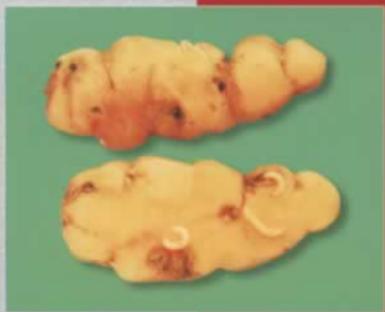


# Producción de oca (*Oxalis tuberosa*) papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*)



## Desarrollo de estrategias de manejo de plagas y enfermedades



**PRODUCCIÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa*),  
PAPALISA (*Ullucus tuberosus*) E ISAÑO (*Tropaeolum tuberosum*):  
Desarrollo de estrategias de manejo de plagas y enfermedades**

Autores: Pablo Condori  
Juan Almanza  
Rhimer Gonzales  
Willman García

Edición técnica: Ximena Cadima  
Oscar Barea  
Janett Ramos

Documento de trabajo No. 21

**Fundación PROINPA**  
**Programa Colaborativo de Manejo, Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y**  
**Tubérculos Andinos (PBRTA)**  
**Proyecto PAPA ANDINA**

Cochabamba – Bolivia  
2003



P. Condori, J. Almanza, R. Gonzales, W. García

Edición técnica: X. Cadima, O. Barea, J. Ramos

PRODUCCIÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa*), PAPALISA (*Ullucus tuberosus*) E ISAÑO (*Tropaeolum tuberosum*): Desarrollo de estrategias de manejo de plagas y enfermedades.

Área Temática RRRG (Recursos Genéticos)- Fundación PROINPA.

Cochabamba, Bolivia. 2003.

55 páginas.



## **SOBRE ESTE DOCUMENTO**

La región andina es cuna de un gran número de cultivos alimenticios que fueron domesticados por pueblos autóctonos hace miles de años, inclusive mucho antes de la expansión de la civilización Inca. Con el transcurso del tiempo, algunos de estos cultivos han adquirido importancia global, como la papa. La mayoría, sin embargo, son poco conocidos internacionalmente y aun en los mismos países andinos. Entre estos cultivos destacan frutales y granos y particularmente nueve especies de “raíces y tubérculos andinos” (RTAs), cada una perteneciente a una familia botánica distinta. Estas especies son: la achira (*Canna edulis*), la ahípa (*Pachyrhizus ahípa*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), la maca (*Lepidium meyenii*), el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), la mashua o isaño (*Tropaeolum tuberosum*), la mauka (*Mirabilis expansa*), la oca (*Oxalis tuberosa*) y el ulluco o papalisa (*Ullucus tuberosus*).

Todas ellas son usadas por los pobladores andinos rurales en su alimentación y forman parte de su cultura, y son especialmente importantes para la subsistencia de los agricultores más pobres. Durante una década, desde 1993 hasta 2003, la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) ha venido apoyando diferentes esfuerzos para rescatar y promover las RTAs a través de un Programa Colaborativo que ha involucrado a numerosas instituciones en diversos países. Enfocado inicialmente en la conservación de los recursos genéticos de las RTAs, el programa puso un creciente énfasis en la diversificación de los usos de estos cultivos y en la forma cómo los agricultores de zonas marginales se pueden vincular a nuevos mercados. Para los participantes constituyó un desafío especial enlazar las necesidades de conservación de la biodiversidad en los campos de los agricultores y en bancos de germoplasma, con una perspectiva de desarrollo rural que permita abrir nuevas oportunidades de mercado y generar un valor agregado a estas especies en las zonas rurales de los Andes.

El Programa Colaborativo ha permitido realizar una serie de investigaciones novedosas y de relevancia para una conservación más eficiente de la biodiversidad de las RTAs y para su mayor uso y competitividad frente a otros cultivos. Estas investigaciones han sido dadas a conocer en informes anuales y artículos en revistas científicas y técnicas que se han ido publicando de acuerdo a los avances del Programa. Sin embargo, en su fase final el Programa ha hecho un esfuerzo especial para sistematizar los resultados de diversas áreas temáticas.

El presente documento de trabajo forma parte de una serie de publicaciones que sintetizan 11 años de investigación que incluye monografías, manuales, catálogos de germoplasma y bases de datos desarrollados por investigadores de las diversas instituciones que formaron parte del Programa Colaborativo durante este período.



## PREFACIO

El presente documento es el segundo de un total de tres y contiene resultados de investigaciones efectuadas por la Fundación PROINPA entre 1993 y 2002 en el marco del Programa Colaborativo de Manejo, Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (PBRTA) (CIP-COSUDE), con el Subproyecto "Identificación e Investigación de Factores Limitantes de Producción de Tubérculos Andinos", entre 1993-1997 y el "Proyecto Integral Candelaria" (PIC) con vigencia desde el año 1998 al presente; y al mismo tiempo responde a la necesidad de poner a disposición la información generada a otras entidades de investigación y desarrollo agrícola en Bolivia y de otros países de la zona Andina.

En el primer documento se considera la importancia de los cultivos de oca, papalisa e isaño a nivel nacional, zonas productoras y su descripción agroecológica, así como el marco general de producción y limitantes de estos cultivos. En el segundo que es el presente documento, se describen las plagas y enfermedades priorizados en los cultivos de oca y papalisa, y se desarrollan resultados de estrategias de manejo de estas limitantes bióticas, accesibles y compatibles con los sistemas tradicionales de producción. En el tercero, se desarrollan temas agronómicos como semilla, fertilización, post cosecha y agrofisiología.

No obstante de estas investigaciones, es importante continuar investigando, capacitando y difundiendo experiencias en el manejo del cultivo y control de plagas y enfermedades, a agricultores de otras zonas productoras de oca y papalisa, a través de diferentes metodologías participativas.

Esperamos que este documento sea útil para propósitos de aplicación o adecuación de los resultados y/o para la planificación de otras investigaciones, particularmente donde los tubérculos andinos resultan importantes para la economía agrícola local. Cada tecnología generada deberá partir del establecimiento de demandas y prioridades con organizaciones de agricultores e instituciones locales en las diferentes zonas productoras, y a la vez formar parte de una estrategia integral que apoye aparte de la producción, a la comercialización, procesamiento y consumo de los tubérculos andinos y por ende a la conservación *in situ* de su diversidad y desarrollo de las zonas productoras.

Dr. Antonio Gandarillas A.  
Gerente General  
Fundación PROINPA

Dr. André Devaux  
Coordinador Regional  
Proyecto PAPA ANDINA

## **RECONOCIMIENTOS**

Las investigaciones que sustentan el presente documento fueron posibles gracias al aporte técnico, económico, planificación y logística de la Fundación PROINPA y el Programa Colaborativo de Manejo de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (CONDESAN-CIP-COSUDE); y su elaboración y publicación al Proyecto Papa Andina (CIP-COSUDE) y al Programa Colaborativo de Manejo de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (CONDESAN-CIP-COSUDE).

Se reconoce ampliamente la compilación, edición técnica y el apoyo en el proceso de producción para la publicación del presente documento a la Ing. Janett Ramos, y a los ingenieros Ximena Cadima y Oscar Barea que han dedicado su valioso tiempo y experiencia para la revisión del mismo.

Agradecemos a los Doctores Enrique Fernández – Northcote, Javier Franco, y a la Ing. Rayne Calderón, por su respectivo asesoramiento en los trabajos de Fitopatología, Nematología y Entomología durante la ejecución de las investigaciones en los tubérculos de oca, papalisa e isaño.

**Los autores**

## RESUMEN

Bolivia se encuentra en la Región Andina, uno de los grandes centros de origen y de domesticación de los tubérculos de oca (*Oxalis tuberosa*), papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*), las razones para promover la producción, conservación y uso de estos tubérculos se basa en fundamentos nutricionales, ecológicos y económicos, que a través de los años continuamente han contribuido a la seguridad alimentaria de las diferentes zonas productoras.

Sin embargo, a pesar de la importancia socioeconómica de estos cultivos hasta el inicio de actividades del Programa Colaborativo de Manejo, Conservación y Uso de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (PBRTA) que fue el año 1993, la información disponible sobre producción, zonas productoras, así como el conocimiento y mejoramiento de limitantes y condiciones de producción, era deficiente o inexistente.

Bajo estos antecedentes, primero se decidió localizar las actividades del PBRTA en el departamento de Cochabamba debido a su importancia nacional en cuanto a la diversidad y producción de oca, papalisa, isaño y de otros tubérculos y raíces andinas, como arracacha, achira y yacón.

Las investigaciones iniciales a través de diagnósticos multidisciplinarios, permitieron identificar a Colomi – Sapanani (Prov. Chapare), Lope Mendoza-Totora (Prov. Carrasco) y Morochata-Independencia (Prov. Ayopaya), como las principales zonas de producción y diversidad de los tubérculos de oca, papalisa e isaño en Cochabamba. En estas zonas, la baja comercialización debido a la demanda restringida y los bajos precios, se identificaron como las mayores limitantes de producción y conservación de estos tubérculos. También se identificaron factores reductores de rendimiento como la mala calidad de la semilla e incidencia de plagas y enfermedades y otros factores que afectan la producción de la oca, papalisa e isaño, como las heladas, degradación y erosión de los suelos, excesivas precipitaciones y sequías.

Estas limitantes de producción fueron priorizadas para iniciar investigaciones que superen las mismas en las diferentes zonas productoras, sin embargo, adicionalmente al mejoramiento de la calidad de la semilla también se investigaron otros aspectos agronómicos como la fertilización, post cosecha y estudios agrofisiológicos.

El mejoramiento de la calidad de la semilla de oca y papalisa con la aplicación de la técnica de “selección positiva”, determinó incrementos en sus rendimientos, además se identificaron los virus más importantes que favorecen la degeneración de estos cultivos. Por otro lado, al presente se disponen de estrategias de control de las principales enfermedades de la papalisa como la roya (*Aecidium ulluci*), el mukuru (*Fusarium* sp.) y la q'aracha o rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*); en el cultivo de oca las estrategias de control disponibles son para el gusano de la oca (*Systema* sp.), sin embargo, en este cultivo también se determinaron pérdidas de rendimiento que ocasiona el nematodo *Thecavermiculatus* sp. Asimismo, se identificó material resistente y/o tolerante en los cultivos de oca y papalisa al nematodo *Nacobbus aberrans*, para que puedan ser utilizados dentro los sistemas de producción andinos donde la papa es el principal hospedante de este nematodo.

Los estudios agronómicos destacaron la importancia de la fertilización mineral y orgánica de acuerdo a que condiciones de suelo se trate. También la información es extensa y valiosa entorno a lo que es la post cosecha, se describen principales formas de almacenamiento de oca, papalisa e isaño, y niveles de pérdidas fisiológicas y por plagas y enfermedades en las formas más comunes de almacenamiento, se determinaron efectos de las diferencias de luz durante el período de almacenamiento sobre la calidad de los tubérculos-semillas de oca, papalisa e isaño y proporcionan implementaciones en la infraestructura de los almacenes familiares, para prolongar el tiempo de almacenamiento de la oca y papalisa e incluso papa, con el fin de comercializarlos en períodos donde el agricultor obtenga mayores ganancias.

