	20
Derechos del obtentor y derechos de propiedad intelectual	21
Ajuste de la metodología	21
Impacto en las actitudes de los agricultores	21
Agradecimientos	21
Referencias	22
Siglas y Abreviaturas Usadas en el Texto	24

## Sinopsis

Financiados por el programa del Sistema del GCIAI sobre PRGA y Papa Andina se llevaron a cabo experimentos en fitomejoramiento participativo (FMP), con la participación activa de los agricultores (ocho mujeres y nueve hombres) de las comunidades de Piusilla-San Isidro y Compañía Pampa, de la zona de Morochata en Bolivia.

El mejoramiento convencional requiere demasiados años de experimentación para generar variedades para una amplia gama de ambientes. Este proceso es complicado porque se requiere desarrollar variedades para nichos específicos. Estas variedades deben ser similares a aquellas que ya están siendo utilizadas, pero deben ser más productivas, más resistentes a los factores bióticos como el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y el falso nematodo del nódulo de la raíz (*Nacobbus aberrans*) y tener aceptación en los mercados locales.

Los agricultores que participaron en la experiencia, única para Bolivia, se autodenominaron mejoradores de papa y, conjuntamente con los fitomejoradores, han generado variedades parecidas al cv. Waych'a, que es el que más se consume en Bolivia y que no presenta resistencia al tizón tardío (o *t'octu*, en quechua). Las gestiones conjuntas entre los agricultores y los fitomejoradores dieron lugar a 12 variedades con rendimiento superior (10-25 t/ha) al de Waych'a (5 t/ha) y que poseían los caracteres agronómicos y las cualidades de Waych'a, el progenitor principal. Tres de las variedades mostraron potencial para la industria de papa frita, con poco quemado en los bordes, fritura uniforme, poca absorción de aceite, una presentación que no es porosa ni grasosa y con tubérculos de buen tamaño, más grandes que los de Waych'a o Robusta.

Muchos fitomejoradores se muestran escépticos frente a los buenos resultados que arrojan las metodologías participativas, alegando que algunos procesos iniciales de mejoramiento genético son complejos y, por lo tanto, no son fáciles para los agricultores. Sin embargo, nuestra experiencia ha mostrado que puede ganarse tiempo, principalmente en la etapa de la adopción, cuando los agricultores participan desde las primeras etapas en el mejoramiento genético.

Este experimento único de FMP en Bolivia demuestra que la metodología resulta atractiva para obtener nuevas variedades. A pesar de todo, todavía persisten los cuellos de botella, como la multiplicación, la difusión y la promoción para una adopción más generalizada y más rápida —procesos que requieren apoyo financiero adicional para poderlos resolver.

También se han generado temas para considerar y discutir entre los agricultores, los cuales tienen que ver con los derechos de propiedad intelectual, los derechos del obtentor y la validez del FMP para otros cultivos de importancia económica.

## Introducción

En un contexto específico, el fitomejoramiento convencional (FMC) busca materiales de amplia adaptación y se preocupa menos por la desaparición de los cultivos nativos, que a menudo tienen bajos rendimientos y son susceptibles a factores abióticos y bióticos. El programa de FMP es una alternativa que hace posible el uso de los cultivares nativos

locales, los cuales, desde la perspectiva del agricultor, son fuentes invaluables de caracteres útiles. El fitomejoramiento participativo (FMP) es un complemento para el FMC en el cual la participación de los agricultores empieza en la etapa de elección del material parental y continúa con la realización de cruzamientos por los agricultores, luego hacen seguimiento a los materiales originados de estos cruzamientos, reciben capacitación, y evalúan y seleccionan familias. Concluye con la elección de clones a partir de familias específicas para la multiplicación y uso a nivel de la finca (Gabriel et al. 2000a, b, c; 2001).

El FMP se basó en trabajos anteriores con selección varietal participativa (SVP) con los agricultores, llevados a cabo en el Departamento de Cochabamba, en la región de Morochata, donde el tizón tardío de la papa es endémico a altitudes elevadas (Thiele et al. 1997; Gabriel et al. 2002a).

Este documento describe el proyecto de FMP cuya duración fue de 5 años y cuyos objetivos fueron (1) desarrollar y ajustar metodologías para obtener clones avanzados con resistencia genética a los factores de estrés considerados prioritarios por los agricultores; (2) recurrir a la capacidad de investigación de los agricultores para que puedan resolver los problemas de producción de su propia región; (3) capacitar a los agricultores en las técnicas de hibridación, y en el manejo y la selección de plántulas en los almácigos domésticos y en el campo para obtener nuevas variedades; (4) contribuir a la conservación y el uso de los recursos genéticos de la papa; (5) desarrollar variedades con buena resistencia al tizón tardío, buen rendimiento y cualidades culinarias aceptables para el consumo en fresco e industrial; y (6) realizar los análisis económicos del FMC y FMP.

Morochata está ubicada en la parte norte de Cochabamba, a 17°10'1 S y 66°40'52 O y a altitudes que fluctúan entre los 2750 y 4250 m sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Es el segundo municipio más importante de la provincia de Ayopaya y cubre una superficie de cerca de 9620 km<sup>2</sup> (es decir, 17.3% del territorio de Cochabamba). Está a 75 km de la ciudad de Quillacollo, y cuenta con una población de más de 27,000 habitantes (Trujillo et al. 2002).

Según el Plan Participativo para el Desarrollo Municipal Sostenible (1998-2002), Morochata se considera como una región eminentemente agrícola, donde la principal actividad es el cultivo de la papa, y cuya producción se destina para el consumo doméstico y la venta en los mercados regionales y locales. Otras especies cultivadas incluyen el maíz, el frijol, el trigo, la avena, la cebada, la oca y el locoto, que son menos rentables que la papa y se destinan principalmente para el consumo doméstico. Otras actividades secundarias incluyen las artesanías y la ganadería, esta última actividad destinada al consumo doméstico.

Los tipos de suelo dependen de la altitud y de la época de siembra en la zona. Por ejemplo, Piusilla-San Isidro se encuentra a altitudes elevadas (3750 a 4200 m.s.n.m.), donde los suelos tienen una textura franco arenosa y su color es negruzco. Por el contrario, Compañía Pampa está ubicado a altitudes inferiores (2750 a 3000 m.s.n.m.), donde los suelos tienen una textura franco-arcillo-limosa y son de color café amarillento.

Los agricultores de Morochata manejan tres niveles o rangos agroecológicos y, en algunos microclimas, se distinguen por tener hasta cuatro épocas de siembra para el cultivo de papa:

- ✓ Las primeras siembras se conocen como *llojchis* (2750-3300 m.s.n.m.) y se llevan a cabo desde abril hasta el 15 de mayo. Cerca del 90% de la producción se destina al mercado de la papa y el 10% restante es para el consumo doméstico.
- ✓ Las siembras durante junio y julio se llaman *mishkas* (2750-3300 m.s.n.m.), con un 90% de la producción que también va al mercado y el 10% restante es para el consumo doméstico.
- ✓ La siembra “estacional” se lleva a cabo durante los meses de septiembre a octubre (3300-3750 m.s.n.m.), cuando el 60% de la producción va al mercado y el 40% restante se usa como semilla.
- ✓ Las siembras de las variedades Grande y Wata Tarpuy (3759-4200 m.s.n.m.) se llevan a cabo desde noviembre hasta el 15 de diciembre. Cerca del 60% de producción se destina al mercado y un 40% se usa como semilla.

Los agricultores de Piusilla-San Isidro todavía cultivan variedades nativas para el consumo doméstico. Entre éstas se encuentran Yurac Imilla (adg), Papa Paceña (adg), Yana Lunka (adg), Runa Papa (adg), Q’ochila o Puka Lunka (adg), Puca T’ica (adg), Luk’i (juz), Pali Papa (adg), Ajahuiri (ajh), Papa Carlos (adg), Sutamari (adg), Pinko (adg), Guinda Lunka (adg), K’atawi (adg), Moseña (adg), Canastilla (stn), Sani Imilla (adg), Wallat’a, Saylulu, K’ausillu (ajh), Pili Runtu (stn) y Phurejas (phu)<sup>1</sup> (Herbas et al. 2000).

