



*Fotografía: Centro Internacional de la Papa.*

## **13. Producción de papa orgánica en la región andina del Perú: el manejo integrado de plagas lo hace posible**

Jürgen Kroschel, Jesús Alcázar, Verónica Cañedo, Thomas Miethbauer, Octavio Zegarra, Luis Córdoba, Carmen Gamarra

## Resumen ejecutivo

La papa es uno de los principales cultivos para la seguridad alimentaria y económica de vastas poblaciones en el mundo y en especial en las zonas altoandinas. Su producción y almacenamiento se ve seriamente afectada por plagas de insectos, en especial por el gorgojo de los Andes y la polilla de la papa. Para su control, normalmente se usan insecticidas, lo que puede ser muy tóxico para la salud humana y ambiental. El CIP junto con sus aliados (instituciones nacionales, ONG, comunidades campesinas) han desarrollado y validado alternativas de manejo integrado de plagas (MIP), las cuales han demostrado ser altamente eficaces desde el punto de vista biológico, económico y ambiental. Estas innovaciones consisten en el uso de barreras plásticas para el control del gorgojo de los Andes, de atraccidas para reducir las infestaciones de polillas en campo y almacenamiento así como de talco con *Bacillus thuringiensis* subesp. *kurstaki* (Talco-Btk) para proteger los tubérculos durante el almacenamiento. Las innovaciones fueron validadas en gran escala y han beneficiado a cientos de pequeños agricultores en el Perú.

## Antecedentes

La papa (*Solanum tuberosum* L.) originaria de los Andes sudamericanos se cultiva en más de 140 países, más de 100 en vías de desarrollo. Millones de pequeños agricultores y sus familias dependen de la papa para su alimentación y generación de ingresos. Sin embargo, las plagas de insectos son un gran obstáculo para el rendimiento y la producción sana, ya que afectan al cultivo, así como a los tubérculos en almacenamiento.

Los productores de papa de los países en vías de desarrollo tienen que luchar aproximadamente con 20 plagas distintas de insectos. Con pocas excepciones, la incidencia de dos a cuatro especies de plagas es suficientemente grave para que los agricultores apliquen métodos de control, pues estas plagas pueden reducir el rendimiento y la calidad de tubérculos hasta en un 80% a 100%.

En su mayoría, las plagas se controlan con el uso indiscriminado de insecticidas, por lo general sumamente tóxicos, los cuales constituyen una amenaza grave para los agricultores, el ambiente y los consumidores. A pesar de que el manejo integrado de plagas (MIP) ofrece métodos alternativos de control para sustituir o reducir las aplicaciones de plaguicidas, los agricultores se han mostrado reticentes a adoptar el MIP por varios motivos. Las estrategias del MIP se dirigen principalmente a una sola especie de plagas y no consideran a todas las presentes en un sistema de producción específico.

Además, las tecnologías de MIP no se consiguen en el mercado local o son algunas veces más costosas. Su eficacia no es tan inmediata como la de plaguicidas relativamente baratos y puede ser difícil aplicarlas, especialmente para aquellos agricultores acostumbrados a las aplicaciones

de plaguicidas simples y de eficacia demostrada. Por último, el MIP exige asesores de campo experimentados para apoyar a los agricultores en la toma de decisiones. Por este motivo y para ayudar a los agricultores de escasos recursos de las zonas altas de los Andes del Perú a superar estos obstáculos, el CIP viene aplicando activamente un marco holístico para el desarrollo del MIP con soluciones prácticas, económicas y ecológicas para el manejo de plagas. Estas soluciones pueden ser complementarias y facilitar la realización del cultivo de papa orgánica.

### **Daños por plagas en los Andes**

El cultivo de papa sufre graves daños por el complejo del gorgojo de los Andes y de la polilla de la papa (Foto 1). Ambas plagas son endémicas de América del Sur. El gorgojo de los Andes comprende 12 especies del género *Premnotrypes* y es el principal problema de plagas por insectos a altitudes superiores a los 3800 msnm y ocasiona pérdidas substanciales de producción y calidad. Esto representa una amenaza grave a la disponibilidad de alimentos y la seguridad alimentaria de los agricultores andinos. Se sabe que ocasionan pérdidas de US\$276/ha cuando dañan el 31% de los tubérculos (Ortiz *et al.* 1996); sin embargo, los daños y pérdidas reales pueden variar de 16% a 45% incluso con la aplicación de insecticidas. Si no se controla sistemáticamente al gorgojo, la reducción del rendimiento y calidad de los tubérculos puede llegar a 80-100% y los agricultores se ven muchas veces obligados a abandonar sus parcelas. Se calcula que en los valles andinos que se encuentran a menores altitudes, las polillas de la papa (*Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema tangolias*) ocasionan pérdidas de hasta US\$500/ha al año. Con frecuencia, los agricultores las consideran erróneamente solo como plagas de almacenamiento.