Este trabajo es uno de los pasos para potencializar a los tubérculos de oca, papalisa e isaño en los sistemas de producción andinos debido a su importancia alimenticia y económica para los agricultores. La estrategia es mejorar la interrelación entre la conservación, producción, transformación y comercialización de los tubérculos andinos, de tal manera que se mantenga su biodiversidad, se mejore la fragilidad ecológica de los sistemas de producción andinos y al mismo tiempo se contribuya al desarrollo de las zonas productoras.

## CONTENIDO

SOBRE ESTE DOCUMENTO.....	v
PREFACIO .....	vii
RECONOCIMIENTOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
CONTENIDO .....	xi
CUADROS .....	xii
FIGURAS .....	xiii
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xv
 <b>SEGUNDA PARTE</b> .....	 17
 <b>DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS CULTIVOS DE OCA, PAPALISA E ISAÑO</b> .....	 19
 INTRODUCCIÓN.....	 19
2.1. CULTIVO DE LA OCA.....	19
2.1.1. Gusano de la oca .....	19
2.1.1.1. Distribución .....	20
2.1.1.2. Daños .....	20
2.1.1.3. Biología y fluctuación poblacional.....	21
2.1.1.4. Control .....	24
2.1.1.4.1. Control con insecticidas naturales y químicos.....	25
2.1.1.4.2. Búsqueda de fuentes de resistencia para el control del gusano de la oca.....	27
2.2. CULTIVOS DE OCA E ISAÑO .....	30
2.2.1. El nematodo de la oca <i>Thecavermiculatus</i> sp. ....	30
2.2.1.1. Distribución .....	30
2.2.1.2. Morfología. ....	30
2.2.1.3. Pérdidas de rendimiento .....	30
2.3. CULTIVOS DE OCA Y PAPALISA.....	31
2.3.1. El nematodo <i>Nacobbus aberrans</i> .....	31
2.3.1.1. Control.....	31
2.3.1.1.1. Fuentes de resistencia al nematodo <i>Nacobbus aberrans</i> .....	31
2.3.2. Virus.....	32
2.3.2.1. Incidencia .....	32
2.3.2.2. Identificación .....	32
2.4. CULTIVO DE PAPALISA .....	33
2.4.1. La Roya de la papalisa .....	33
2.4.1.1. Daños.....	34
2.4.1.2. Diseminación.....	34
2.4.1.3. Estrategias de control .....	34
2.4.2. El mukuru de la papalisa .....	38
2.4.2.1. Daños.....	38
2.4.2.2. Diseminación .....	39
2.4.2.3. Pérdidas de rendimiento .....	39
2.4.2.4. Estrategias de control .....	39
2.4.3. La q'aracha o rhizoctoniasis de la papalisa.....	43
2.4.3.1. Distribución .....	43
2.4.3.2. Daños .....	43
2.4.3.3. Diseminación .....	43
2.4.3.4. Estrategias de control .....	44

BIBLIOGRAFÍA.....	53
-------------------	----

## CUADROS

Cuadro 1. Duración del ciclo biológico de <i>Systema</i> sp. en condiciones de laboratorio a 17.5°C y 60% de humedad relativa. ....	22
Cuadro 2. Insecticidas químicos y naturales aplicados en el cultivo de la oca para el control de <i>Systema</i> sp. en Piusilla- Morochata, en dos años consecutivos. 1995-96 y 1996-97. ....	25
Cuadro 3. Escala de daños en tubérculos, usada para evaluar el ataque de <i>Systema</i> sp. en la oca 1995-96. ....	27
Cuadro 4. Severidad de daño del gusano de la oca en variedades consideradas resistentes por agricultores de Colomi, Independencia y Laimetoro (Cochabamba). ....	29
Cuadro 5. Perdidas de rendimiento por <i>Thecavermiculatus</i> sp. en accesiones de oca e isaño del Banco de Germoplasma de Toralapa. Miska Mayu (Prov. Carrasco). 1994-95. ....	31
Cuadro 6. Evaluación del Banco de Germoplasma de oca y de variedades de agricultores al ataque de <i>N. aberrans</i> en Morochata. ....	31
Cuadro 7. Evaluación de la Colección TURKO de papalisa y oca, al ataque de <i>N. aberrans</i> (Toralapa, 1995 - 1996). ....	32
Cuadro 8. Incidencia de virus en porcentaje en tubérculos semilla de papalisa, procedentes de plantas con selección positiva y de plantas sin seleccionar, en tres zonas productoras. ....	33
Cuadro 9. Características de acción y dosis de tres fungicidas para el control de la roya de la papalisa. ....	34
Cuadro 10. Estrategias de control de la roya de la papalisa con tres fungicidas. 1994-95 y 1995-96. ....	35
Cuadro 11. Análisis económico de los mejores tratamientos de control en Machuwasi y Pampagrande, respecto a lo calculado con el rendimiento promedio de la zona de Laimetoro. 1994-95. ....	38
Cuadro 12. Estrategias, fungicidas y dosis utilizadas en el control del "mukuru" de la papalisa en tres campañas consecutivas. Sapanani, 1994-95 a 1996-97. ....	40
Cuadro 13. Escala de severidad de daño en las raíces de papalisa por efecto del hongo <i>Fusarium</i> sp. ....	40
Cuadro 14. Dosis y cantidad de los productos químicos utilizados en el control de la qaracha de la papalisa. ....	44
Cuadro 15. Presupuesto parcial de costos en parcelas con y sin control de la qaracha de la papalisa ( <i>Rhizoctonia</i> sp.) en la zona de Candelaria. ....	48
Cuadro 16. Análisis de presupuestos parciales de costos en parcelas con y sin control de la qaracha de la papalisa ( <i>Rhizoctonia</i> sp.) en la zona de Candelaria. ....	49
Cuadro 17. Análisis marginal de costos en parcelas con y sin control de la qaracha de la papalisa ( <i>Rhizoctonia</i> sp.) en la zona de Candelaria. ....	49

## FIGURAS

Figura 1. Agricultores de Morochata y Lope Mendoza- Totorá, que ya no cultivan oca a causa del gusano <i>Systema</i> sp. 1994-95. ....	20
Figura 2. a) Daño de larvas de <i>Systema</i> sp. en tubérculos de oca. b) Estado adulto del gusano de la oca <i>Systema</i> sp. ocasionando perforaciones en el follaje.....	23
Figura 3. Cantidades de oca sana y dañada por el gusano <i>Systema</i> sp. en cargas (1carga= 100kg), en 15 parcelas de agricultores de Morochata y Lope Mendoza. ....	21
Figura 4. Grado de conocimiento de la larva y adulto del gusano de la oca ( <i>Systema</i> sp.) por agricultores de Morochata y Lope Mendoza. ....	21
Figura 5. Ciclo de vida del gusano de la oca <i>Systema</i> sp. ....	23
Figura 6. Fluctuación poblacional de los estados de huevo, larva y adulto de <i>Systema</i> sp., durante el ciclo vegetativo del cultivo de oca en Piusilla-Morochata (Prov. Ayopaya). 1995-96. ....	24
Figura 7. Porcentaje de agricultores que controlaban al gusano de la oca ( <i>Systema</i> sp.) en campo y almacén, en Morochata y Lope Mendoza. 1994-95.....	25
Figura 8. Daño del gusano de la oca ( <i>Systema</i> sp.) en tubérculos, por efecto de los insecticidas Alstystin y Karate, y la aplicación de muña (extracto y hojas secas). Piusilla – Morochata, 1995-96 y 1996-97. ....	26
Figura 9. Rendimientos del cultivo de oca con aplicaciones de insecticidas químicos y naturales para controlar al gusano de la oca <i>Systema</i> sp. Piusilla –Morochata, 1996-97.....	26
Figura 10. Incidencia de daño de <i>Systema</i> sp. en 75 accesiones de oca del Banco de Germoplasma de Toralapa. Chururi, Morochata 1994-95.....	27
Figura 11. Severidad de daño del gusano de la oca ( <i>Systema</i> sp.) en tubérculos de 227 accesiones de oca del Banco de Germoplasma de Toralapa. Piusilla, Morochata ....	28
Figura 12. Severidad de daño del gusano ( <i>Systema</i> sp.) en accesiones del Banco de Germoplasma de oca. Piusilla, Morochata 1995-96.....	29
Figura 13. a) Soro conformado por un gran número de aecias del agente causal de la roya de la papalisa ( <i>Aecidium ulluci</i> Jorstad), b) Planta de papalisa presentando clorosis y deformación en las hojas como efecto de la enfermedad ....	45
Figura 14. Severidad de daño de la roya de la papalisa en los tubérculos, por efecto de cuatro estrategias de control químico en Machuwasi y Pampagrande (1994-95), y en Machuwasi y Qallpas (1995-96) (Laimetoro, Prov. Carrasco).....	36
Figura 15. Efecto de cuatro estrategias de control de la roya en el rendimiento de la papalisa en las comunidades de Machuwasi y Pampagrande (1994-95), y Machuwasi y Qallpas (1995-96) (Zona Laimetoro, Prov. Carrasco). ....	36
Figura 16. Estrategias de control químico de la roya de la papalisa. ....	37
Figura 17. Pudriciones en las raíces de la papalisa “mukuru de la papalisa” ocasionadas por el hongo <i>Fusarium</i> sp.....	45
Figura 18. Índices de daño del “mukuru” en las raíces de papalisa en las estrategias de control químico aplicados durante las siembras Mishka y Grande de la zona de Sapanani. 1994-95.....	41
Figura 19. Rendimientos en el cultivo de la papalisa en las estrategias de control químico del “mukuru” aplicados en las siembras Mishka y Grande de la zona de Sapanani. 1994-95. ....	41
Figura 20. Diferencias de rendimiento en el cultivo de papalisa por efecto de cinco estrategias de control químico del mukuru y la procedencia de la semilla. 1995-96. ....	42
Figura 21. Diferencias de rendimiento en el cultivo de papalisa por efecto de estrategias de control químico del mukuru y la procedencia de la semilla. 1996-97. ....	42
Figura 22. La q'aracha de la papalisa ( <i>Rhizoctonia solani</i> ) afectando la calidad de los tubérculos de este cultivo. ....	45

Figura 23. Incidencia de la rhizoctoniasis en los tubérculos de papalisa, según el número de aplicaciones de la estrategia de control químico y la práctica del agricultor.....	44
Figura 24. Rendimientos promedio de papalisa obtenidos con la estrategia de control propuesto y la estrategia del agricultor. ....	46
Figura 25. Rendimiento de papalisa en parcelas con y sin control de la rhizoctoniasis en las comunidades de Rodeo Alto, Chimpa Rancho y Segunda Candelaria (Candelaria, Prov. Chapare). ....	47
Figura 26. Incidencia de la rhizoctoniasis en tubérculos de papalisa en parcelas con y sin la estrategia de control de la enfermedad. ....	47
Figura 27. Incidencia de la rhizoctoniasis en tubérculos de papalisa a la cosecha en Rodeo Alto (Candelaria, Prov. Chapare).....	48

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Aynoka:** Es un territorio más o menos amplio y con una gestión colectiva, donde todos los comunarios realizan sus siembras en parcelas de la aynoka correspondiente y es donde se mantiene la propiedad individual. La rotación de cultivos es predeterminada, la cual se inicia con un cultivo de cabecera que es la papa. Cada comunario siembra de cuatro a seis parcelas por año (Esprella, 1993).