A su vez, hace 60 años los agricultores de Compañía Pampa solían cultivar variedades nativas como Imilla Blanca (adg), Q’oyllus (stn), Yana Lunka y Q’ochila o Puka Lunka; sin embargo, se perdieron como consecuencia del tizón tardío y los insectos plaga. Hoy día, nadie las cultiva (Herbas et al. 2000).

La principal limitación de la producción de papa es el tizón tardío, causado por el pseudohongo *Phytophthora infestans* (Guamán et al. 1999).

## Qué Hicimos

Para motivar a los agricultores, aprovechamos las reuniones mensuales convocadas por sus organizaciones comunitarias (asociaciones) y tratamos los objetivos, las metas y las actividades que llevaría a cabo el proyecto de FMP. En estas reuniones, los agricultores interesados indicaron su disposición para participar en el proyecto y formar parte del grupo de mejoramiento participativo (Herbas et al. 2001b).

---

1. Las abreviaturas se refieren a diferentes especies o subespecies de papa: adg = *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*; ajh = *Solanum ajanhuiri*; juz = *Solanum juzepczukii*; phu = *Solanum phureja*; stn = *Solanum stenotomum*.



Los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL) y las Escuelas de Campo (EC), utilizadas como metodologías de investigación y capacitación participativas en las comunidades seleccionadas, sirvieron para aplicar una metodología con elementos de ambas metodologías.

Para dar prioridad y seleccionar las variedades progenitoras, primero llevamos a cabo un análisis de las ventajas y las desventajas de las diferentes variedades cultivadas en cada zona, empleando la presencia de tizón tardío como la principal limitación para la producción de papa. Para las dos zonas se elaboró una lista de las variedades de papa cultivadas. Los agricultores que conocían las características y ventajas de estas variedades, en consenso con el resto del grupo, recomendaron aquellas variedades que mostraban los caracteres deseados para el mejoramiento participativo (Herbas et al. 2001b).

En la encuesta realizada, mediante una entrevista semiestructurada, 13 agricultores de Piusilla-San Isidro y 7 de Compañía Pampa identificaron el ideotipo de papa que más preferían, teniendo en cuenta ciertos caracteres como altura de la planta, número de tallos y floración, así como características del tubérculo tales como forma, cualidades culinarias, potencial de venta y de almacenamiento, resistencia al tizón tardío y rendimiento.

En lo que respecta a la participación de los agricultores en los grupos de Morochata, al principio participaron 19 agricultores de Piusilla-San Isidro (cinco eran mujeres) y 18 de Compañía Pampa (seis eran mujeres). Sin embargo, en la tercera reunión algunos participantes habían abandonado los grupos, y las mujeres se habían unido al grupo Piusilla-San Isidro. En la actualidad, seis hombres y siete mujeres pertenecen al grupo San Isidro-Piusilla y cuatro hombres al de Compañía Pampa (Herbas et al. 2001b).

La participación de hombres y mujeres en ambos grupos comunitarios estuvo condicionada por las limitaciones culturales que predominaban según el sexo. Las comunidades de Cochabamba forman parte de la cultura Quechua. Este hecho, junto con la ubicación geográfica, la presencia institucional, los medios de comunicación y el idioma, determinaron el nivel de participación de los agricultores. Por ejemplo, una limitación que afectó la participación y la calidad de la misma fue el idioma, puesto que las mujeres hablan quechua y entienden muy poco español. La presencia institucional también influyó en la participación de las mujeres. En Piusilla-San Isidro ya existía una tradición de organizaciones no gubernamentales que apoyaban el fortalecimiento de las organizaciones locales, la extensión agrícola y los programas de salud. Este grupo es, en la actualidad, muy activo (Herbas et al. 2001b).

En Piusilla-San Isidro participaron cinco mujeres, motivadas por factores como el mayor contacto con los mercados, el acceso a la carretera Cochabamba-Morochata, que atraviesa la comunidad; la presencia de instituciones que trabajan con la mujer, promoviendo su organización; el nivel de educación que habían recibido las mujeres; la ejecución de una EC en la cual participaron las mujeres; y el predominio del evangelismo entre los miembros de la comunidad.

Por el contrario, en Compañía Pampa, las mujeres no participaron porque, aparentemente, no percibían los “beneficios” inmediatos del proyecto. En contactos realizados con anterioridad, las instituciones habían facilitado la participación de las mujeres ofreciéndoles incentivos a corto plazo como, por ejemplo, alimentos (Herbas et al. 2001b).

### ***Primera fase: 1999-2001***

#### ***Ejecución de la metodología***

Las actividades en ambas comunidades de Piusilla-San Isidro y Compañía Pampa empezaron en enero de 1999. El desarrollo de la metodología incluyó varias etapas en las cuales la intensidad de incorporación de determinados aspectos fue diferente (sensibilización, encuesta, asignación de prioridades, etc.). En ambas comunidades se realizaron actividades similares, pero con adaptaciones de contenido y la celebración de varias reuniones de capacitación utilizando elementos del enfoque de EC (Gabriel et al. 2000a; Herbas et al. 2001a; Salazar et al. 2001).

#### ***Evaluaciones participativas en el momento de la floración***

Las evaluaciones participativas en el momento de la floración se llevaron a cabo en el campo, haciéndolo con cada familia de cruzamientos. También se evaluó cada selección individual o clonal, en el momento de la floración y de la cosecha.

### ***Segunda fase: 2001-2002***

En la segunda fase, los genotipos seleccionados se evaluaron de manera participativa en el campo, en el momento de la floración y de la cosecha. Tanto en Compañía Pampa como en Piusilla-San Isidro, después de dos sesiones de capacitación, los agricultores aprendieron la forma de evaluar la severidad de la infección en las hojas causada por el tizón tardío y la forma de seleccionar los clones. Luego, los agricultores realizaron las evaluaciones durante 3 semanas, con intervalos de 7 y 10 días, respectivamente, en las dos comunidades. Los agricultores de Compañía Pampa evaluaron la severidad del tizón tardío según el porcentaje de daño foliar. Para fines de comparación, el facilitador también realizó evaluaciones.

La segunda sesión de capacitación se puso en práctica en el momento de la cosecha. Los agricultores cosecharon cada clon por hilera y por planta, dejando los tubérculos al descubierto. Una vez que se cosechó una familia, los clones se evaluaron y seleccionaron. Cada agricultor inspeccionó individualmente toda la parcela de selección y empezó a seleccionar los clones que más le gustaban. La selección también se llevó a cabo en grupo, para ver si los criterios discutidos y acordados eran los mismos o si diferían de los criterios individuales. Para recopilar los criterios de selección de los agricultores, se empleó una encuesta flexible, tanto individual como en grupo.

Los datos de severidad obtenidos de los agricultores mejoradores de papa se analizaron estadísticamente según un diseño de bloques completos al azar.

### **Tercera fase: 2002-2004**

Esta fase marcó una etapa nueva en el proyecto de FMP, por las siguientes razones:

1. Durante los 3 años anteriores, los agricultores habían seleccionado en el campo 22 genotipos de buen rendimiento, resistentes al tizón tardío y con tubérculos harinosos, como Waych'a (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena*), el cultivar de papa más ampliamente cultivado en la región de Morochata.
2. Los agricultores planificaron sus actividades de seguimiento y evaluación de genotipos en el campo, reuniéndose en varias oportunidades con el facilitador de la Fundación PROINPA. Decidieron sembrar los genotipos durante la estación de siembra, de manera que pudieran compararlos con la variedad popular Waych'a.
3. Los agricultores decidieron sembrar los genotipos en ambas comunidades empleando un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones y 10 tubérculos por hilera. Justificaron su decisión indicando que la tierra no siempre es la misma en todas partes y que algunos sitios de una parcela son más fértiles que otros, o que había riesgo de perder los genotipos, de sembrarlos todos en una misma parcela, porque los animales podían comerlos.
4. Los agricultores organizaron 2 días de campo. Sin embargo, los agricultores de Compañía Pampa solamente pudieron invitar a los miembros de la comunidad local porque sus cultivos de papa florecieron durante la estación de lluvias intensas, situación que dificultó la llegada a los campos de cultivo y que personas de afuera los visitaran.