La respuesta principal de los agricultores para controlar las infestaciones por gorgojo de los Andes es aplicar insecticidas de las clases Ia y Ib como carbofurán y metamidofos, a los que la Organización Mundial de la Salud (OMS) califica como altamente peligrosos (Orozco *et al.* 2009). Solamente en el Perú, según la intensidad del sistema de producción, los gastos por plaguicidas representan entre 20% y 40% de los costos de producción del cultivo comercial de papa (aprox. \$1200/ha). Asimismo, se ha comprobado que el uso de plaguicidas por períodos prolongados ha afectado las poblaciones de enemigos naturales, las que también se beneficiarían de la introducción de un programa de MIP con aplicaciones de menores cantidades de insecticida (Kroschel *et al.* 2012).





Fotografías: Centro Internacional de la Papa.



Fotos 1. Plagas principales y síntomas de daños al tubérculo:

(A) Gorgojo de los Andes *Premnotrypes suturicallus*;

(B) Polillas del tubérculo de la papa, *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*.

## Producción de papa orgánica

En la última década, la demanda por alimentos orgánicos certificados para el mercado nacional e internacional ha aumentado sostenidamente y ha constituido un catalizador para la producción orgánica de cultivos y hortalizas en el Perú. La papa nativa rica en antocianinas y de colorida pulpa ha sido descubierta como un nuevo cultivo gourmet y para la producción de papas en hojuelas. Sin embargo, las infestaciones por el gorgojo de los Andes constituyen una severa limitación a su cultivo y aparentemente afectan la viabilidad y rentabilidad de la producción orgánica.

Por otra parte, vincular a pequeños agricultores con los mercados podría generar nuevas fuentes de ingresos y empleo, y contribuir a la seguridad alimentaria, al alivio de la pobreza en las zonas altoandinas y a la conservación de las papas nativas. Con este objetivo, las ONG Caritas Perú, CEDINCO (Centro de Desarrollo Integral de Comunidades) y VSF-CICDA (*Vétérinaires sans frontières – Centre International de Coopération pour le Développement Agricole*) iniciaron varios proyectos en el departamento de Huancavelica. Con el apoyo económico de la Unión Europea, la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y el PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), entre otros, se logró que las ONG conformaran asociaciones de agricultores (AGROPIA, Asociación de Productores Agropecuarios para la Industria Andina) y establecieran la producción de papa nativa orgánica. Para ello solicitaron y obtuvieron certificados internacionales. Esto fue posible

gracias a la adopción del MIP y al uso de barreras de plástico para controlar el gorgojo de los Andes, una de las varias innovaciones agrícolas desarrolladas por el CIP.

## De la investigación a las innovaciones tecnológicas y las soluciones aplicables

Tres innovaciones agrícolas

Tres innovaciones recientes permiten controlar especialmente al gorgojo de los Andes y a dos especies de polilla del tubérculo de la papa, ya sea con cantidades considerablemente menores de insecticida o sin ninguno. Las innovaciones son:

1. Barreras físicas, que impiden la migración del gorgojo de los Andes a las parcelas de papa.
2. Atracticidas (los dos productos AdiosMacho-Po y AdiosMacho-St), para controlar las especies de polilla de la papa *P. operculella* y *S. tangolias* en campo y almacén.
3. Una formulación y producto de talco-*Bacillus thuringiensis* subesp. *kurstaki* (*Btk*) para proteger la papa almacenada de la *P. operculella* y *S. tangolias*.

A continuación se detallan estas innovaciones:

- **Barreras de plástico.** El hecho de que el gorgojo de los Andes no pueda volar restringe su movimiento y hace que los nuevos adultos migren hacia campos recientemente sembrados. La innovación consiste en instalar simples barreras de plástico de 30 cm de alto alrededor de los campos de papa en el momento de la siembra, lo que evita que los gorgojos adultos migren hacia estos campos (Kroschel *et al.* 2009) (Fotos 2A). Los cultivos de papa constituyen la fuente principal de infestación por el gorgojo, mientras que los campos en descanso están libres de gorgojo de los Andes (Rios y Kroschel 2011). Dado que la mayoría de los agricultores siembran papa en campos en descanso, las barreras de plástico los protegen de infestaciones. Desde un principio, se utilizó la investigación participativa para probar y evaluar la tecnología con agricultores de dos comunidades andinas.
- **Atracticidas.** La estrategia consiste en aplicar una formulación de insecticida y feromonas sexuales de *P. operculella* y *S. tangolias*, con la cual se atrae a los machos y se les mata por medio del contacto con el insecticida que tiene como ingrediente activo la ciflutrina. La investigación determinó la concentración óptima de feromonas e insecticida de la formulación, la estabilidad del producto, el tamaño óptimo de la gota (100  $\mu$ l) y la densidad en condiciones controladas y en campo de los agricultores (Kroschel y Zegarra 2010; 2013), (Fotos 2B).