**Colección TURKO:** Es una colección de oca y papalisa que realizó la Universidad de TURKO de Finlandia en Bolivia entre 1982 a 1989 y que retornó al país en 1994 al Banco de Germoplasma.

**DAS ELISA:** Prueba de inmunoadsorción con conjugado enzimático, modalidad de emparejado de doble anticuerpo.

**Diagnóstico Rural Participativo (DRP):** El DRP consiste en el levantamiento de información a agricultores hombres y mujeres en base a entrevistas grupales, seguimiento a parcelas y encuestas representativas.

**Incidencia:** La incidencia es la presencia y la frecuencia de una plaga o patógeno en un tejido vivo o medio físico o área geográfica (muestra de suelo, parcela, comunidad, departamento, país, región).

**Selección positiva:** La selección positiva es una técnica que permite mejorar en corto plazo la calidad de la semilla, en consecuencia los rendimientos. Consiste en marcar las mejores plantas en base a su sanidad, buena constitución, vigor y características típicas de la variedad, y en utilizar la semilla de estas plantas marcadas para las próximas siembras, de esta manera se mantiene la calidad de las semillas y rendimientos por mayor tiempo.

**Severidad:** La severidad es la intensidad de daño, como consecuencia de la presencia de un organismo patógeno (insectos, hongos, etc.) que afecta la fisiología de un organismo vivo hospedante y se determina generalmente a través de la aplicación de una escala.

**Proyecto Integral Candelaria (PIC):** El PIC es asumido por tres instituciones: La Fundación PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos), el Programa de Alimentos y Productos Naturales (PAPN-UMSS) y el Proyecto de Mercadeo y Comercialización de los Tubérculos Andinos (PROMETAS-UMSS), y su base de actividades es en el microcentro de diversidad de Tubérculos y Raíces Andinas Candelaria (Colomi), el objetivo principal del PIC es emprender acciones que permitan procesos sostenibles de conservación *in situ*, producción, transformación, mercadeo, comercialización y consumo de los tubérculos andinos.



## **SEGUNDA PARTE**

### **DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS CULTIVOS DE OCA, PAPALISA E ISAÑO**



# DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS CULTIVOS DE OCA, PAPALISA E ISAÑO

## INTRODUCCIÓN

Diagnosticadas las principales plagas y enfermedades que limitan la producción de los cultivos de oca, papalisa e isaño, en las zonas representativas de las provincias Ayopaya, Chapare y Carrasco del departamento de Cochabamba<sup>1</sup>, se priorizaron estudios básicos y de manejo de las más importantes en cuanto a la intensidad de los daños e implicancias económicas, así como a la incidencia de las mismas en las zonas diagnosticadas. En el presente documento se desarrollan las investigaciones en aquellas plagas y/o enfermedades priorizadas.

### 2.1. CULTIVO DE LA OCA

De acuerdo al levantamiento de información efectuado en la campaña 1993-94 sobre la producción del cultivo de oca (*Oxalis tuberosa*) en diferentes comunidades de las provincias Chapare, Carrasco y Ayopaya, las plagas más observadas y mencionadas por los agricultores en orden de importancia fueron: el gusano de la oca (*Systema* sp.), Silvi (*Feltia* sp., *Agrotis* spp., *Copitarsia turbata*), laqatu (*Anomala* sp.), pulgilla o piqui-piqui (*Epitrix* spp.), gorgojo (*Premnotrypes* spp., *Microtrypes* spp.), polilla (*Phthorimaea operculella*), pulgón (*Macrosiphum euphorbiae*), gusano alambre (*Ludius* sp.) y challu (*Epicauta* spp.) (Condori *et al.*, 1994).

De todas estas plagas, se priorizó el estudio del gusano de la oca (*Systema* sp.), debido a su importancia económica y amplia distribución en las zonas productoras de tubérculos andinos en Cochabamba.

#### 2.1.1. Gusano de la oca

El “gusano de la oca” *Systema* sp. (Coleóptera: Chrysomelidae) es una plaga específica de la oca, la larva ataca y causa galerías en los tubérculos y los adultos dañan el follaje de forma significativa. Es la mayor limitante en la producción de oca en las zonas de Morochata (Prov. Ayopaya) y Lope Mendoza -Totorá (Prov. Carrasco). En 1994-95 se determinó que por los daños de este gusano, el 65% de los agricultores encuestados (en ambas zonas n= 60) ya no cultivaba oca y reemplazo este cultivo por otros como la papa, cebada, tarwi, etc. El 2% no lo cultivaba por tener poco terreno, sólo el 17% se mantenía cultivando oca, y el resto (16%) no respondió (Figura 1) (Condori *et al.*, 1995c). El gusano de la oca es conocido por los agricultores como “Ichu khuru”, “Seso khuru” y “Oca khuru”.

---

<sup>1</sup> Las principales plagas y enfermedades diagnosticadas en los cultivos de oca, papalisa e isaño en el departamento de Cochabamba, se encuentran en la primera parte del presente documento y que titula PRODUCCION DE OCA (*Oxalis tuberosa*), PAPALISA (*Ullucus tuberosus*) E ISAÑO (*Tropaeolum tuberosum*): Importancia, zonas productoras, manejo y limitantes.

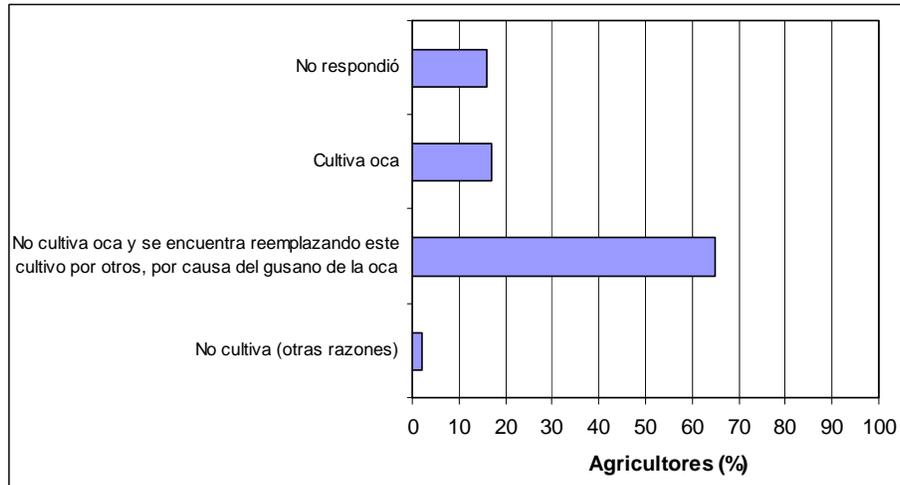


Figura 1. Agricultores de Morochata y Lope Mendoza- Titora, que ya no cultivan oca a causa del gusano *Systema* sp. 1994-95.

#### 2.1.1.1. Distribución

*Systema* sp. se encuentra distribuido en las principales zonas productoras de oca de Cochabamba, en el microcentro de Candelaria y Sapanani (Colomi y Sacaba, Provincia Chapare), en las comunidades de Malpaso, Mojón, Pila Pata y Miska Mayu (Lope Mendoza- Titora, Provincia Carrasco), y en las comunidades de Piusilla, San Isidro, Torreni, Buena Vista, Chururi y Pocanche (Morochata - Independencia, Provincia Ayopaya) (Condori *et al.*, 1994 y 1995; Gonzales y Terrazas, 2001).

#### 2.1.1.2. Daños

El daño principal de *Systema* sp. es causado en el tubérculo por el estadio larval. Las larvas desde el momento que salen de los huevos se alimentan de estolones, tubérculos en formación y formados. En los tubérculos forman galerías o túneles, dejándolos muchas veces totalmente perforados y llenos de excremento, incidiendo principalmente en su calidad (Figura 2) (Revollo, 1998).

Al momento de la cosecha, el daño inicial del gusano de la oca en los tubérculos puede variar de 10 a 70%, sin embargo, esta larva también puede causar la pérdida de toda la cosecha. Los porcentajes de daño en los tubérculos de oca a la cosecha en las zonas de Morochata y Lope Mendoza, alcanzaron de 31 a 90%, y en el follaje los daños fueron de 60% (Condori *et al.*, 1995c).

En Morochata y Lope Mendoza, se realizaron seguimientos a 15 parcelas de agricultores, y se observó a la cosecha en cinco casos oca dañada entre 40 y 50%, y en el resto de los casos esta cantidad no sobrepasó el 26% (Figura 3). En cuanto al destino de la oca agusanada, de 60 encuestas en ambas zonas, se estableció que el 67% de los agricultores lo utilizan como alimento para cerdos, el 26% lo deja en la parcela o ya no cosecha, y el 7% lo vota. Estas dos últimas prácticas que realiza el agricultor se identificaron como perjudiciales por generar focos de infestación, ya que el gusano completa su ciclo biológico en el suelo, por lo cual es recomendable quemar estos tubérculos infectados (Condori *et al.*, 1995c).