#### **Días de campo en Piusilla-San Isidro**

**Realización de un día de campo sobre la floración del cultivo de la papa.** El día de campo sobre la floración se realizó el 12 de marzo de 2003 con la participación de 9 mujeres y 10 hombres de la comunidad de Piusilla-San Isidro. También asistieron delegados de las diferentes asociaciones y 3 técnicos de la Fundación PROINPA.

Los agricultores de Piusilla-San Isidro también invitaron a las instituciones de desarrollo, a las autoridades municipales, a las asociaciones y a los miembros de la comunidad para:

- ✓ Darles información de retorno acerca de la investigación que se está llevando a cabo para mejorar el cultivo de la papa.
- ✓ Mostrarles los genotipos para que se familiaricen con ellos y los comparen con sus propias experiencias con el cv. Waych'a.
- ✓ Promover su interés en las nuevas variedades para que las adquieran y participen en su multiplicación y difusión.

- ✓ Ayudar a consolidar un grupo de agricultores mejoradores de papa que también participe en la investigación sobre otros cultivos y, con el tiempo, establecer un CIAL que se convertirá en el brazo técnico de la comunidad para validar y generar tecnologías.

**El desarrollo del evento.** El evento, al que asistieron 24 personas, se inició con palabras de bienvenida pronunciadas por los agricultores Justo López y Juan Ruiz. A continuación, las mujeres tomaron la palabra y explicaron en quechua el proceso de generación de variedades, las dificultades que encontraron y lo que aprendieron. Explicaron detalladamente los órganos de la flor de la papa y la manera cómo hicieron los cruzamientos en la papa.

Los hombres reforzaron las explicaciones de las mujeres y llevaron a los visitantes a las parcelas para explicar la resistencia al tizón tardío tal como se observó en el cv. Waych'a, que se utilizó como testigo. También arrancaron algunas plantas en las que se apreciaba buen vigor para mostrar sus tubérculos. Asimismo, realizaron una selección similar y preliminar de aquellos genotipos que mostraron buena resistencia y vigor, marcándolos con lana azul.

Para finalizar el evento, se celebró una sesión de discusión para aclarar dudas y expectativas. Un representante del sindicato de la comunidad tomó la palabra y felicitó al grupo sobre su iniciativa de conducir las actividades y agregó que los agricultores de la comunidad estaban interesados en hacer seguimiento de las variedades y en participar en la cosecha.

**El día de demostración.** El día de demostración se celebró el 16 de abril de 2003 en Piusilla-San Isidro y el 22 de abril de ese mismo año en Compañía Pampa. Los objetivos fueron cosechar, evaluar y seleccionar las variedades. También fue una oportunidad de discutir la multiplicación de semillas. Entre los participantes se encontraban agricultores de ambas comunidades que participan en el proyecto (seis mujeres y siete hombres); miembros de la asociación; un técnico de ASAR (una ONG); tres técnicos de la Fundación PROINPA; un técnico del proyecto Fomentando Cambios FOCAM-IPRA-CIAT (Colombia); y representantes de instituciones de desarrollo como SEPA (una empresa de producción de semilla de papa) y Lucana S.A. (una empresa de elaboración de papa frita); autoridades municipales; y miembros de la comunidad.

El grupo de agricultores mejoradores de papa en Compañía Pampa también invitó a los miembros de la comunidad y a las asociaciones de Compañía Pampa y Chinchiri.

En ambas comunidades, las metas del día de demostración fueron las siguientes:

- ✓ Evaluar y seleccionar los genotipos participativamente.
- ✓ Planificar y esquematizar una estrategia para la multiplicación y la diseminación de la semilla de las nuevas variedades seleccionadas.
- ✓ Discutir el futuro del grupo y su posible orientación.

- ✓ Promover el interés de las empresas de semilla en las nuevas variedades para multiplicarlas para su difusión.
- ✓ Promover el interés de la industria en las nuevas variedades.

***El desarrollo del evento.*** En Piusilla-San Isidro, el agricultor Justo López dio inicio al evento dando la bienvenida a los participantes. Enseguida, el agricultor Juan Ruiz tomó la palabra para describir, junto con Justo López, las actividades de investigación del grupo del proyecto y el trabajo que había llevado a cabo durante los 4 años que duró el mismo. Posteriormente, Felicidad Escobar y Dionicia Katari tomaron la palabra, explicando sus experiencias en el proceso, las dificultades que enfrentaron y las lecciones que aprendieron. Por ejemplo, describieron la manera cómo hicieron mejores cruzamientos que los hombres, porque tuvieron más cuidado y fueron más pacientes. De la misma manera, tuvieron mejores resultados en el manejo de los almácigos; una vez más, porque tuvieron más cuidado que el que tuvieron los hombres. Pusieron en claro que tanto los hombres como las mujeres sembraron y manejaron el campo.

Luego siguió una sesión de preguntas y de discusión, después de la cual el grupo organizó la cosecha, decidiendo cosechar hilera por hilera y planta por planta, y así determinar el número de plantas cosechadas y evaluar los tubérculos en términos de uniformidad, tamaño, número, color, profundidad del ojo y rendimiento.

Después de la cosecha, todos los genotipos se llevaron en bolsas de malla, cada una con su identificación debidamente codificada, hasta un lugar de recolección y luego se almacenaron. Fue obvio que tanto los agricultores como las agricultoras habían seleccionado sus genotipos a medida que cosechaban. Pero, para asegurarse, pusieron los genotipos en fila, numerando cada genotipo del 1 al 22. Enseguida, cada agricultor verificó los genotipos y los clasificó individualmente.

### ***Días de campo en Compañía Pampa***

El día de campo empezó cuando el agricultor Demetrio Cossio le dio la bienvenida a los participantes al evento. Jorge Villarroel, un agricultor con el grupo del proyecto, describió enseguida el grupo y el trabajo que había realizado durante los 4 años anteriores del proyecto. Luego, Demetrio describió las experiencias que el grupo ha tenido, las dificultades que ha enfrentado y los conocimientos que ha adquirido.

A continuación, hubo una sesión de preguntas y de discusión, después de la cual el grupo organizó la cosecha, decidiendo cosechar hilera por hilera y planta por planta. El propósito fue contar el número de plantas cosechadas y evaluar los tubérculos en términos de uniformidad, tamaño, número, color, profundidad del ojo y rendimiento.

Después de la cosecha, se dejaron todos los genotipos en el campo y a cada agricultor participante se le dio la oportunidad de seleccionar los mejores genotipos. Los cinco genotipos que fueron seleccionados con más frecuencia se llevaron a un lugar de recolección y seguidamente se almacenaron en bolsas de malla, cada una con su identificación debidamente codificada. Fue nuevamente obvio que los agricultores ya

habían seleccionado sus genotipos preferidos. Pero, para asegurarse, pusieron los cinco genotipos en fila, numerando cada uno del 1 al 5. A continuación, cada agricultor verificó cada genotipo y lo clasificó individualmente.

Los agricultores que participaban en el día de campo en Compañía Pampa sugirieron que se regresara al campo para seleccionar dos genotipos más que habían sido omitidos en la selección original. Eligieron un genotipo más y remplazaron uno que ya había sido seleccionado. Justificaron el remplazo, diciendo que les había atraído el rendimiento del clon eliminado, pero no habían considerado su color (crema), que no sería aceptado en el mercado.

## **Resultados y Discusión**

### ***Primera fase: 1999-2001***

#### ***Ejecución de la metodología***

A partir de la encuesta de los agricultores de Morochata, se identificaron los principales criterios para el ideotipo de papa. Entre éstos se encuentran precocidad, rendimiento aceptable, resistencia al tizón tardío, altura de planta mediana, tubérculos de cáscara roja de consistencia harinosa similar a la de los tubérculos del cv. Waych'a, y potencial de venta.