- **Talco-Btk.** El *B. thuringiensis* subesp. *kurstaki* (Btk) es conocido por su gran eficacia contra *P. operculella*, pero es muy poco utilizado por los pequeños agricultores debido a su alto costo. La investigación demostró que el producto comercial Dipel2X, cuando se reformula con silicato de magnesio (15 g/1 kg de talco), es también eficaz para proteger los tubérculos de ambas especies de polilla (Cañedo *et al.* 2006). Por sí solo, el silicato de magnesio protege algo a los tubérculos y afecta al primer estadio larval de la polilla de la papa (Fotos 2C); por lo tanto, el ingrediente activo en cantidades reducidas es suficiente para hacer un producto de talco-Btk muy eficaz.



## Beneficios económicos y ecológicos de las innovaciones agrícolas

### Barreras de plástico

Los beneficios económicos y ecológicos de esta tecnología se evaluaron en experimentos a gran escala con 40 productores de papa de las comunidades andinas de Ñuñunhuayo (Junín) y Aymará (Huancavelica) a una altitud de 3900 msnm (Alcazar y Kroschel 2009). Las barreras de plástico mostraron ser muy eficaces en el control del gorgojo de los Andes, pues el nivel de los daños promedios fue reducido a 5% y 7%. Sin embargo, el control con insecticidas logró disminuir los daños solamente en 18% y 20% en las parcelas demostrativas de ambas comunidades (cuadro 13.1).

El uso de las barreras en vez de insecticidas resultó ser un beneficio neto promedio de \$150 y 810/ha para los agricultores de estas dos comunidades, respectivamente, en función de las variables de rendimiento de tubérculos, infestación de tubérculos en la cosecha, precio de la papa sana

y dañada, proporción de tubérculos dañados y costos de las barreras de plástico y de las aplicaciones de insecticida.

El coeficiente de impacto ambiental (EIQ) por el uso de barreras de plástico fue de 32,9/ha comparado con 191,5/ha en campos de agricultores que usan insecticidas. Los costos de instalación de las barreras son cerca de dos veces menores que los de aplicación de insecticidas, según el tamaño de la parcela.

De los agricultores que participaron, el 95% consideraba las barreras de plástico de gran valor por su utilidad para reducir los daños al tubérculo producidos por el gorgojo de los Andes. Todos los agricultores consideraron que las barreras son fáciles de instalar y la mayoría de los agricultores (90%) manifestó también que no interferían con las prácticas culturales de producción de papa. Entre las limitaciones principales de las barreras de plástico, se cuentan los daños por lluvia, rayos UV, viento, animales y casos de robo.

**Cuadro 13.1. Eficacia de tres innovaciones agrícolas en la reducción de daños por plagas de la papa.**

Innovación	Plaga por controlar	Eficacia en campo	Eficacia en almacén
Barreras de plástico	Gorgojo de los Andes del género. <i>Premnotrypes</i> con 12 especies.	Reducción de daños a <7%, e. g. 93-100% de eficacia en comparación con campos no tratados.  Campos tratados con insecticida: daños tres veces más altos que en campos controlados con barrera.	
Atracticidas	Complejo de polillas de la papa: <i>Phthorimaea operculella</i> y <i>Symmetrische-ma tangolias</i> .	90%-98% en reducción de población de machos de la polilla. 80%-90% en reducción de infestación de planta e infestación del tubérculo en el momento de la cosecha.	>85% en la reducción de la infestación (con altas densidades de plagas).
Talco-Btk		No aplica.	>95% en la reducción de la infestación (hasta el desarrollo de los brotes).

## Atracticidas

La eficacia de diferentes densidades de gota por hectárea se evaluó en diversas zonas agroecológicas del Perú. Con un tamaño de gota de 100  $\mu$ l y 2500 gotas/ha, los dos productos, AdiosMacho-*Po* y AdiosMacho-*St*, redujeron eficazmente la población de machos de polilla de la papa hasta 98%, según el tamaño de las parcelas. A mayor tamaño de los campos, mayor eficacia. Esto redujo la infestación en >80% en campos experimentales en comparación con la de campos no tratados (Kroschel y Zegarra 2013). La aplicación de atracticidas en condiciones simuladas de almacenamiento redujo la infestación del tubérculo en >85% en altas densidades de polilla.