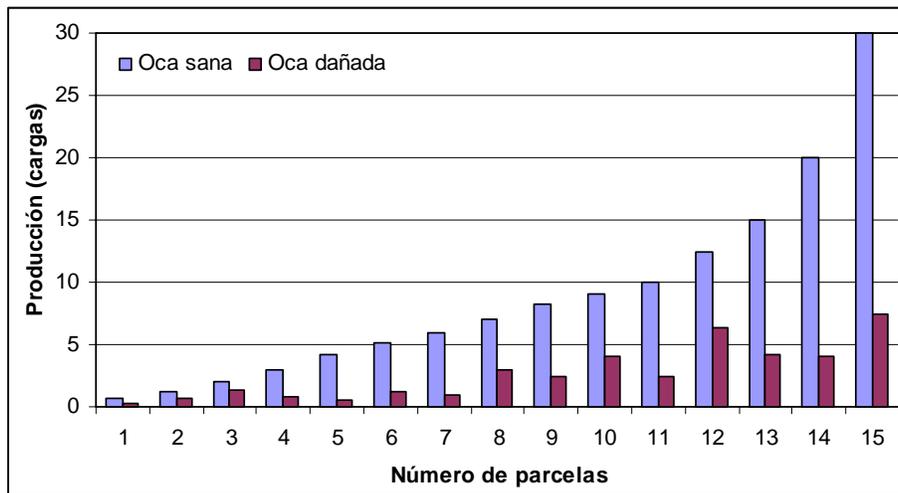
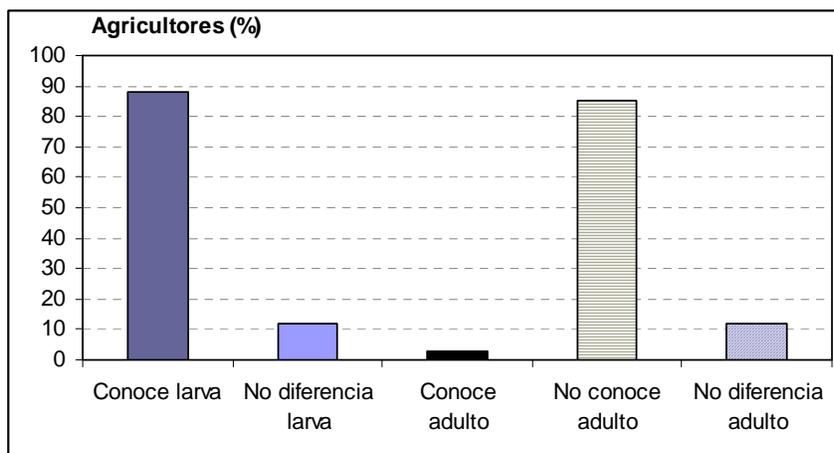


Figura 3. Cantidades de oca sana y dañada por el gusano *Systema* sp. en cargas (1 carga= 100 kg), en 15 parcelas de agricultores de Morochata y Lope Mendoza.

### 2.1.1.3. Biología y fluctuación poblacional

A través de la técnica del Diagnóstico Rural Participativo (DRP)<sup>2</sup> aplicado a 60 agricultores de las zonas de Morochata (Piusilla, Estrellani, Chururi y San Isidro) y Lope Mendoza (Mojón, Miska Mayu, Pila Pata), se estableció que el grado de conocimiento del agricultor sobre la larva y el adulto del gusano de la oca *Systema* sp. es limitado; sólo 3% de los agricultores mencionaron conocer al adulto, el 88% conocen la larva y lo han visto en el tubérculo en campo y almacén, y el 12% restante no diferenciaron la larva del adulto (Figura 4) (Revollo *et al.*, 1996).



<sup>2</sup> **Diagnóstico Rural Participativo (DRP):** El DRP consiste en el levantamiento de información a agricultores hombres y mujeres en base a entrevistas grupales, seguimiento a parcelas y encuestas representativas.

Figura 4. Grado de conocimiento de la larva y adulto del gusano de la oca (*Systema* sp.) por agricultores de Morochata y Lope Mendoza.

Los estados de desarrollo del gusano de la oca *Systema* sp. son: un estado de huevo, 4 estadíos larvales, un estado de prepupa y pupa y un estado de adulto. La duración del ciclo biológico en condiciones de laboratorio (17.5°C y 60% de humedad relativa) es 166 días como mínimo y 417 días como máximo. En promedio transcurre 245 días desde la oviposición del huevo hasta la muerte del adulto (Cuadro 1, Figura 5). *Systema* sp. llega a completar sólo una generación durante el desarrollo del cultivo de oca (Revollo, 1998).

Cuadro 1. Duración del ciclo biológico de *Systema* sp. en condiciones de laboratorio a 17.5°C y 60% de humedad relativa.

Estados de desarrollo	Duración (días)		
	Mínimo	Máximo	Promedio
Huevo (incubación)	14	67	32
Larva I.	22	32	27
Larva II.	14	20	17
Larva III:	40	58	49
Larva IV.	22	32	27
Prepupa	9	27	16
Pupa	11	44	26
Imago	11	25	17
Adulto	23	112	34
<b>TOTAL (huevo a adulto)</b>	<b>166</b>	<b>417</b>	<b>245</b>

Fuente: Revollo (1998).

Se observó que las poblaciones del gusano de la oca fueron variables durante el ciclo del cultivo, pudiendo disminuir o aumentar de acuerdo a factores como: el estado vegetativo del cultivo y la distribución y ocurrencia de las precipitaciones pluviales.

La fluctuación poblacional de *Systema* sp. fue monitoreada en un año en que las precipitaciones pluviales fueron intensas entre diciembre y enero, así la población capturada durante el ciclo de cultivo de la oca fue relativamente baja; hasta la emergencia de las plantas e incluso hasta el inicio de la fase de tuberización no se capturaron ninguno de los estados del insecto. La presencia de huevos (27.8%) y adultos (1.4%) se constató a partir de los 145 días después de la siembra, época que coincidió con el inicio de la tuberización y plena floración del cultivo en febrero. La presencia de larvas (0.3%) se inició en la plena floración y coincidió con la máxima población capturada de adultos (17.1%) en marzo.

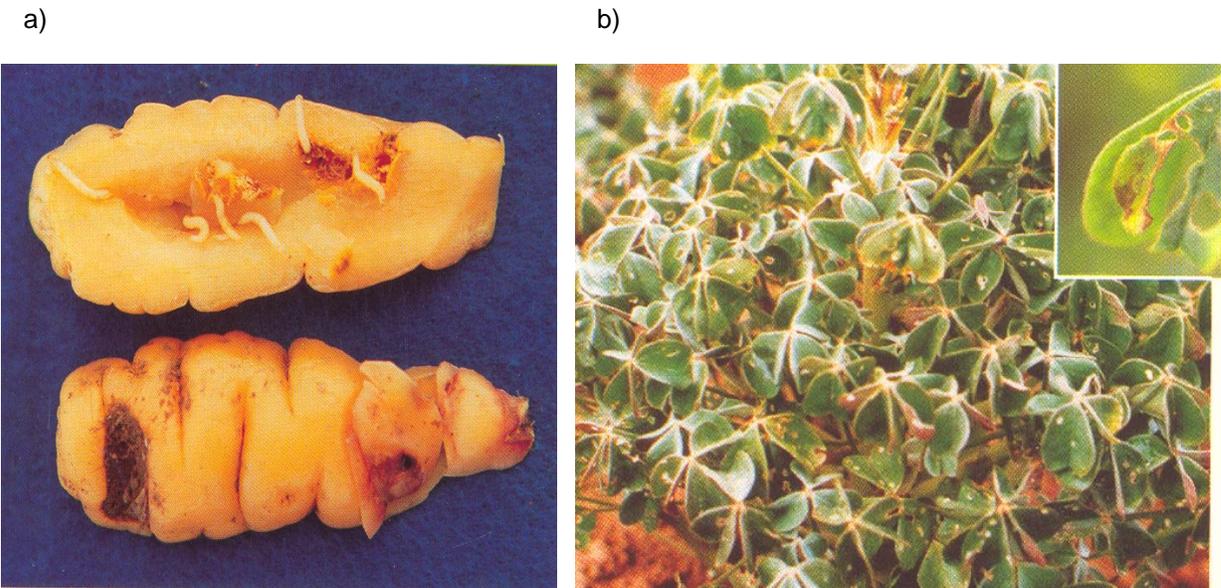


Figura 2. a) Daño de larvas de *Systema* sp. en tubérculos de oca. b) Estado adulto del gusano de la oca *Systema* sp. ocasionando perforaciones en el follaje.

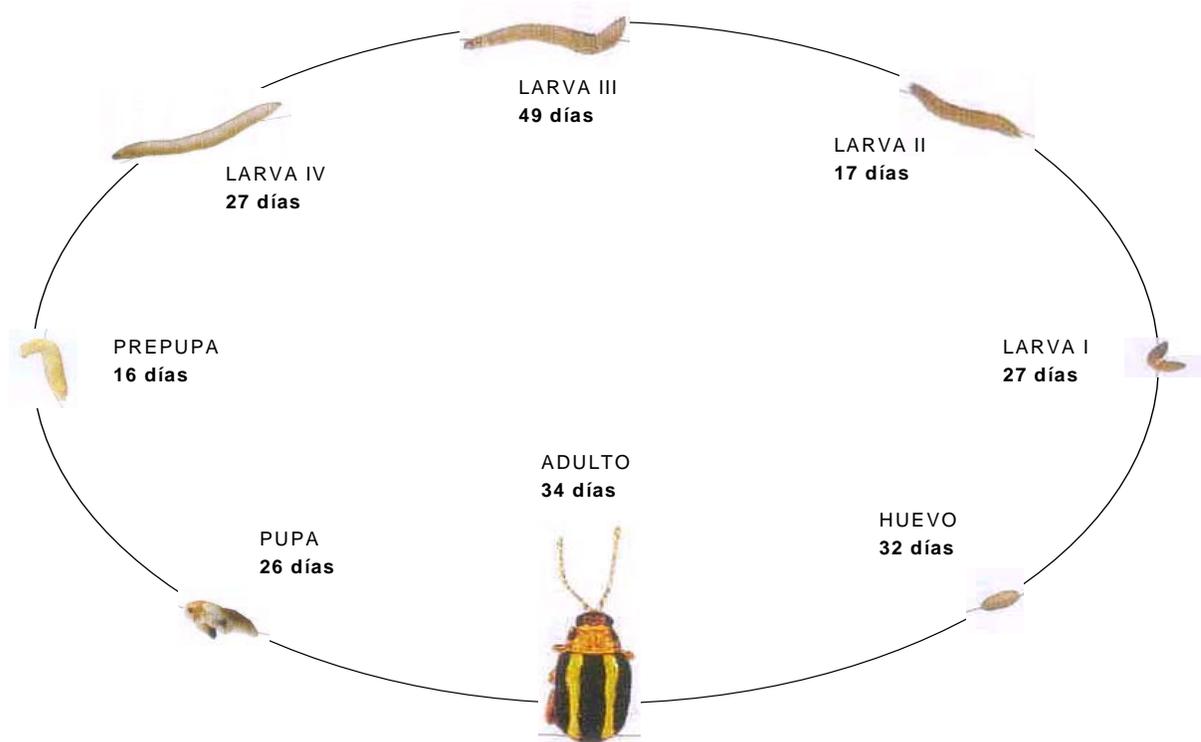


Figura 5. Ciclo de vida del gusano de la oca *Systema* sp.

La mayor población capturada de huevos (50%) y larvas (43%) coincidió con la madurez fisiológica del cultivo de oca en abril. La presencia de huevos, larvas y adultos se registró hasta mayo con porcentajes de 22.2%, 2.3 y 4.3%, respectivamente, para cada uno de los estadios, posteriormente fue la época de cosecha del cultivo (Figura 6) (Revollo, 1998).