Los agricultores seleccionaron cuatro variedades como progenitores: Waych'a, la muy difundida variedad nativa, y tres híbridos resistentes al tizón que fueron liberados por la Fundación PROINPA. La variedad nativa es preferida por los agricultores por su exquisito aroma, textura harinosa, cocción rápida y gran demanda de mercado. Sin embargo, es susceptible al tizón tardío. Las variedades mejoradas se eligieron por su resistencia al tizón tardío, las buenas cualidades culinarias, la forma redonda y el color de la cáscara (rojo o rosado) de sus tubérculos.

Las sesiones de capacitación se realizaron en el campo, junto con los agricultores. Para preparar las reuniones de capacitación de FMP, se tomaron elementos del enfoque de EC, que motiva el aprendizaje mediante el descubrimiento y el seguimiento de la parcela de estudio. Se prepararon y ejecutaron 10 sesiones de capacitación (Herbas et al. 2001a). Los agricultores consideraron la capacitación como una actividad importante porque, según ellos, necesitaban conocer más acerca de la obtención de semilla sexual a partir de los cruzamientos. También mencionaron que, en el proceso de aprendizaje, adquieren experiencia que les permitió ofrecer apoyo a otras comunidades.

En ambas comunidades de Morochata, los cruzamientos fueron realizados primero colocando las inflorescencias en botellas que contenían agua. Éstos se perdieron debido a la pudrición bacteriana de los tallos.

En Piusilla-San Isidro fueron sembrados cuatro progenitores para hacer los cruzamientos en el campo. Estos cruzamientos híbridos fueron de India (*Solanum*

*tuberosum*) × Waych'a (I × W), Runa Toralapa (RT) × W, Robusta (R) × W e I × R. Los cuatro progenitores sembrados en parcelas de los agricultores fueron manejados por los mismos agricultores. De los cruzamientos realizados solamente se obtuvieron bayas pequeñas porque el exceso de lluvia y granizo impidieron el desarrollo completo, reduciendo, por tanto, la cantidad de semilla sexual obtenida. De este modo, para no retardar la experiencia, los fitomejoradores del Centro Toralapa de la Fundación PROINPA, quienes habían estado conduciendo la parte de FMC del experimento y habían obtenido suficiente semilla sexual de papa a partir de sus cruzamientos en el invernadero y los almácigos, ofrecieron esta semilla a los agricultores para que pudieran continuar con la experiencia.

En Compañía Pampa se sembró un almácigo comunal. Se dividió en tres para facilitar la manipulación individual del material de cada una de las tres familias de cruzamientos; es decir, W × R, I × R e I × W. En consecuencia, los agricultores se organizaron en tres grupos, cada uno responsable de una familia.

El porcentaje de prendimiento de plantas en el campo se evaluó una semana después del trasplante, contabilizando el número inicial de plantas por hilera y el número de plantas germinadas. Los agricultores mejoradores de papa cumplieron todas las labores agrícolas de fertilización, primer aporque, riego y control fitosanitario con insecticidas. La germinación promedio para las familias fue de 95% para las dos comunidades de Morochata. La pérdida inicial de 5% fue causada por problemas en el momento del trasplante; por ejemplo, daño de las plántulas al extraerlas del almácigo y durante su trasplante a la parcela.

### ***Evaluaciones participativas en el momento de la floración***

Las evaluaciones participativas se llevaron a cabo en el campo, evaluando cada familia de cruzamientos y cada selección individual o clonal tanto en el momento de la floración como de la cosecha.

***Selección de familias.*** En el momento de la floración, los agricultores mencionaron, como criterios pertinentes, el tamaño de la planta, la presencia de síntomas de tizón (manchas foliares), y el número y color de las flores. Tanto los agricultores como las agricultoras asociaron el color de la flor con el color de la cáscara del tubérculo, diciendo que las plantas con flores blancas probablemente tendrán tubérculos de cáscara blanca y las plantas con flores rosadas tendrán tubérculos de cáscara rosada o roja, similares a los del cv. Waych'a.

En Piusilla-San Isidro, la familia I × W fue seleccionada por ocho de los nueve agricultores por ser la mejor de las cuatro familias, en tanto que, en Compañía Pampa, seis de los ocho agricultores seleccionaron la familia R × W por ser la mejor de sus tres familias.

***Las diferencias de criterios entre los hombres y las mujeres.*** En Piusilla-San Isidro, todas las mujeres evaluaron la familia I × W como “muy buena” y la familia RT × W como “mala”. Dos de los tres hombres coincidieron con la selección de la familia

I × W como “muy buena”, la R × W como “buena” y la I × R como “regular”; y todos los hombres y las mujeres estuvieron de acuerdo en que la familia RT × W fue “mala” (Gabriel et al. 2000c).

En Compañía Pampa, los seis hombres indicaron que la familia R × W fue “buena”, la I × R “regular” y la I × W “mala”. No obstante, las mujeres seleccionaron de otro modo, calificando a toda la familia I × R como “la mejor” (los hombres habían calificado a esta familia como “regular”). La diferencia puede deberse a que las mujeres no habían participado en el mejoramiento participativo y su decisión se basó en el vigor de las plantas.

**La selección individual de los clones.** En Piusilla-San Isidro, los agricultores mejoradores de papa, empleando sus propios criterios para la selección, eligieron, de 607 genotipos que pertenecían a diferentes familias, 4 plantas de la familia R × W (es decir, 0.66%), 6 de RT × W (0.99%), 29 de I × W (4.78%) y 8 de I × R (1.32%).

En Compañía Pampa, los agricultores mejoradores de papa, empleando una vez más sus criterios para la selección, eligieron, de 2146 genotipos que pertenecían a diferentes familias, 38 plantas de la familia I × R (1.77%), 17 de I × W (0.79%) y 13 de R × W (0.60%).

En ambas comunidades, los principales criterios empleados fueron la semejanza de la apariencia de la hoja y la flor con las del cv. Waych'a, el vigor y el tamaño de la planta, la formación de bayas (*aylinkus*, en quechua), la salud de la hoja (ninguna enfermedad), el número de ramas y su grosor, el daño mínimo ocasionado por insectos como el *piqui piqui* (como se conoce popularmente el escarabajo *Epitrix*), el crecimiento erecto y la presencia de yemas apicales.

### **Evaluaciones participativas en el momento de la cosecha**

En el momento de la cosecha, ocho agricultores de Compañía Pampa (todos hombres) y siete (cuatro mujeres y tres hombres) de Piusilla-San Isidro participaron en la evaluación y selección de clones. Los criterios mencionados por los agricultores por ser los más pertinentes se referían al color, la forma y la apariencia del tubérculo; el rendimiento; y la presencia de ojos. La forma y el color del tubérculo estaban relacionados con su similitud con los del cv. Waych'a; el rendimiento, al número y tamaño de los tubérculos; y la presencia de ojos, a la calidad de los tubérculos semilla, es decir, al número de brotes que los tubérculos podrían tener. La apariencia sana de los tubérculos se determinó en función del *llosq'etas*; es decir, una cáscara suave y uniforme.

### **Segunda fase: 2001-2002**

El análisis de varianza para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC) para *Phytophthora infestans* no detectó diferencias significativas ( $P = 0.05$ ) entre las evaluaciones de severidad, tanto por los agricultores como por el facilitador. La prueba de comparaciones de las medias del AUDPC a  $P = 0.05$  no detectó diferencias



significativas entre los agricultores y el facilitador. Esto indica que la capacitación fue eficaz, y que los agricultores habían manejado, con suficiente precisión, la evaluación de la severidad.

En el análisis de varianza para las familias, la prueba de media para AUDPC detectó diferencias altamente significativas (a  $P = 0.01$ ) al evaluar la severidad del tizón tardío en las familias (Cuadro 1). Aunque las familias  $I \times W$  y  $R \times W$  no presentaron diferencia significativa respecto a la AUDPC, difirieron significativamente del cv. Waych'a y la familia  $I \times R$ .