Los costos por tratamiento se calculan entre \$20 y \$30/ha, mientras que en las condiciones de almacenamiento de pequeños agricultores, los costos son menores de \$1-2 (1 gota de atracticida/m<sup>2</sup> de área de almacenamiento). La estrategia con atracticidas tiene la gran ventaja de lograr un buen nivel de control con cantidades muy bajas e insignificantes de insecticida (<15 ml/ha). Por su carácter específico y la aplicación en gotas, no daña a los enemigos naturales y es congruente con los objetivos del MIP.

## Talco-Btk

La poca cantidad de Btk en la formulación hace que el producto sea altamente competitivo y eficaz para el control de las polillas de la papa en almacén en función de los costos, en comparación con los plaguicidas químicos, con costos estimados de \$3,50 por el producto para proteger 200 kg de papa.

El enfoque al MIP se basa en apoyar la autorregulación de los ecosistemas por medio de un manejo del sistema que favorezca a los insectos benéficos endémicos. Con el uso extendido de medidas de protección no química de la planta, se esperan efectos positivos en abundancia y diversidad de la fauna benéfica asociada. Además, las barreras de plástico no dañan a los insectos benéficos pero es importante educar a los agricultores en programas de reciclaje. La evaluación de las condiciones del plástico después de una campaña agrícola confirmó la alta calidad y el uso posible por más de tres campañas, si los agricultores lo manejan con cuidado.

Los atracticidas contienen el insecticida piretroide beta-ciflutrina (Baythroid), que tiene una toxicidad intermedia (Clase II). Este insecticida se usa en cantidades no significativas de <15 ml/ha, lo que equivale a 30 veces menos en comparación con las aplicaciones generales sobre el campo. La aplicación por gotas en el follaje de la papa con dispensador específico evita el contacto directo con el producto y reduce completamente la exposición del agricultor a los plaguicidas y la contaminación de los sistemas suelo-agua. Los plaguicidas biológicos, tales como el talco-Btk no son tóxicos, son altamente específicos e inocuos tanto para quienes lo aplican como para el ambiente. No tienen ningún efecto directo en los insectos benéficos, por lo que constituyen un apoyo al control biológico natural en condiciones de almacenamiento.



## De la investigación al uso

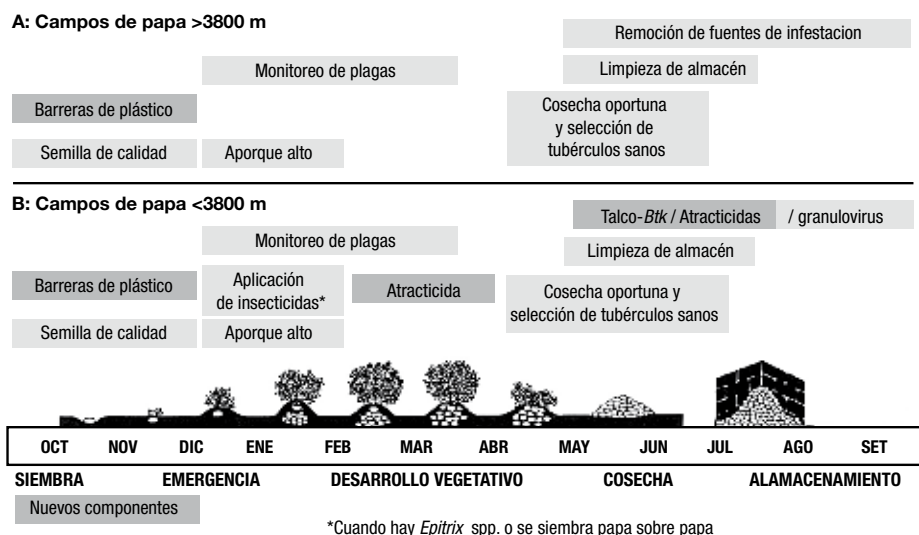
### Programa de capacitación y desarrollo de capacidades

Las tres innovaciones agrícolas se desarrollan a partir de los pilares principales de un nuevo programa de MIP de la papa (figura 13.1) (Kroschel *et al.* 2011).

Su introducción y difusión en regiones piloto de los departamentos de Junín y Huancavelica se inició en la campaña 2010-2011. El programa de MIP se basa en un profundo conocimiento del agroecosistema de la papa, las interacciones entre las plagas y sus enemigos naturales, y la diversidad y estructura del paisaje agrícola. Tiene como objetivo principal brindar soluciones prácticas, económicas y ecológicas al manejo de plagas para agricultores de escasos recursos, así como apoyar la rehabilitación de un agroecosistema debilitado por el uso excesivo de insecticidas por décadas.