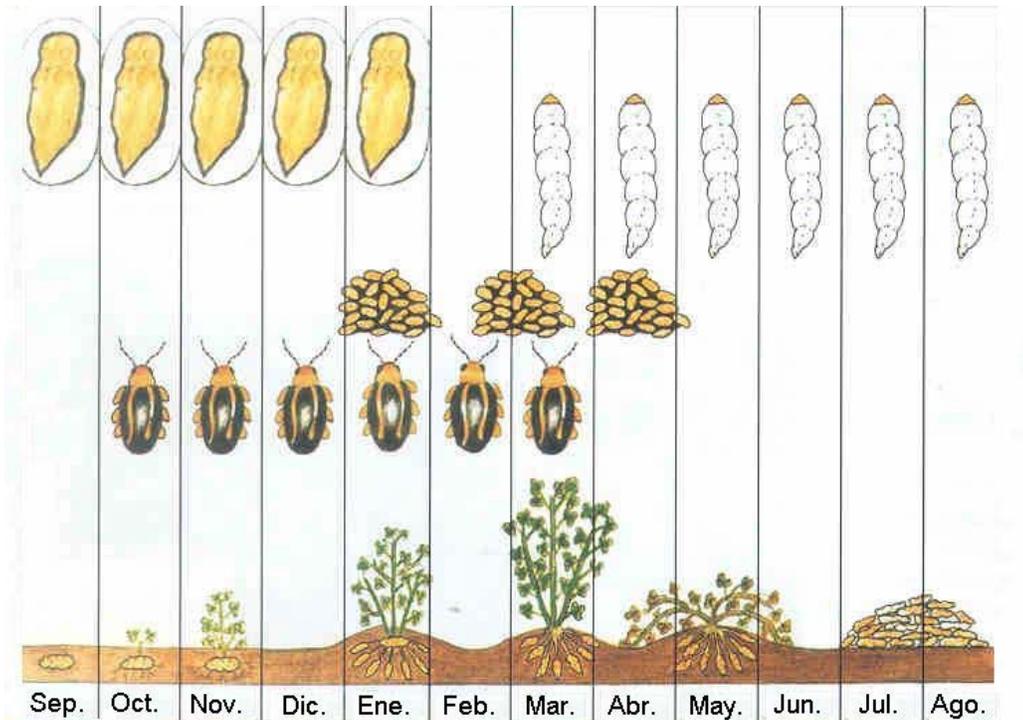


Figura 6. Fluctuación poblacional de los estados de huevo, larva y adulto de *Systema* sp., durante el ciclo vegetativo del cultivo de oca en Piusilla-Morochata (Prov. Ayopaya), 1995-96.

#### 2.1.1.4. Control

Dada la importancia económica del gusano de la oca en las zonas productoras, en 1995-96 se iniciaron investigaciones en estrategias de manejo integrado de la plaga a nivel de agricultor. El antecedente antes de iniciar actividades fue que los agricultores en general, no practicaban ningún tipo control del gusano a más de cosechar anticipadamente los tubérculos y que para controlar la plaga sólo un pequeño porcentaje de agricultores de forma aislada utilizaba productos químicos en campo y almacén (ej. Lope Mendoza) (Figura 7) (Condori *et al.*, 1995c).

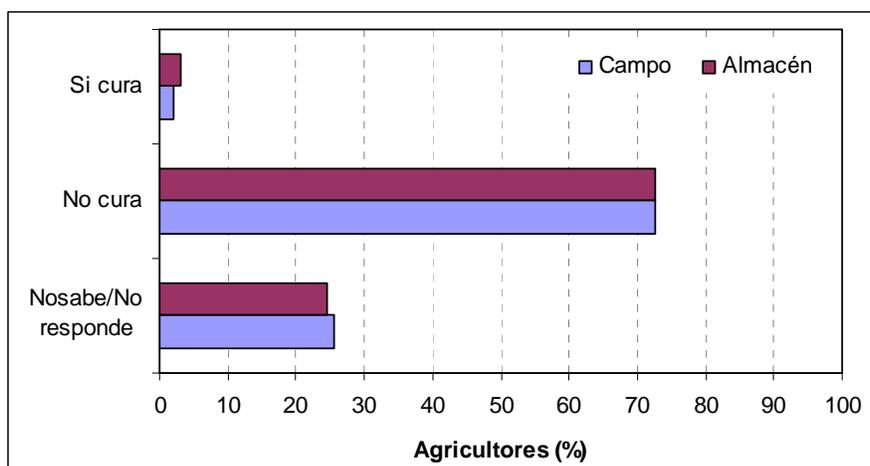


Figura 7. Porcentaje de agricultores que controlaban al gusano de la oca (*Systema* sp.) en campo y almacén, en Morochata y Lope Mendoza. 1994-95.

#### 2.1.1.4.1. Control con insecticidas naturales y químicos

Las estrategias de control del gusano de la oca se desarrollaron en Piusilla (Morochata) en dos años consecutivos. Se estudiaron los efectos de la aplicación de los insecticidas químicos Alsystin (Triflumuron) y Karate (Landacihatrina) y de la muña (*Satureja boliviana*) utilizado como producto natural en el control del gusano, durante el cultivo de oca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Insecticidas químicos y naturales aplicados en el cultivo de la oca para el control de *Systema* sp. en Piusilla- Morochata, en dos años consecutivos. 1995-96 y 1996-97.

Año	Tratamientos	Características/Dosis
1995-96	T1: Alsystin (Triflumuron)	Inhibidor de quitina con efecto transovárico. Dosis: 4g/5 l agua cada 15 días
	T2: Extracto de muña (15% de concentración)	Dosis: 10cc/5 l agua, cada 7 días
	T3: Testigo	Sin control
1996-97	T1: Alsystin (Triflumuron)	Al cuello de la planta al primer aporque y 80% floración. Dosis: 10cc/5 l agua
	T2: Hojas secas de muña	Aplicado cerca del cuello de la planta al nivel del suelo, a la siembra y primer aporque
	T3: Karate (Landacihatrina)	Al cuello de la planta al primer aporque y 80% de floración. Dosis: 12cc/5 l agua
	T4: Testigo	Control con agua

Los insecticidas químicos disminuyeron los daños de *Systema* sp. en los tubérculos de 35% (Karate:1996-97) a 68% (Alsystin: 1995-96), respecto del tratamiento testigo (sin control) (Figura 8). La incidencia del gusano de la oca, en el segundo año fue el doble del primero, estas diferencias de incidencia de la plaga en campo no permitieron que en el segundo año el Alsystin y la muña (hojas secas) controlen al gusano en la misma proporción como en el primer año. Sin embargo, se observó

que el gusano de la oca es más susceptible al Alsystin por su efecto inhibitor de quitina y transovarico y menos al efecto de la muña y el piretroide Karate, y que por otro lado, la muña actuó más como repelente y no como insecticida (Revollo *et al.*, 1996; Almanza, 1997).

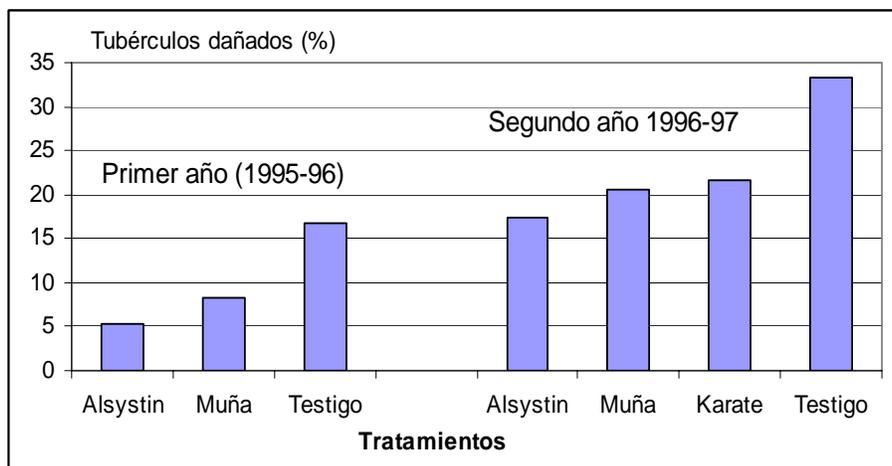


Figura 8. Daño del gusano de la oca (*Systema* sp.) en tubérculos, por efecto de los insecticidas Alsystin y Karate, y la aplicación de muña (extracto y hojas secas). Piusilla – Morochata, 1995-96 y 1996-97.

El Alsystin y la Muña controlaron mejor los daños del gusano en la oca, con ellos en el segundo año se obtuvieron mayores rendimientos y beneficios económicos que con el insecticida Karate y Testigo (Figura 9). Por cada boliviano invertido con el Alsystin y la Muña se obtuvieron retornos de 5 y 8 bolivianos más, respectivamente (Almanza, 1997).

Sin embargo, falta por comprobar otras estrategias complementarias, como el tratamiento de tubérculos, la aplicación de otros productos naturales, etc., para fortalecer el manejo integrado del gusano de la oca.

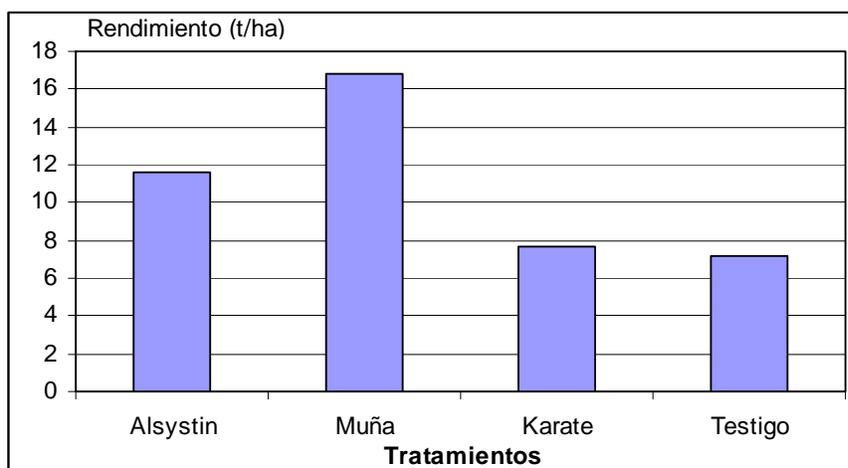


Figura 9. Rendimientos del cultivo de oca con aplicaciones de insecticidas químicos y naturales para controlar al gusano de la oca *Systema* sp. Piusilla – Morochata, 1996-97.

#### 2.1.1.4.2. Búsqueda de fuentes de resistencia para el control del gusano de la oca

Una alternativa para combatir a *Systema* sp. es la identificación de material resistente o tolerante a esta plaga en la colección de oca del Banco de Germoplasma de Toralapa, para luego emplearla como semilla o progenitores y generar nuevas variedades resistentes.