Cuadro 1. Media para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC) de los clones de papa evaluados por los agricultores en la región Morochata, Bolivia.

Familia	Genealogía del clon	AUDPC <sup>a</sup>
Waych'a	Waych'a	1203 a
00-1	India $\times$ Waych'a	485 b
00-3	Robusta $\times$ Waych'a	346 b
00-2	India $\times$ Robusta	124 c
		HSD 1203

a. Valores seguidos de una misma letra en la columna no son significativamente diferentes según la prueba de diferencia significativa honesta (HSD) de Tukey.

### **Clones seleccionados y criterios de selección**

En Compañía Pampa se sembraron un total de 244 clones, de los cuales 26 clones son de la familia  $I \times W$ , 199 de  $R \times W$  y 19 de  $I \times R$ . En el momento de la cosecha, los agricultores seleccionaron 4 clones de  $I \times W$  (es decir, 1.6% de la selección original de 244; un clon de  $R \times W$  (0.4%); y 14 clones de  $I \times R$  (5.7%).

La mayoría de los clones seleccionados por la comunidad de Compañía Pampa tenían tubérculos de tamaño uniforme, de forma redonda u ovalada, y un color de cáscara rojo o rosado, y pulpa color crema y/o amarillo. Los ojos estaban a mediana o poca profundidad, y los rendimientos fueron aceptables. Dicha selección mostró que los agricultores, aunque preferían las variedades con ojos profundos como la variedad Waych'a, mostraban una tendencia de preferencia hacia variedades con tubérculos cuyos ojos se encuentren a poca o mediana profundidad debido a que pelan más fácilmente y a que los restaurantes de comidas rápidas las demandan.

En el momento de la cosecha se seleccionaron 22 clones de papa de manera participativa. Los agricultores y las agricultoras coincidieron en su selección respecto a 6 clones (27%); sin embargo, 6 (27%) fueron seleccionados solamente por los hombres y 10 clones (46%) solamente por las mujeres. Dicha divergencia en la selección de clones se debió a que las mujeres se preocupan más por los detalles, y consideraron la profundidad del ojo y la facilidad del pelado como dos criterios importantes. En el Cuadro 2 se enumeran los diferentes clones seleccionados por los hombres y las mujeres.

Cuadro 2. Diferencias en la selección de 22 clones mejorados de papa (*Solanum* spp.) entre agricultores y agricultoras, región Morochata, Bolivia.

Familia <sup>a</sup>	Clon	Agricultores por sexo			Criterios
		Ambos	Mujeres	Hombres	
00-1 (RT × W)	00-1-1	X			Forma redonda, rendimiento aceptable
	00-1-5	X			Cáscara roja, tamaño grande
	00-1-6	X			Tubérculos grandes y blancos, con una superficie plana
	00-1-7		X		Tubérculos redondos y rendimiento aceptable
	00-1-8			X	Cáscara roja y tubérculos grandes
00-2 (I × R)	00-2-2			X	Tubérculos de cáscara roja, rendimiento aceptable y potencial de mercadeo
	00-2-6			X	Tubérculos ovalados y ojos superficiales
00-3 (R × W)	00-3-5	X			Tubérculos rojos, rendimiento aceptable y potencial de mercadeo
	00-3-7	X			
	00-3-2		X		Rendimiento aceptable y ojos rojos
	00-3-3		X		Tubérculos rojos con superficie plana
	00-3-11			X	Tubérculos redondos y grandes con ojos grandes
00-4 (I × W)	00-3-14			X	Tubérculos grandes y rendimiento aceptable
	00-4-28	X			Tubérculos grandes con ojos semi-superficiales, fáciles de pelar
	00-4-2		X		Similar a la variedad Tomasa
	00-4-5		X		Papa roja con ojos grandes
	00-4-17		X		Tubérculos rojos y grandes, aparentemente con buen potencial de venta
	00-4-20		X		Similar a las variedades de papa 'Q'oyllu'
	00-4-13			X	Tubérculos grandes con rendimiento aceptable
	00-4-14			X	Tubérculos rojos, rendimiento aceptable y aparentemente con buen potencial de venta
	00-4-16			X	Tubérculos ovalados
00-4-18			X		

a. RT × W = Runa Toralapa × Waych'a; I × R = India × Robusta; R × W = Robusta × Waych'a; I × W = India × Waych'a.

## ***Taller para los agricultores***

Hacia el final del proyecto, después de la cosecha, se organizó un taller que permitiera a los agricultores mejoradores de papa de Piusilla-San Isidro y Compañía Pampa intercambiar sus experiencias y elaborar planes para el seguimiento y la evaluación de las actividades en el experimento de mejoramiento participativo. Al finalizar el taller, habían preparado una estrategia para la multiplicación y diseminación de la semilla de los nuevos genotipos seleccionados como variedades potenciales (Gabriel et al. 2002b). Con el propósito de analizar los diferentes temas del mejoramiento participativo, los agricultores conformaron tres grupos: uno con cuatro agricultores hombres de Compañía Pampa; el segundo, con cuatro agricultores hombres de Piusilla-San Isidro; y el tercero, con cinco agricultoras de Piusilla-San Isidro.

Un aspecto notable del evento fue que el grupo de mujeres indicó que continuaría con las actividades porque sus miembros estaban interesados en aprender y en multiplicar semilla de buena calidad. Tenían miedo de que, posiblemente, no hubiera ningún otro proyecto que apoyara a los agricultores.

Un desafío para el taller fue determinar la modalidad del trabajo para los agricultores, porque el proyecto estaba terminando sus actividades y existía la posibilidad de que todo finalizaría al concluir éste. Al analizar el asunto, los agricultores de Compañía Pampa determinaron que continuarían trabajando juntos para obtener una mayor cantidad de semilla y habían seleccionado tres variedades. Los agricultores y las agricultoras de Piusilla-San Isidro también decidieron continuar como grupo, pero dejando a un solo agricultor responsable de llevar a cabo las labores agrícolas necesarias, mientras que los otros participantes ofrecerían apoyo en las actividades de siembra, evaluación y cosecha de los genotipos. El grupo también tenía otras ambiciones mayores, tales como enviar las variedades seleccionadas para limpieza de virus y convertirse en proveedor de semilla para la comunidad.

Las mujeres también mencionaron que si la esposa no comprende para qué se está capacitando su esposo, lo desanimaría de asistir pidiéndole que no fuera a ninguna otra reunión.

El grupo de Compañía Pampa mencionó que las mujeres no tienen tiempo para dedicarle al cultivo de papa por cuanto están encargadas del pastoreo de los animales (vacas, ovejas, cabras), lo que significa que deben preparar los alimentos temprano, antes de dirigirse con el ganado hacia lugares distantes de pastoreo —no existe ningún lugar cercano donde puedan pastorear los animales— y regresando al anochecer, momento en el que tienen que volver a cocinar.

Las mujeres mencionaron que tanto los hombres como las mujeres pueden llevar a cabo los cruzamientos, pero que las mujeres tienen más paciencia. Los hombres estuvieron de acuerdo y agregaron que ellas también tienen más paciencia para obtener semillas de las bayas. Para seleccionar los clones, todos estuvieron de acuerdo en que tanto los hombres como las mujeres deben trabajar juntos porque luego podrían discutir el trabajo realizado y hacer, por tanto, mejores selecciones.

## **Tercera fase: 2002-2004**

### **Piusilla-San Isidro**

Hacia el final del proyecto, los agricultores, con la ayuda de los técnicos participantes, contabilizaron la frecuencia de los genotipos que obtuvieron más votos y pudieron seleccionar seis genotipos nuevos, clasificados en su orden de preferencia (Cuadro 3).

Cuadro 3. Nuevos genotipos de papa seleccionados, clasificados por los agricultores en orden de preferencia, estación 2002/03, Piusilla-San Isidro, región Morochata, Bolivia.