Las innovaciones se integran con las mejores prácticas culturales de cultivo de la papa mediante el uso de semilla de alta calidad y libre de plagas, la rotación debida de cultivos, las fechas óptimas de siembra y cosecha y las mejores prácticas de aporque. Se capacita al personal de extensión agrícola y a los agricultores por medio de un programa formal y un manual de desarrollo de capacidades que incluye también consideraciones económicas y que los agricultores aprendan a hacer su propio cálculo de costo y beneficio para tomar las decisiones correctas (Fotos 3) (Kroschel *et al.* 2011).

**Figura 13.1. Prácticas más importantes de MIP para sistemas de cultivo de papa en las zonas altoandinas del Perú (Kroschel *et al.* 2011). Las innovaciones tecnológicas se insertan en las mejores prácticas culturales.**



\*Puede ser necesario efectuar una aplicación de insecticida para controlar la pulgilla saltona (*Epitrix* spp.) en lugares específicos o cuando los agricultores siembran papa sobre papa.



Fotos 3. Capacitación y difusión de MIP en los departamentos de Junín y Huancavelica.  
Fotografía: Centro Internacional de la Papa.

## Generación de nuevas oportunidades comerciales

El plástico es un material común utilizado en la agricultura y para otros fines, que se consigue fácilmente en la zona andina en diversas calidades y tamaños. Inicialmente, se pensó que los agricultores o los grupos de agricultores podían preparar e instalar las barreras de plástico del tamaño adecuado (0,40 m de ancho, de los cuales 0,10 m están enterrados en el suelo) de un rollo de plástico de 3 m de ancho disponible en el mercado local. Sin embargo, la complicación que significaba para los agricultores preparar las tiras de 40 cm de ancho así como variabilidad de la calidad del plástico, demostraron ser un obstáculo de importancia para la adopción de esta tecnología.

Por esta razón se comenzó a crear conciencia en el sector privado acerca de las nuevas oportunidades comerciales y a introducir y poner a disposición el plástico de un tamaño adecuado (40 cm de ancho) y de buena calidad (resistente a rayos UV con una duración no menor de dos a tres años). En el 2011, la empresa JAI PLAST de Lima comenzó a producir el material, que ahora se está vendiendo por medio un minorista local (Multiservicios & Inversiones Greece SAC) de Huancayo a agricultores y organizaciones (Foto 2A). Esto fue un paso importante para que la innovación llegara a los agricultores y se les vinculara con el mercado correspondiente para obtener el insumo.

Antes de que se pueda poner en práctica el sistema de atraccidas, se debe cumplir con varios requisitos, entre ellos el registro del producto de conformidad con la normativa nacional. Actualmente, los dos productos,

AdiosMacho-*Po* y AdiosMacho-*St* se encuentran en trámite de registro ante SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Ministerio de Agricultura, Perú). Las pruebas de eficacia para efectos de registro han concluido tanto en condiciones de campo como de almacén y el expediente registral debe presentarse en el año 2013. Los productos también deben producirse y comercializarse y se debe continuar con su registro en otros países de interés y uso potenciales.

El producto talco-*Btk* que utiliza la formulación desarrollada por el CIP se produce actualmente y es vendido a los agricultores por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria (INIA, Huancayo, Perú) y una asociación de agricultores, Empresa Comunal de Servicios Agropecuarios San Miguel de Collahuasi (ECSASMICO) en colaboración con el SENASA en el departamento de Ancash. También se planea registrar y comercializar este producto de control biológico con el sector privado del Perú, de modo que pueda tener una mayor distribución y uso por parte de los agricultores.

## **Comenzando a pequeña escala y ampliando gradualmente**

### **Beneficiarios directos iniciales**

La tecnología de fácil utilización de barreras de plástico ha contribuido de manera fundamental a obtener el certificado de producción orgánica de papa nativa en el departamento de Huancavelica y su uso ha reducido los daños totales a los tubérculos por el gorgojo de >80% a cerca de 5%. Los beneficiarios directos en la campaña agrícola del 2011-2012 fueron 124 pequeños agricultores de diversas comunidades de las provincias de Taya-caja y Castrovirreyna (cuadro 13.2).

Estos agricultores están organizados en la asociación AGROPIA, con sedes en Pazos y Huaribamba, que produce papa nativa con certificación orgánica (de pulpa de colores). Las papas que producen se procesan para obtener hojuelas de papa azul y roja para los mercados internacionales de Francia y Bélgica, con el apoyo de las ONG, CEDINCO y VSF-CICDA (Foto 4). Asimismo, en las comunidades de Mariscal Cáceres en Conayca y Chilhuapampa en Palca, ambas en el departamento de Huancavelica, hay un grupo de 20 familias productoras de papa nativa con certificación orgánica organizadas en la asociación ALLPARURUCHIQ que reciben apoyo de Cáritas. Estas papas se destinan al mercado nacional, pero también poseen la certificación orgánica para Europa y Estados Unidos.