Con este propósito entre 1994 y 1997, se implantaron parcelas en las que se incorporó paulatinamente accesiones de oca para su evaluación de resistencia y/o tolerancia al gusano de la oca. En Morochata el primer año, los estudios se realizaron en la comunidad de Chururi y los dos siguientes en Piusilla por presentar esta última, altas poblaciones de la plaga. Para evaluar los daños de la plaga en los tubérculos, se consideraron la incidencia y severidad de daño. En los dos primeros años la severidad de daño se evaluó con una escala diferente al tercer año (Cuadro 3) (Condori *et al.*, 1995c; Almanza *et al.*, 1996, Almanza y Gonzales, 1997).

Cuadro 3. Escala de daños en tubérculos, usada para evaluar el ataque de *Systema* sp. en la oca 1995-96.

Escala	Clasificación	Porcentaje de daño (%)	
		Años 1994-95/1995-96	Año 1996-97
1	Resistentes	0	0
2	Tolerantes	1-30	1-10
3	Susceptibles	30-60	11-20
4	Muy susceptibles	60-100	> 20

En la campaña 1994-95 se evaluaron 75 accesiones de oca, todas fueron atacadas, la mayoría (72 accesiones) se consideraron susceptibles y muy susceptibles porque presentaron daños mayores al 30%, tan solo tres accesiones presentaron daños iguales al 30%, ellos se consideraron tolerantes (Figura 10).

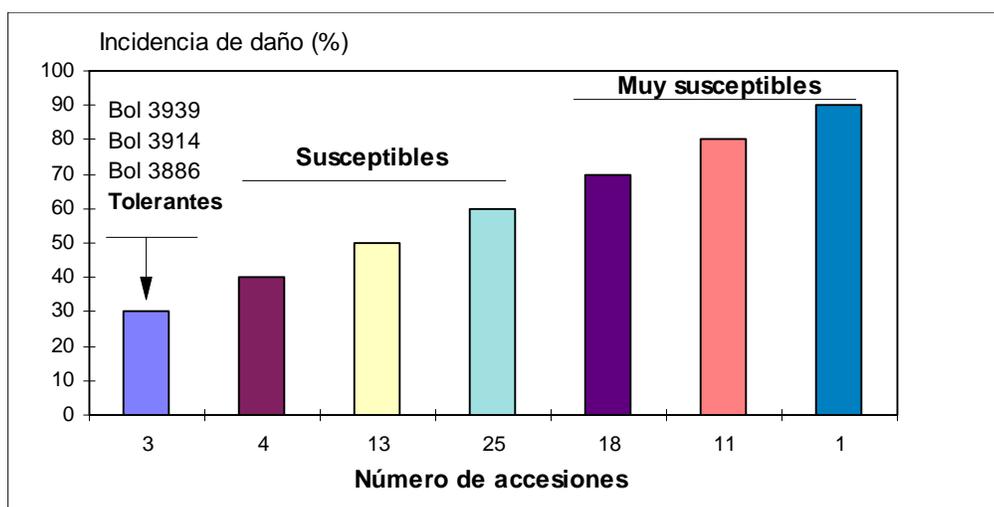


Figura 10. Incidencia de daño de *Systema* sp. en 75 accesiones de oca del Banco de Germoplasma de Toralapa. Chururi, Morochata 1994-95.

En el segundo año, se probaron nuevas accesiones de oca. El material evaluado consistió en 227 accesiones del Banco de Germoplasma de Toralapa y de otras 22 variedades consideradas resistentes por los agricultores de Colomi, Independencia y Laimetoro de Cochabamba (Almanza *et al.*, 1996b; Almanza, 1999).

De las 227 accesiones de oca, 23 resultaron aparentemente resistentes, 185 tolerantes, 17 fueron susceptibles y dos muy susceptibles (Figura 11).

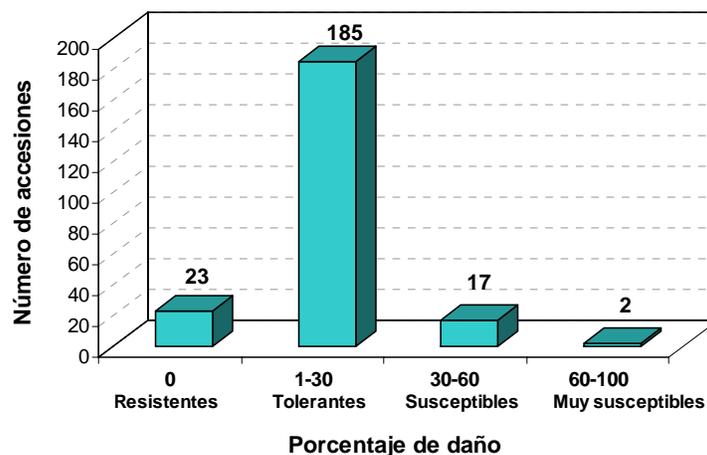


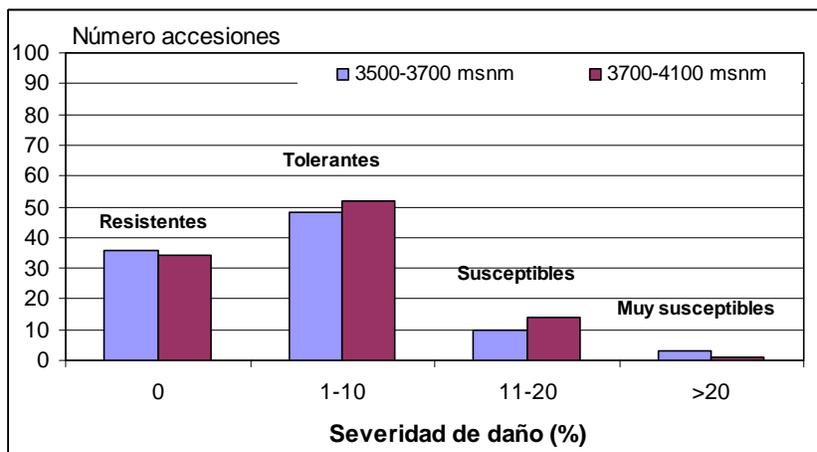
Figura 11. Severidad de daño del gusano de la oca (*Systema* sp.) en tubérculos de 227 accesiones de oca del Banco de Germoplasma de Toralapa. Piusilla, Morochata 1995-96.

De las 22 variedades consideradas resistentes por los agricultores, se obtuvieron los siguientes resultados: seis variedades se calificaron como muy susceptibles, cinco fueron susceptibles perteneciendo a este grupo las ocas de colores claros (blancos, amarillos). Diez variedades fueron tolerantes y son del grupo de las ocas rojas. Sólo la variedad Yana oca (de la zona de Colomi) fue resistente al gusano de la oca (Cuadro 4) (Almanza, 1999).

Cuadro 4. Severidad de daño del gusano de la oca en variedades consideradas resistentes por agricultores de Colomi, Independencia y Laimetoro (Cochabamba).

Variedades	Clasificación	Porcentaje de daño	Promedio
Kellu camote	Susceptibles	45	50%
Chola oca		48	
Pili runtu		50	
Señorita oca		55	
Kellu oca		52	
Icariña	Tolerante	27	26%
Achacana		20	
Amajaya		26	
Puca ñawi		31	
Lluchu oca		20	
Lari oca		25	
PACC3		32	
Kulli oca		30	
Yuraq oca		28	
Cartagena		21	
Yana oca		Resistente	

El tercer año se evaluaron 110 accesiones tamizadas de las accesiones consideradas resistentes y tolerantes el segundo año. Estas 110 accesiones se sembraron en Piusilla en aynoqas<sup>3</sup> en dos zonas diferenciadas altitudinalmente (3500 a 3700 msnm y 3700 a 4100 msnm). En ambas altitudes los resultados fueron similares en cuanto al número de accesiones dañados por el gusano de la oca de acuerdo a escala (Cuadro 3), es así que se identificaron 36 y 34 accesiones resistentes, 48 y 52 tolerantes, 10 y 14 susceptibles, y finalmente 3 y 1 muy susceptibles, respectivamente (Figura 12). La mayoría de las accesiones evaluadas como resistentes y tolerantes al gusano de la oca, pertenecieron al grupo de ocas pigmentadas de antocianinas, cuyo color varía de rosado a violeta muy oscuro, a casi negro (Almanza y Gonzales, 1997).



<sup>3</sup> **Aynoka:** Es un territorio más o menos amplio y con una gestión colectiva, donde todos los comunarios realizan sus siembras en parcelas de la aynuqa correspondiente y es donde se mantiene la propiedad individual. La rotación de cultivos es

Figura 12. Severidad de daño del gusano (*Systema* sp.) en accesiones del Banco de Germoplasma de oca. Piusilla, Morochata 1995-96.

Es evidente que buscar y tamizar material que sea resistente o tolerante a plagas, en este caso al gusano de la oca, es un trabajo arduo pero necesario, ya que este material al mismo tiempo es una alternativa que puede reducir los daños de la plaga al incorporarlo dentro de un manejo integrado; y lo más importante de esta alternativa es el uso de la diversidad disponible de la oca. En el último estudio se observó que el color de la oca tiene importancia en el control de *Systema* sp., probablemente el color esta asociado a ciertos repelentes que evitan que el ataque del gusano de la oca al tubérculo sea más severo.

## **2.2. CULTIVOS DE OCA E ISAÑO**

### **2.2.1. El nematodo de la oca *Thecavermiculatus* sp.**

#### **2.2.1.1. Distribución**

Los reportes de la presencia de *Thecavermiculatus* sp. se limitaban a zonas productoras de oca en el Perú y alrededores del lago Titicaca entre Perú y Bolivia (Astocaza y Franco, 1983). Sin embargo, en 1993-94 en Cochabamba, Bolivia, también se detectó la presencia de este nematodo adherido al suelo y raíces del cultivo de oca en las comunidades de Buena vista (Independencia, Prov. Ayopaya), Miska Mayu (Prov. Carrasco) y Viru Viru alto (Zona de Colomi, Prov. Chapare). La comunidad de Mishka Mayu presentó parcelas fuertemente infestadas con *Thecavermiculatus* sp., sin embargo, se determinó que los agricultores lo desconocen y asimismo los efectos que este nematodo puede causar en el cultivo de oca (Condori *et al.*, 1994).

#### **2.2.1.2. Morfología**

Los nematodos *Thecavermiculatus* sp. adheridos al suelo y raíces del cultivo de oca, fueron de forma globosa y de color blanco parecido a quistes, estas características determinaron que se trataba de hembras. Sin embargo, de acuerdo a reportes de Astocaza y Franco (1983), las hembras de *Thecavermiculatus* sp. presentan todas estas descripciones pero no enquistan y al contrario presentan una capa subcristalina alrededor. El cuerpo de las hembras jóvenes recién formadas es blanca y cuando envejece se torna amarillenta, es esférica a ovalada y con un cuello corto que sobresale de la parte anterior.