Genotipo	Genealogía <sup>a</sup>	Preferencia	Nombres designados
00-04-14	I × W	Primero	Ch'aska Waych'a
00-04-02	I × W	Segundo	Piusilleña
00-01-08	RT × W	Tercero	Puka Ñawi
00-04-05	I × W	Cuarto	Puka Waych'a
00-01-01	RT × W	Quinto	Sinchi Waych'a
00-04-13	I × W	Sexto	Puka Chola

a. I × W = India × Waych'a; RT × W = Runa Toralapa × Waych'a.

De los seis genotipos seleccionados, cuatro pertenecían a la familia I × W y dos a la familia RT × W. Los dos últimos genotipos se eligieron, a nivel de clon individual, conforme a diferentes criterios, aunque los agricultores le dieron a la familia RT × W una evaluación general de “mala”. En ambos casos, la planta progenitora masculina fue el cv. Waych'a, la variedad de referencia para los agricultores. Se descartaron las otras dos familias (R × W e I × R). Sin embargo, los agricultores decidieron que los que habían participado también deberían elegir entre los clones descartados para ensayos en la siguiente campaña. Los agricultores tuvieron cuidado de registrar cuál genotipo fue escogido por qué agricultor.

Después de la selección participativa, los agricultores asignaron nombres provisionales a las variedades (Cuadro 3) y luego nombraron un “padrino” para que no se olvidara que tenía “ahijados” y les hiciera seguimiento. Por último, llevaron a Lucana S.A. una muestra pequeña (1 kg, porque tenían pocos tubérculos para seguir con el experimento) de cada una de las seis variedades seleccionadas, para evaluar los caracteres de las variedades para la industria. Esta empresa es la empresa más grande de papas fritas en Cochabamba.

En la reunión final del proyecto, los agricultores en el grupo de FMP expresaron algunas palabras en el momento de la clausura, seguidas del representante de la asociación quien dijo que estaba orgulloso de sus colegas y los felicitó en nombre de toda la comunidad, e indicó que estas iniciativas deben ser seguidas e imitadas por todos los allí presentes.

**Análisis de rendimiento.** En Piusilla-San Isidro, el análisis de varianza para rendimiento entre los genotipos evaluados y el testigo (cv. Waych'a) mostró diferencias altamente significativas (prueba de Tukey al  $P = 0.01$ ) (Cuadro 4), con un coeficiente de varianza de 33%. En general, los seis genotipos seleccionados arrojaron rendimientos (entre 0.24 y 0.56 kg/planta) que fueron superiores al testigo Waych'a (0.11 kg/planta), que había padecido un ataque severo de tizón tardío, como lo confirmaron los propios agricultores.

En contraste, en Compañía Pampa no se encontró ninguna diferencia significativa entre los genotipos evaluados. Los genotipos seleccionados arrojaron rendimientos entre 0.18 y 1.65 kg/planta (7 a 25 t/ha). No pudieron hacerse comparaciones en este caso porque los agricultores no habían sembrado un testigo (es decir, Waych'a). En cambio, se hicieron comparaciones entre los genotipos evaluados.

Cuadro 4. Análisis de las medias de rendimiento (kg/planta) de 22 genotipos de papa y un testigo, evaluados por el grupo de agricultores mejoradores de papa en Piusilla-San Isidro, Morochata, Bolivia, estación 2002/03.

Genotipo		Rendimiento <sup>b</sup>
Nombre <sup>a</sup>	Código	
Ch'aska Waych'a	00-04-02	0.56 a
Piusilleña	00-04-13	0.52 a b
	00-04-17	0.51 a b c
	00-02-06	0.48 a b c d
Puka Ñawi	00-01-01	0.42 a b c d e
	00-04-18	0.40 a b c d e f
Puka Waych'a	00-04-14	0.32 a b c d e f g
Sinchi Waych'a	00-04-05	0.31 a b c d e f g
	00-03-11	0.31 a b c d e f g
	00-02-08	0.30 a b c d e f g
	00-03-03	0.30 a b c d e f g
	00-03-07	0.26 b c d e f g
Puka Chola	00-01-08	0.24 b c d e f g
	00-04-28	0.30 c d e f g
	00-01-06	0.20 d e f g
	00-03-14	0.19 e f g
	00-04-20	0.19 e f g
	00-03-02	0.19 e f g
	00-04-19	0.18 f g
	00-01-07	0.18 e f g
	00-03-05	0.17 e f g
00-01-05	0.13 f g	
	Waych'a (testigo)	0.11 g

- Genotipos seleccionados eventualmente por los agricultores.
- Valores seguidos de la misma letra en la columna no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey.

**Criterios de selección.** Los agricultores emplearon los siguientes criterios de selección:

- ✓ *Forma del tubérculo.* Dado que los agricultores conocían esta variedad muy bien y la cultivaban regularmente, el cv. Waych'a se utilizó como punto de referencia para este carácter.
- ✓ *Rendimiento.* Mientras se observaba el rendimiento *per se*, los agricultores también asociaron este carácter con el carácter de resistencia al tizón tardío, según se observó durante la floración.
- ✓ *Tamaño del tubérculo.* Los agricultores clasificaron el tamaño del tubérculo de la siguiente manera: *chapara* (extra grande), *qolque* (grande), *murmu* (semilla) y *chili* (pequeño). También observaron la uniformidad del tamaño del tubérculo que produjo cada variedad.
- ✓ *Sanidad del tubérculo.* Este carácter se observó con atención; los agricultores descalificaron cualquier variedad que presentara síntomas de enfermedad o cuyos tubérculos presentaran grietas, lo que indicaba una incapacidad para hacer frente al estrés severo por falta de agua.
- ✓ *Profundidad de los ojos.* Los agricultores verificaron el número de ojos "buenos"; es decir, aquellos que tuvieran "pestañas" visibles, asociándolos con el número de brotes y el vigor de la planta potencial.

**Ensayos con la agroindustria.** El 12 de mayo de 2003, los agricultores de Piusilla-San Isidro llevaron a Lucana S.A. bolsas de 1 kg de tubérculos de cada una de las seis variedades seleccionadas en la campaña actual de cultivo, para que se realizaran ensayos de las cualidades culinarias de estas variedades para la elaboración de papas fritas. Los clones que mejor desempeño tuvieron en estos ensayos fueron las variedades Ch'aska Waych'a, Piusilleña y Puka Chola, de la familia I × W (Cuadro 3). Mostraron poco quemado en los bordes, la fritura fue uniforme, absorbieron poco aceite, no quedaron porosas ni grasosas, y el tamaño del tubérculo fue adecuado.

Por el contrario, las papas fritas de la variedad Sinchi Waych'a (familia RT × W) absorbieron gran cantidad de aceite y tomaron bastante tiempo para freír. Su color era muy amarillo y poco atractivo y presentaron problemas evidentes de verdeamiento. Las variedades Puka Ñawi y Puka Waych'a se quemaron más rápidamente que cualquiera de las demás.

### **Compañía Pampa**

En el Cuadro 5 se enumeran los genotipos seleccionados.

De los seis genotipos seleccionados, cinco pertenecían a la familia I × R y uno a la familia I × W. Los agricultores de Compañía Pampa no tenían preferencia por Waych'a; en cambio, las evaluaciones las hicieron en función de resistencia al tizón tardío, rendimiento, color rojo de la cáscara y ojos a una profundidad entre mediana y

profunda. Después de realizar la selección participativa, los agricultores asignaron nombres provisionales a las variedades, como se indica en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Nuevos genotipos seleccionados, clasificados por los agricultores en orden de preferencia, estación 2002/03, Compañía Pampa, región Morochata, Bolivia.

Genotipo	Genealogía <sup>a</sup>	Preferencia	Nombres designados
00-01-21	I × W	Primero	Puyjuni Imilla
00-02-51	I × R	Segundo	P'alta Chola
00-02-48	I × R	Tercero	Waych'a Roberta
00-02-9	I × R	Cuarto	Cholita Rosada
00-02-29	I × R	Quinto	Villaco
00-02-11	I × R	Sexto	Super Waych'a

a. I × W = India × Waych'a; I × R = India × Robusta.