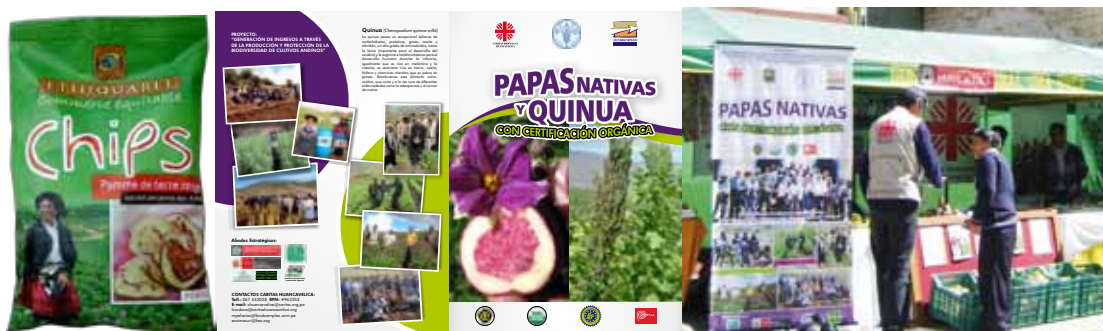
Estas comunidades sirven como unidades piloto dentro de un proyecto mayor administrado por Cáritas en 36 comunidades. Cerca de 800 familias de agricultores están registradas como beneficiarios potenciales y reciben ya capacitación en MIP y en el uso de las tecnologías innovadoras desarrolladas por el CIP.

En la campaña agrícola 2011-2012, después de la introducción del nuevo programa de MIP al personal de extensión de diversas instituciones

nacionales, ONG y agricultores en 10 comunidades, se vendieron 4200 kg de plástico de alta calidad y del tamaño adecuado (1 kg = 10,50 m x 0,40 m) a agricultores y organizaciones. Los 124 productores orgánicos utilizaron 2491 kg en un área de 13 ha. La diferencia de plástico fue utilizada por unos 70-80 agricultores convencionales de diversas comunidades en un área de 9 ha aproximadamente.

Para el control en almacén en la misma campaña agrícola, se produjeron 1080 kg de talco-*Btk* y se beneficiaron aproximadamente 500 agricultores.

En el mercado local, las papas nativas producidas convencionalmente tienen bajos precios de mercado y retorno para los agricultores (\$0,15–0,20/kg). Con el apoyo de las nuevas tecnologías de MIP para lograr la certificación orgánica y valor agregado mediante el procesamiento de papas nativas de color en hojuelas de papa, los agricultores y las asociaciones agrícolas tienen acceso a nuevos mercados nacionales e internacionales para comercializar su papa nativa con altos retornos (\$1,10/kg).



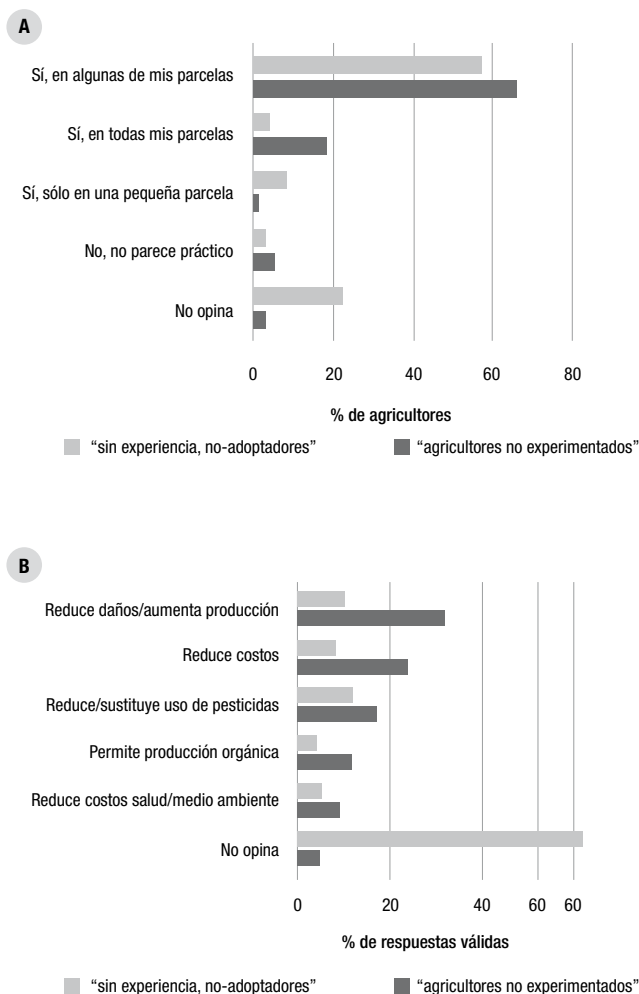
Fotos 4. Las ONG, CEDINCO/VSF-CICDA y Cáritas promueven la producción sostenible de papa con certificación orgánica utilizando las tecnologías de MIP del CIP para generar ingresos y empleo en el departamento de Huancavelica. Fotografía: Centro Internacional de la Papa.