#### **2.2.1.3. Pérdidas de rendimiento**

Las pérdidas de rendimiento por *Thecavermiculatus* sp. se determinaron bajo condiciones experimentales con parte del material de oca (39 accesiones) e isaño (5 accesiones) del Banco de Germoplasma de Toralapa en la comunidad de Miska Mayu (Prov. Carrasco) y utilizando un nematicida para observar diferencias de rendimiento en ausencia y presencia del nematodo.

En este estudio, *Thecavermiculatus* sp. redujo en 30% los rendimientos del cultivo de oca y en 10% los rendimientos de isaño (Cuadro 5). Estas pérdidas aún siendo menores que las reportadas por Astocaza y Franco (1983) (44% de pérdida), se consideraron económicamente importantes, por lo que se recomendó aplicar algunas medidas de control como la eliminación de plantas remanentes de oca y de otros cultivos como papalisa y tarwi, que también son hospedantes eficientes de *Thecavermiculatus* sp.; y la incorporación de gramíneas y otras leguminosas en las rotaciones de cultivos (Condori y Franco, 1995).

---

predeterminada, el cual se inicia con un cultivo de cabecera que es la papa. Cada comunario siembra de cuatro a seis parcelas por año (Esprella, 1993).

Cuadro 5. Pérdidas de rendimiento por *Thecavermiculatus* sp. en accesiones de oca e isaño del Banco de Germoplasma de Toralapa. Miska Mayu (Prov. Carrasco). 1994-95.

Especie	Accesiones	Rendimiento promedio (Kg/6plantas)		Pérdidas rendimiento (%)
		Con nematicida	Sin nematicida	
Oca ( <i>O. tuberosa</i> )	39	1.89	1.32	30
Isaño ( <i>T. tuberosum</i> )	5	4.63	4.16	10

## 2.3. CULTIVOS DE OCA Y PAPALISA

### 2.3.1. Nematodo *Nacobbus aberrans*

La mayoría de los suelos de las zonas productoras de oca, papalisa e isaño se encuentran infestados por *Nacobbus aberrans* y *Globodera spp.* La presencia de ambos nematodos en los sistemas de rotación de estos tubérculos dificulta su control. La amplia variabilidad genética de los cultivos de oca, papalisa e isaño en el país, aún siendo hospedantes de *N. aberrans* (Balderrama y Franco, 1993; Condori y Franco, 1994), representan una fuente importante de resistencia o tolerancia a este nematodo. El material que fuera resistente o tolerante a *N. aberrans*, podría incorporarse a los sistemas de rotación tradicionales practicados por los agricultores.

#### 2.3.1.1. Control

##### 2.3.1.1.1. Fuentes de resistencia a *Nacobbus aberrans*

La búsqueda de fuentes de resistencia a *N. aberrans* en el cultivo de oca y papalisa, se realizó en condiciones de campo (zona de Morochata) e invernadero (Toralapa). En campo, se utilizó parte del material de oca del Banco de Germoplasma de Toralapa (227 accesiones) y 22 variedades de campos de agricultores (Cuadro 6); y en invernadero, el material de la colección "TURKO"<sup>4</sup> (44 accesiones de papalisa y 3 de oca) (Cuadro 7) (Almanza *et al.*, 1996a).

Todo el material evaluado en campo no presentó nodulaciones radicales, sin embargo cuando este material se evaluó en laboratorio (procesamiento de raíces), 196 accesiones de oca fueron resistentes y 31 susceptibles a *N. aberrans*. Por otro lado, en el material procedente de los agricultores, 18 fueron resistentes y 4 susceptibles.

Cuadro 6. Evaluación del Banco de Germoplasma de oca y de variedades de agricultores al ataque de *N. aberrans* en Morochata.

Especie	Campo	Laboratorio
---------	-------	-------------

<sup>4</sup> **Colección TURKO:** Es una colección de oca y papalisa que realizó la Universidad de TURKO de Finlandia en Bolivia entre 1982 a 1989 y que retornó al país en 1995 al Banco de Germoplasma.

<i>Oxalis tuberosa</i>	Accesiones	C/nódulos	S/nódulos	Positivo	Negativo
Banco Germoplasma	227	0	227	31	196
Material del agricultor	22	0	22	4	18

A nivel de invernadero, ocho accesiones de papalisa se consideraron resistentes, 31 como asintomáticas y cinco fueron susceptibles a *N. aberrans*. En la oca, todas fueron resistentes al nematodo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Evaluación de la Colección TURKO de papalisa y oca, al ataque de *N. aberrans* (Toralapa, 1995 - 1996).

Especie	Accesiones	Invernadero		Laboratorio	
		C/nódulos	S/nódulos	Positivo	Negativo
<i>Ullucus tuberosus</i>	44	5	39	31	8
<i>Oxalis tuberosa</i>	3	0	3	0	3

Las accesiones de oca del Banco de Germoplasma de Toralapa (196 accesiones) y las variedades de agricultores (18 variedades) resistentes a *N. aberrans*, se encuentran disponibles para ser incorporados en las rotaciones de cultivos de los agricultores para bajar las poblaciones del nematodo en los suelos altamente infestados.

### 2.3.2. Virus

Las infecciones virosas ocasionan principalmente pérdidas de rendimiento, aunque las plantas puedan mostrar sólo síntomas.

Las plantas infectadas con virus pierden vigor y producen menos tubérculos o tubérculos más pequeños que las plantas sanas. Estos tubérculos semilla al ser empleados, generación tras generación, generalmente conducen a la degeneración total del cultivo (Hooker, 1980; Alvarez *et al.*, 1992).

#### 2.3.2.1. Incidencia

En condiciones de campo la incidencia de virus en el cultivo de papalisa fue mayor que en la oca. En la oca fue más difícil diferenciar las plantas con síntomas de virus de las aparentemente sanas, ya que estas últimas se encontraron presentes en mayores porcentajes (entre 80 y 90%); al contrario, en el cultivo de papalisa, la incidencia de virus en Sapanani y Laimetoro en la variedad Holandesa fue de 50 a 60% y en la variedad Criolla 70 a 80%, y en Candelaria en la variedad Manzana de 40 a 50% (Gonzales e Iriarte, 1997; Iriarte *et al.*, 1998).

#### 2.3.2.2. Identificación

En laboratorio, a través de los análisis serológicos de DAS ELISA<sup>5</sup> se identificaron los virus presentes en los tubérculos semilla de papalisa y oca seleccionados por la técnica de la selección positiva<sup>6</sup>, se

<sup>5</sup> **DAS ELISA:** Prueba de inmunoadsorción con conjugado enzimático, modalidad de emparejado de doble anticuerpo.

<sup>6</sup> **Selección positiva:** La selección positiva es una técnica que permite mejorar en corto plazo la calidad de la semilla, en consecuencia los rendimientos. Consiste en marcar las mejores plantas en base a su sanidad, buena constitución, vigor y características típicas de la variedad, y en utilizar la semilla de estas plantas marcadas para las próximas siembras, de esta manera se mantiene la calidad de las semillas y rendimientos por mayor tiempo.

determinó que con la selección de las mejores plantas no se reduce los porcentajes de incidencia de los virus, es decir que la selección positiva no garantiza la eliminación de los virus, porque todas las plantas en campo son susceptibles de ser atacados por vectores de virus como los áfidos que son difíciles de controlar en su totalidad.

En el cultivo de papalisa el 100% de las semillas provenientes de plantas con selección positiva y de plantas sin seleccionar, presentaron porcentajes promedio de infección virótica similares para los virus cuyos antisueros se tuvieron disponibles como el UMV (Virus del Mosaico del Ulluco), UVC (Virus C del Ulluco), PapMV-U (Virus del Mosaico de la Papaya variante Ulluco), TMV-U (Virus del Mosaico del Tabaco variante Ulluco) y PLRV (Virus del Enrollamiento de la Papa) (Cuadro 8). Estos resultados resaltaron que Sapanani y Laimetoro presentan altas poblaciones de insectos transmisores de virus, en relación de Candelaria, donde sólo se detectó los virus UMV y UVC en mayor proporción. La incidencia virótica fue mayor en la variedad Criolla, respecto de las variedades Holandesa y Manzana (Gonzales e Iriarte, 1997; Iriarte *et al.*, 1998).

Cuadro 8. Incidencia de virus en porcentaje en tubérculos semilla de papalisa, procedentes de plantas con selección positiva y de plantas sin seleccionar, en tres zonas productoras.

Virus	Variedad Holandesa						Var. Criolla		Variedad Manzana			
	Laimetoro		Sapanani				Sapanani		Candelaria			
	Parcela 1		Parcela 1		Parcela 2		Parcela 1		Parcela 1		Parcela 2	
	SP	SS	SP	SS	SP	SP	SP	SS	SP	SS	SP	SS
UMV	100	51	96	93	88	97	97	38	100	93	97	100
UVC	92	50	78	93	73	46	46	88	0	0	46	51
PapMV	2	13	6	13	10	0	0	100	0	0	0	0
TMV-U	0	0	2	0	0	0	0	75	0	0	0	0
PLRV	100	51	90	97	88	0	0	67	0	17	0	0
<b>Prom.</b>	<b>59</b>	<b>23</b>	<b>54</b>	<b>59</b>	<b>52</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>74</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>29</b>	<b>30</b>

Nota: Cada dato en porcentaje fue calculado en base a muestras de hojas de 30 plantas. SP= Semilla procedente de plantas con selección positiva; SS= Semilla procedente de plantas sin selección.

En el cultivo de oca no se detectaron los virus PapMV-O (Virus del Mosaico de la Papaya variante Oca) y AVB-C (Virus B de la Arracacha str. O), para los cuales se disponían con los antisueros. Estos resultados no descartaron la presencia de otros virus en los tubérculos evaluados (Gonzales e Iriarte, 1997; Iriarte *et al.*, 1998).

## 2.4. CULTIVO DE PAPALISA

### 2.4.1. La Roya de la papalisa

La roya de la papalisa causada por el hongo *Aecidium ulluci* Jorstad., es una de las enfermedades más importantes que afecta los rendimientos del cultivo de papalisa en la zona de Laimetoro (Prov. Carrasco). En esta zona, de 11 parcelas tomadas como muestra (n=11), la roya alcanzó valores máximos por parcela de 96% de incidencia<sup>7</sup> y 36% de severidad<sup>8</sup>. Esta enfermedad también se observó en Torreni (Prov. Ayopaya), Mojón, Jukumari, Chullpas, Tambillo (Prov. Carrasco),

<sup>7</sup> **Incidencia:** La incidencia es la presencia y la frecuencia de una plaga o patógeno en un tejido vivo o medio físico o área geográfica (muestra de suelo, parcela, comunidad, departamento, país, región).

<sup>8</sup> **Severidad:** La severidad es la intensidad de daño, como consecuencia de la presencia de un organismo patógeno (insectos, hongos, etc.) que afecta la fisiología de un organismo vivo hospedante y se determina generalmente a través de la aplicación de una escala.