En la reunión final del proyecto, los agricultores en el grupo de FMP pronunciaron algunas palabras al momento de la clausura, seguidas del representante de la asociación, quien declaró que estaba orgulloso de sus colegas y los felicitó en nombre de toda la comunidad. También dijo que estas iniciativas deben ser seguidas e imitadas por los agricultores presentes.

### ***Análisis comparativo de los costos para FMP y FMC***

Los procesos de FMP y FMC son actividades complementarias; no obstante, consideramos que es importante comprender cuánto cuesta cada proceso, porque el FMP involucró a los agricultores al comienzo del proceso y el proceso FMC involucró a los agricultores 3 ó 4 años antes de liberar las variedades. Estos aspectos son muy importantes cuando se transfieren tecnologías para adopción por parte de los agricultores.

El análisis comparativo de costos entre FMP y FMC se llevó a cabo solamente para la comunidad Piusilla-San Isidro, para calcular el costo de obtener un clon mediante FMP en comparación con el costo de obtener uno mediante FMC. Para hacer este cálculo, consideramos que es aconsejable evaluar el tiempo de los asesores, los técnicos, los estudiantes de tesis y los agricultores, e incluimos otros aspectos como los insumos, que estaban directamente relacionados con la generación de las tecnologías. Para evaluar el tiempo invertido en cada actividad, decidimos utilizar la “hora” como una unidad de medida y el “dólar estadounidense” como la unidad monetaria.

Para el FMP, se invirtió un total de US\$7490 en un total de 1087.95 horas de trabajo (es decir, cerca de \$6.88/hora). Los gastos más elevados correspondieron a los técnicos, que totalizaron \$3190 (43%, cifras redondeadas), seguido de los agricultores, \$732 (10%); la gasolina, \$983.20 (13%); el alquiler de la vivienda para los investigadores y los costos de electricidad, \$910 (12%) y los costos de oportunidad para el tiempo de los asesores, \$880 (12%). Los costos más bajos correspondieron a los insumos, \$481 (6%);

el trabajo de investigación, \$60 (1%) y varios, \$220 (3%). El tiempo de los agricultores no se remuneró, pero se evaluó económicamente (Montaño 2003).

Para el FMC se invirtió un total de US\$1782 en un total de 395 horas de trabajo (es decir, cerca de \$3.30/hora). Aunque el gasto absoluto en el FMC fue un poco menos de la sexta parte del FMP, la tasa por hora fue solamente cerca de la mitad. Los costos de oportunidad para el investigador (un estudiante de tesis) fueron \$348 (27%); la manutención para el investigador, \$317 (24%); los servicios suministrados de selección de las plántulas en el laboratorio y el invernadero, \$277 (21%); el alquiler del invernadero, \$172 (13%); los costos de oportunidad para el asesor, \$110 (8%); los insumos, \$66 (5%) y los costos de oportunidad para el trabajador, \$12 (1%).

Los gastos mucho mayores involucrados en el FMP se deben a que los técnicos iniciaron sus actividades identificando y seleccionando las comunidades en primer lugar; luego, prepararon la guía de capacitación y revisaron y ejecutaron las sesiones de capacitación. Estas actividades requirieron 581 horas y una inversión de \$2905. Otra variable —el nivel de conocimientos de los agricultores— también afectó decididamente los costos del FMP, por cuanto los agricultores tuvieron que recibir capacitación (\$880). Los costos totales para sólo estas dos variables fueron de US\$3785.

Con una menor intervención de los técnicos en el FMP, y un sentido más desarrollado de responsabilidad en los agricultores, los costos podrían ser reducidos al menos en un 40% (cerca de US\$3000, incluyendo la reducción de gastos para los técnicos y la gasolina).

Para el FMC, que se llevó a cabo en la estación experimental de PROINPA, con los mismos genotipos, las etapas más costosas de la selección varietal fueron la realización de los cruzamientos, que ascendió a US\$281 (se tomaron 86 horas), la selección de las plantas adultas, \$277 (46 horas) y la maduración, la cosecha y el procesamiento de las bayas, \$121. La siembra de semilla sexual y el cuidado de las plántulas requirieron 32 horas, con otras 31 horas para evaluar las plántulas.

Aunque ambas metodologías variaron enormemente en los pasos que siguieron, compartieron el mismo objetivo, haciendo de la adquisición de los primeros 22 genotipos su principal punto de comparación.

Después de que los 2505 y 186 genotipos fueron identificados por FMC y FMP, respectivamente, el costo total de ambas metodologías para la selección final de 91 y 54 clones ascendió a US\$5568, de los cuales un 32% corresponde al FMC y 68% al FMP (ajustado a un año). El costo de obtener un clon mediante FMC fue de \$19.58/clon y mediante FMP fue de \$70.11/clon. Esto indica que la obtención de un clon mediante FMP cuesta de tres a cuatro veces más que obtener un clon mediante FMC.

Con el FMP se ganó un ciclo al seleccionar los clones en el campo porque los agricultores de la comunidad de Piusilla-San Isidro podrían sembrar y seleccionar variedades dos veces al año, a diferencia de lo que sucede con el FMC, que tomó un año más para que los clones entraran en la primera selección clonal. Con el FMP, los agricultores adoptaron las nuevas tecnologías más tempranamente en el proceso, al



participar en la generación, evaluación y selección de los genotipos, y se obtuvieron nuevas variedades más rápidamente.

Los dos métodos de mejoramiento genético pueden complementarse durante algunas etapas del proceso, como la generación, evaluación y selección de los híbridos en las primeras fases. Es decir, mediante el FMC, podrían generarse y seleccionarse híbridos a partir de los materiales parentales que los agricultores prefieren más. Luego, los híbridos podrían dársele a los agricultores para seleccionar los mejores genotipos según los caracteres para la resistencia al tizón tardío y el rendimiento.

Un aspecto que resultó evidente es que los agricultores que participan en el FMP necesitan asistencia técnica permanente, especialmente en las primeras fases, cuando todavía se están seleccionando muchos genotipos. Incluso en las fases posteriores, pueden necesitar asistencia técnica para organizar las siembras y seleccionar los diseños experimentales apropiados para evaluar los genotipos.

## **Comentarios Finales**

### ***Impresiones de los técnicos***

Según los técnicos visitantes, el proceso de selección participativa fue una experiencia trascendente en varios aspectos; uno de ellos, la versatilidad con la cual los agricultores y las agricultoras que formaron parte del grupo de mejoramiento participativo manejaron el vocabulario técnico para describir el proceso de FMP.

### ***Genotipos***

Los agricultores y las agricultoras de Piusilla-San Isidro seleccionaron los genotipos de papa comparando los caracteres morfológicos con los del cv. Waych'a, la variedad más ampliamente cultivada. Los genotipos seleccionados mostraron el fenotipo de Waych'a, según lo demuestran sus nombres. Otros caracteres que también se consideraron fueron el rendimiento y la resistencia al tizón. Por el contrario, los agricultores de Compañía Pampa seleccionaron sus genotipos con base en caracteres como la resistencia al tizón, el rendimiento, la profundidad del ojo y el color rojo de la cáscara. La semejanza con Waych'a no se consideró como uno de los parámetros de selección.

En Piusilla-San Isidro, la mayoría de los genotipos seleccionados provenían de la familia  $I \times W$ , mientras que en Compañía Pampa, provenían de la familia  $I \times R$ .

### ***Estrategias***

Los agricultores mejoradores de papa consideraron que las variedades seleccionadas deben evaluarse paralelamente a diferentes altitudes en sus comunidades y en parcelas de mayor extensión. También consideraron que las variedades deben ser limpiadas y multiplicadas, y decidieron conducir una verificación de sanidad respecto a los virus antes de poner en práctica una limpieza de virus.

Los aspectos de la multiplicación y difusión se tornarán fundamentales si las asociaciones organizadas toman la iniciativa para multiplicar y difundir las variedades desarrolladas por los agricultores. Si esta actividad arroja resultados positivos, este aspecto podría conducir a que la adopción y la sostenibilidad sean mayores.