## Monitoreando el proceso de adopción

El primer monitoreo del proceso de adopción de barreras de plástico en seis comunidades de los departamentos de Junín y Huancavelica mostró resultados favorables en cuanto a la disposición de los agricultores de adoptar esta tecnología en la próxima temporada de siembra y su percepción de los beneficios de las barreras de plástico (figura 13.2 A, B).



**Figura 13.2. Percepción de los agricultores de la adopción (A) y beneficios (B) de las barreras de plástico para el control del gorgojo de los Andes.**



**Nota:** Agricultores experimentados se refiere a 52 productores de papa no orgánica y 25 de papa orgánica (n: experimentados=77 agricultores/148 respuestas; no experimentados=158 agricultores/186 respuestas).

**Fuente:** Encuesta de hogares del CIP 2012, información no publicada.

Un gran porcentaje de los agricultores “experimentados”, es decir, los que ya utilizan barreras de plástico en sus parcelas o han usado esta tecnología en tierras comunales, indican que planean instalar las barreras en todas o por lo menos en algunas de sus parcelas en la próxima temporada (18% + 66%, respectivamente). El grupo de agricultores experimentados también tuvo buenas experiencias con las barreras de plástico para reducir daños y costos.

## **Ampliando los alcances a beneficiarios potenciales dentro y fuera de la región andina**

En los Andes, la papa se cultiva en aproximadamente 640 000 ha (275 000 de estas en el Perú), con una producción anual estimada de 7,8 millones de toneladas. Más del 70% de la producción tiene lugar en las zonas altoandinas del Perú, entre 3000 y 4200 msnm, donde la papa constituye el principal cultivo alimentario y comercial de los pequeños agricultores y sus familias (cuadro 13.2).

Se calcula que más del 50% de esta área de producción está afectada por polillas de la papa y >90% por el gorgojo de los Andes. En zonas por debajo de los 3000 msnm, las polillas de la papa afectan la producción con daños aún mayores en los almacenes de papa. Potencialmente, más del 80% de los hogares productores de papa podrían beneficiarse de las innovaciones desarrolladas. Asimismo, las innovaciones permitirían proteger la papa en otros países de la región andina, desde Venezuela hasta Bolivia.

En coordinación con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador, PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) de Bolivia, programas nacionales y ONG en el Perú, en los departamentos de Puno, Ayacucho, Huancaavelica, Junín y Cajamarca, la evaluación de las barreras de plástico para controlar otras especies del gorgojo de los Andes arrojó resultados satisfactorios.

Además, las innovaciones también tienen repercusiones mundiales, ya que la polilla de la papa, *P. operculella*, se encuentra en >90 países de todo el mundo, donde los atracticidas y el talco-*Btk* podrían emplearse. Existe evidencia sólida de que debido al cambio climático y los aumentos de la temperatura, el potencial de daños por *P. operculella* no solo aumentará en todas las regiones donde ya impera, sino que también invadirá nuevas regiones templadas y tropicales de producción de papa de montaña como la región andina (Kroschel *et al.* 2013).

**Cuadro 13.2. Impactos actuales y potenciales de las innovaciones agrícolas en MIP en la producción de papa.**

Innovación	Plaga por controlar	Eficacia en campo
Barreras de plástico	Sistemas de producción de papa orgánica: 124 hogares individuales de agricultores (aprox. 13 ha) y 20 hogares de agricultores en asociación (aprox. 5 ha).	>800 hogares de agricultores son beneficiarios directos potenciales en comunidades de Huancavelica, Perú.
	Sistemas de producción convencional de papa: 70-80 hogares de agricultores (aprox. 9 ha).	>170 000 ha afectadas por el gorgojo de los Andes en el Perú. Aplicable también en la región andina desde Venezuela hasta Bolivia.
	Generación de nuevos negocios para la industria del plástico y los minoristas de productos agrícolas.	
Atracticidas	El producto se está registrando en el Perú.	Aproximadamente 105 000 ha afectadas por la polilla de la papa en el Perú, que se presenta a nivel mundial en >90 países. La protección de los tubérculos en condiciones de almacenamiento es especialmente importante porque las familias de agricultores usan los tubérculos para consumo y semilla.
Talco-Btk	500 agricultores (>1000 kg de producto utilizados).	
Generación de nuevos negocios para la producción y comercialización del producto.		