### ***Derechos del obtentor y derechos de propiedad intelectual***

Estos son dos nuevos temas que deben tratarse dentro de la Fundación PROINPA y en consenso con los agricultores. Podría surgir una situación en la cual los agricultores se conviertan en propietarios y PROINPA, en socio estratégico; en especial, cuando se registren las variedades liberadas.

Somos conscientes de que no todas las 12 variedades nuevas obtenidas por los agricultores serán multiplicadas y difundidas, pero, en los próximos años, se dará prioridad al menos a una o dos en cada una de las dos comunidades.

### ***Ajuste de la metodología***

La metodología participativa todavía necesita ajuste, especialmente por cuanto el proceso de selección participativa actual no podía recopilar todos los criterios valiosos que emplean los agricultores cuando seleccionan las variedades. Habíamos tenido que adaptarnos a las condiciones y en el tiempo que tenían para llevar a cabo este trabajo; ellos, sin embargo, fueron quienes convocaron la reunión realizada en la tercera fase.

### ***Impacto en las actitudes de los agricultores***

Los agricultores, motivados por los resultados obtenidos en el proyecto de FMP para papa, han iniciado investigación con otros cultivos como la quinua y la fresa.

Respecto a la papa, desean iniciar una etapa nueva de generación de variedades, utilizando sus mejores variedades obtenidas por mejoramiento participativo para cruzarlas con otras variedades nativas que son resistentes al falso nematodo del nódulo de la raíz (*Nacobbus aberrans*), otro problema grave del cultivo de la papa.

En el grupo de mejoramiento participativo se han integrado más agricultores, tanto hombres como mujeres. Están evaluando los nuevos genotipos de papa de los programas de mejoramiento convencionales, y están participando en la selección de variedades. Los agricultores están motivados y quieren continuar con el experimento hasta que logren una variedad que sea promisoría para sus zonas.

### ***Agradecimientos***

Expresamos nuestro agradecimiento especial a los agricultores de los grupos de FMP de Piusilla-San Isidro y Compañía Pampa, Carmen Camacho, Carmen Ordoñez, Giovanna Plata, Ilich Figueroa, Pablo Mamani y Juan Vallejos, por todo su apoyo logístico y sugerencias invaluable para desarrollar el método de FMP. También agradecemos a las siguientes personas por su participación y discusión del método de

FMP: Gerardo Duchén (Proyecto Fomentando Cambios, IPRA-CIAT), Edson Gandarillas (Fundación PROINPA), Ricardo Vera (ASAR) y Conny Almekinders (WAU-Holanda). Nuestro agradecimiento especial a Graham Thiele, Rolando Oros y al proyecto Papa Andina, por sus sugerencias técnicas y el apoyo financiero en diversas fases del proyecto. También expresamos nuestro agradecimiento al Programa PRGA, por la publicación de nuestro documento.

## Referencias

- Gabriel J; Torrez R; Thiele G. 2000a. La Fundación PROINPA en el mejoramiento participativo y en la selección participativa de variedades de papa en Bolivia. Trabajo presentado en las memorias del PRGA de un simposio internacional sobre Fitomejoramiento Participativo en América Latina y el Caribe, Quito, Ecuador, 31 Agosto-3 Septiembre. Programa PRGA, Cali, Colombia.
- Gabriel J; Torrez R; Thiele G. 2000b. Participatory approaches in potato improvement: experiences of PROINPA in Bolivia. *En*: Almekinders C; de Boef W, eds. Encouraging diversity: the conservation and development of plant genetic resources. SRP Exeter, Reino Unido. p 194-198.
- Gabriel J; Herbas J; Salazar M; Thiele G. 2000c. Proyecto de mejoramiento participativo de papa en Bolivia. *En*: Informe de gestión del proyecto FMP. Fundación PROINPA; Programa PRGA, Cochabamba, Bolivia. 33 p.
- Gabriel J; Herbas J; Salazar M; Thiele G. 2001. Manual técnico de mejoramiento participativo para obtener nuevas variedades de papa. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 14 p.
- Gabriel J; Salazar M; Herbas J; Monteros C; Thiele G. 2002a. Mejoramiento participativo en Bolivia, Ecuador y Perú. *En*: Devaux A; Thiele G, eds. Logros y experiencias de la primera fase del Proyecto PAPA ANDINA. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. p 35-36.
- Gabriel J; Herbas J; Salazar M; Thiele G. 2002b. Proyecto de mejoramiento participativo de papa en Bolivia. *En*: Informe final del proyecto FMP. Fundación PROINPA; Programa PRGA, Cochabamba, Bolivia. 33 p.
- Guamán S; Torrez R; Quiroga J; Thiele G. 1999. Estudio de línea de base del manejo del tizón de la papa en Cochabamba. Documento de trabajo no. 13. ITG, Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia.
- Herbas J; Torrez R; Almanza J; Thiele G; Gabriel J. 2000. Sondeo rápido participativo en las comunidades de Piusilla-San Isidro y Compañía Pampa. Documento de trabajo. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 18 p. (Manuscrito.)
- Herbas J; Gabriel J; Salazar M; Thiele G. 2001a. Guía para facilitadores en mejoramiento participativo en papa. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 25 p.

- Herbas J; Gabriel J; Salazar M; Aguilera J; Balderrama F; Gandarillas E; Thiele G. 2001b. Informe de la primera fase del proyecto sobre mejoramiento participativo en el cultivo de papa en Bolivia. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 39 p.
- Montaño C. 2003. Análisis del mejoramiento participativo en términos de costos y procesos, para la generación y selección de clones de papa en dos comunidades de Morochata. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. 71 p.
- Salazar M; Gabriel J; Herbas J; Thiele G. 2001. Experiencias sobre mejoramiento participativo del cultivo de papa en Bolivia. *En*: Danial D, ed. Memorias de la conferencia internacional sobre Futuras Estrategias para Implementar Mejoramiento Participativo en los Cultivos de las Zonas Altas en la Región Andina, 23-27 septiembre, Quito, Ecuador. PREDUZA, Ecuador. p 139-154.
- Thiele G; Gardner G; Torrez R; Gabriel J. 1997. Farmer involvement in selecting new varieties: potatoes in Bolivia. *Expl Agric* 33:1-16.
- Trujillo A; Torrez R; Herbas J. 2002. Carpeta socioeconómica del área de impacto Morochata. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 25 p. (Manuscrito).

## Siglas y Abreviaturas Usadas en el Texto

adg	<i>Solanum tuberosum</i> subsp. <i>andigena</i>
ajh	<i>Solanum ajanhuiri</i> Juz. y Bukasov
ASAR	Asociación de Servicios Artesanales y Rurales, Bolivia
AUDPC	Área bajo la curva de progreso de la enfermedad
CIAL	Comité de Investigación Agrícola Local
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical (con sede en Colombia)
CIP	Centro Internacional de la Papa (con sede en Perú)
cv.	Cultivar
EC	Escuela de Campo
FMC	Fitomejoramiento convencional
FMP	Fitomejoramiento participativo
GCIAI	Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (con sede en Washington, DC)
HSD	Diferencia significativa honesta ( <i>prueba estadística</i> )
I	India ( <i>cultivar de papa</i> )
IPRA-CIAT	Investigación Participativa en Agricultura, del CIAT
<i>juz</i>	<i>Solanum x juzepczukii</i> Bukasov
m.s.n.m.	metros sobre el nivel del mar
phu	<i>Solanum phureja</i> Juz. y Bukasov
PREDUZA	Proyecto Resistencia Duradera en la Zona Andina ( <i>de la WAU y programas nacionales en la región andina</i> )
PROINPA	Fundación "Promoción e Investigación de Productos Andinos"
R	Robusta ( <i>cultivar de papa</i> )
RT	Runa Toralapa ( <i>cultivar de papa</i> )
SEPA	Unidad de Producción de Semilla de Papa, Bolivia
stn	<i>Solanum stenotomum</i> Juz. y Bukasov
SVP	Selección varietal participativa
W	Waych'a ( <i>cultivar de papa</i> )
WAU	Universidad Agrícola de Wageningen, Países Bajos