## Conclusiones y lecciones aprendidas

La nueva tecnología de barreras de plástico es el único método ecológico que controla eficazmente las infestaciones por el gorgojo de los Andes y reduce los daños hasta en un 100% sin usar insecticidas. Esta tecnología reduce, asimismo, los costos de producción y conlleva mayores beneficios para los agricultores y el ambiente. A excepción de los insecticidas, no existe ningún otro método que pueda reducir las infestaciones y los daños significativamente en el corto plazo.

Las nuevas tecnologías fueron apreciadas por los técnicos de extensión agrícola y los agricultores, pero el interés en el MIP varía entre una comunidad y otra y con frecuencia depende de una buena organización interna de las comunidades. Para ello se requieren ensayos de demostración en las comunidades, con el fin de que los grupos de agricultores puedan experimentar juntos y ganar confianza en las nuevas tecnologías. Los principales factores limitantes y restricciones para implementar el MIP en el Perú son la inexistencia de servicios gubernamentales de extensión y la enorme competencia de los productos agroquímicos a los que los agricultores tienen fácil acceso por medio de una poderosa red de vendedores de plaguicidas.

Las tecnologías de barreras de plástico y del talco-*Btk* han sido aceptadas por agricultores convencionales de papa y productores de papa nativa orgánica con el apoyo de ONG. El plástico y los productos biológicos con base en *B. thuringiensis* se consiguen ya en los mercados nacionales, por lo que estas tecnologías se introdujeron y difundieron mejor que la de atráctidas, que debe cumplir con ciertas normativas antes de ponerla en práctica.

## Literatura consultada

Alcázar J; Kroschel, J. 2009. Plastic barriers control Andean potato weevils (*Premnotrypes spp.*): Large-scale testing of efficacy, economic and ecological evaluation and farmers' perception. In: 15th Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRC). Lima, PE. 3-8 p.

Cañedo, V; Sporleder, M; Mamani, D; Kroschel, J. 2006. Evaluación de la formulación de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* y talco para el control de las polillas de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Lepidoptera: Gelechiidae) en almacén. Lima, PE. XLVIII Convención Nacional de Entomología. 108 p.

Kroschel, J; Alcázar, J; Pomar, P. 2009. Potential of plastic barriers to control Andean potato weevil *Premnotrypes suturicallus* Kuschel. Crop Protection 28: 466-476.

\_\_\_\_\_; Zegarra, O. 2010. Attract-and-kill: A new strategy for the management of the potato tuber moths *Phthorimaea operculella* (Zeller) and *Symmetrischema tangolias* (Gyen) in potato — Laboratory experiments towards optimizing pheromone and insecticide concentration. Pest Management Science 66: 490-496.

\_\_\_\_\_; Cañedo, V; Alcázar, J; Miethbauer T. 2011. Manejo de plagas de la papa en la región andina del Perú, Guía de capacitación. International Potato Center (CIP), Lima. 85 p.

\_\_\_\_\_; Zegarra, O. 2013. Attract-and-kill: A new strategy for the management of the potato tuber moths *Phthorimaea operculella* (Zeller) and *Symmetrischema tangolias* (Gyen) in potato - Evaluation of its efficacy under potato field and storage conditions. Pest Management Science (in press).

\_\_\_\_\_; Mujica, N; Alcázar, J; Cañedo, V; Zegarra, O. 2012. Developing integrated pest management for potato: Experiences and lessons from two distinct potato production systems of Peru. In: Sustainable Potato Production: Global Case Studies. Londres, Springer. 419-450 p.



\_\_\_\_\_; Sporleder, M; Tonnang, HEZ; Juarez, H; Carhuapoma, P; González, JC; Simón, R. 2013. Predicting climate-change-caused changes in global temperature on potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) distribution and abundance using phenology modeling and GIS mapping. *Agriculture and Forest Meteorology* 170: 228-241.

Orozco, FA; Cole, DC; Forbes, G; Kroschel, J; Wanigaratne, S; Arica, D. 2009. Monitoring adherence to the International Code of Conduct – highly hazardous pesticides in central Andean agriculture and farmers' rights to health. *International Occupational and Environmental Health* 15(3): 255-268.

Ortiz, O; Alcázar, J; Catalán, W; Villano, W; Cerna, V; Fano, H; Walker, T. 1996. Economic Impact of IPM Practices on the Andean Potato Weevil in Peru. In: *Case Studies of the Economic Impact of CIP-Related Technologies*. International Potato Center (CIP), Lima. 157 p.

Rios, A; Kroschel, J. 2011. Evaluation and implications of Andean potato weevil infestation sources for its management in the Andean region. *Applied Entomology* 135: 738-748.