Candelaria, Salto A y Salto B (Prov. Chapare); que son comunidades ubicadas entre 2900 a 3300 msnm y tienen condiciones ambientales semejantes a las de Laimetoro, es decir, presentan temperaturas promedio de 7 a 17°C, alta humedad relativa superior a 70%, precipitaciones pluviales promedio de 650 mm durante el ciclo del cultivo y presencia de neblinas que favorecen el desarrollo de la roya. Esta enfermedad es denominada por los agricultores como: q'ellu onqoy, phatu onqoy y q'ellu khuru (Ortuño, 1997; Ortuño *et al.*, 1999).

#### 2.4.1.1. Daños

La infección de las plantas por la roya comienza en el tercio inferior, cuando las plantas tienen 10 cm de altura como promedio. En general, las hojas basales son las primeras en infectarse, localizándose las pústulas en la parte media o próxima a los bordes de las hojas (Figura 13). Con el paso del tiempo, las pústulas se presentan en las hojas medias y superiores, y luego en las hojas del tercio inferior, medio y superior de la planta en forma irregular. Las pústulas que cubren el peciolo muy pocas veces esporulan. Se ha observado que las pústulas ocupan ambas caras de la hoja y la deforman, de tal modo que se muestran engrosadas, y en el caso del peciolo, torcidos en el área ocupada por la pústula de la roya.

Al final, el principal daño como consecuencia del desarrollo progresivo de la roya, es el necrosamiento del área foliar ocupada por los soros, en consecuencia el crecimiento de las plantas de papalisa se detiene, aún en estados fenológicos primarios, sin embargo no llegan a morir debido a su consistencia carnosas. El tamaño de los tubérculos se reduce por efecto de la enfermedad, y es posible que los agricultores decidan no cosechar el cultivo afectado (Ortuño, 1997; Ortuño *et al.*, 1999).

#### 2.4.1.2. Diseminación

La diseminación del hongo ocurre con la acción del viento que lo transporta largas distancias. Sin embargo, también es probable que el inóculo se transporta en las finísimas partículas de agua de la neblina, que se presenta con mayor frecuencia en las primeras horas de la mañana y por la tarde. El inóculo también es transportado por otros agentes de menor importancia como insectos y el roce de las hojas por los agricultores o su ganado (Ortuño, 1997; Ortuño *et al.*, 1999).

#### 2.4.1.3. Estrategias de control

La roya una vez que infecta el tejido foliar, resulta difícil eliminarlo de la planta, por lo que cualquier estrategia de control de esta enfermedad debe estar orientada a mantener un nivel bajo de daño mediante la aplicación oportuna de fungicidas.

En Laimetoro como en otras zonas productoras de papalisa, las prácticas de control de la roya se efectúan mediante el uso de fungicidas específicos para otras enfermedades, que no son recomendables para la roya de la papalisa. Al presente, las prácticas de control químico para el control de la roya de la papalisa se concentraron en utilizar fungicidas específicos para la roya, con estos fungicidas se desarrollaron estrategias de control eficaces y económicas.

En dos campañas agrícolas 1994-95 y 1995-96, se utilizaron los fungicidas Cupravit OB21 (Oxicloruro básico de cobre, 85% PM), Plantvax (Oxicarboxin, 75% PM) y Folicur (Tebuconazole) (Cuadro 9), para el control de la roya de la papalisa a nivel agricultor, en las comunidades de Machuwasi, Pampa Grande y Qallpas de la zona de Laimetoro (Prov. Carrasco).

Cuadro 9. Características de acción y dosis de tres fungicidas para el control de la roya de la papalisa.

Fungicida	Acción	Dosis
Cupravit OB21 (Oxicloruro básico de cobre, 85% PM)	Contacto	100 g/20 l agua

Plantvax (Oxicarboxin, 75% PM)	Sistémico	30 g/20 l agua
Folicur (Tebuconazole)	Sistémico	30 ml/20 l agua

El primer año (1994-95), se probaron los fungicidas Cupravit y Plantvax y en el segundo (1995-96) Cupravit, Plantvax y Folicur. Los resultados con estos fungicidas por año de estudio (Cuadro 10) determinaron que se controla a la enfermedad alternando el uso de los fungicidas sistémicos con los de contacto, esta alternancia mantuvo bajos porcentajes de incidencia y severidad de la roya y elevó los rendimientos de papalisa, en comparación con las prácticas de los agricultores, o sin ningún tipo de control.

El desarrollo del hongo es considerable en condiciones de clima favorables (humedad relativa 75% y 50 mm de precipitación semanales), en estas condiciones, el avance de la roya afectó a todos los tratamientos durante el ciclo del cultivo de la papalisa. El testigo en los dos años de estudio (1994-95 y 1995-96) presentó los más altos porcentajes de incidencia. En el primer año, los testigos presentaron incidencias de 46% y 26% en Machuwasi y Pampagrande, y en el segundo, 100 y 75% en Machuwasi y Qallpas, respectivamente.

Cuadro 10. Estrategias de control de la roya de la papalisa con tres fungicidas. 1994-95 y 1995-96.

Año	No. Tratamiento	Estrategia
1994-95	T1	Cupravit aplicado 15 días después del 80% de emergencia y continuando las demás aplicaciones con Cupravit con intervalos de 15 días.
	T2	Cupravit aplicado 30 días después del 80% de emergencia, luego alternando con Plantvax cada 12 a 20 días.
	T3	Plantvax a la aparición de los primeros síntomas, luego alternando con Cupravit cada 15 a 20 días.
	T0	Testigo absoluto (aspersión con agua)
1995-96	T1	Cupravit al 60% de emergencia, continuando las demás aplicaciones con Cupravit con intervalos de 15 días
	T2	Plantvax al 60% de emergencia, luego alternando con Cupravit cada 15 a 20 días
	T3	Folicur al 60% de emergencia, luego alternando con Cupravit cada 15 a 20 días.
	T0	Testigo (estrategia del agricultor)

Cuando se utiliza un fungicida de contacto en la primera aplicación, la roya continua infectando el cultivo hasta los primeros 120 DDS aproximadamente, y después el porcentaje de incidencia comienza a disminuir. Cuando en la primera aplicación el fungicida es sistémico, los porcentajes de incidencia declinan con mayor anticipación a los 120 DDS.

Los porcentajes de severidad de daño más altos de la roya de la papalisa se presentaron en el tratamiento testigo. Las diferencias de severidad de daño entre el tratamiento testigo y los tratamientos con fungicidas fueron significativos, pero no se observaron diferencias de severidad de daño entre fungicidas. En el primer año (1994-95) en Machuwasi, el testigo y los tratamientos con fungicidas de contacto en la primera aplicación (T1 (Cu-Cu-Cu-Cu) y T2 (Cu-Plvx-Cu)) presentaron severidades de daño similares, pero las severidades de daño en el testigo frente al fungicida sistémico en la primera aplicación T3 (Plvx-Cu-Plvx-Cu), fueron diferentes significativamente ( $P=0.05$ ) (Figura 14).

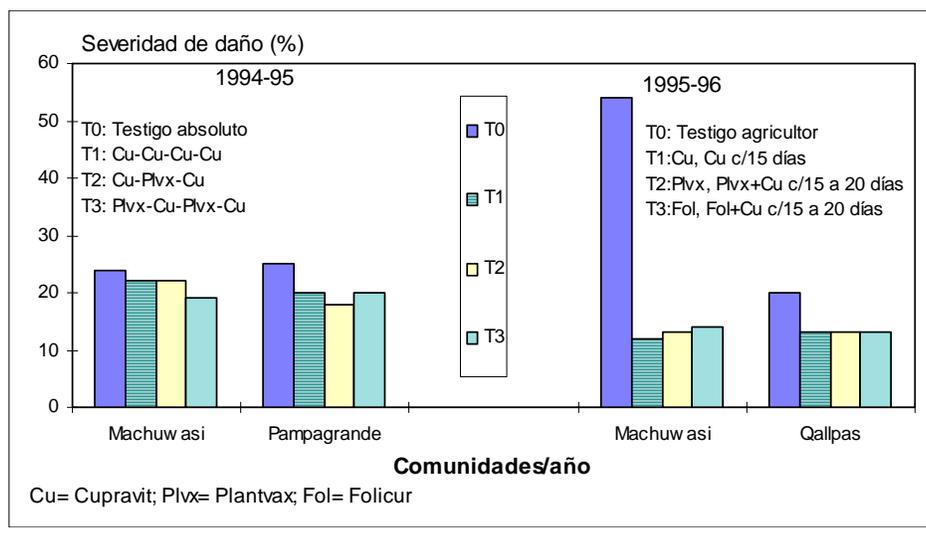


Figura 14. Severidad de daño de la roya de la papalisa en los tubérculos, por efecto de cuatro estrategias de control químico en Machuwasi y Pampagrande (1994-95), y en Machuwasi y Qallpas (1995-96) (Laimetoro, Prov. Carrasco).

En los dos años de estudio, se observó que los rendimientos alcanzados con las estrategias de control químico incluyendo el testigo, fueron superiores a los rendimientos promedio de 11.9 t/ha de la zona de Laimetoro (n= 11 parcelas de agricultores). Los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos donde se utilizaron fungicidas sistémicos en la primera aplicación y que posteriormente fueron utilizados alternadamente con los fungicidas de contacto (Figura 15).

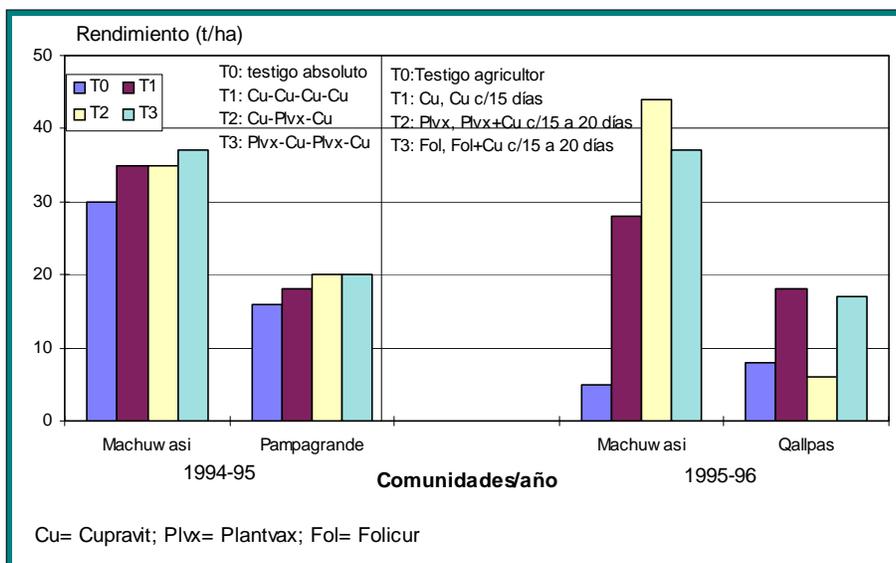
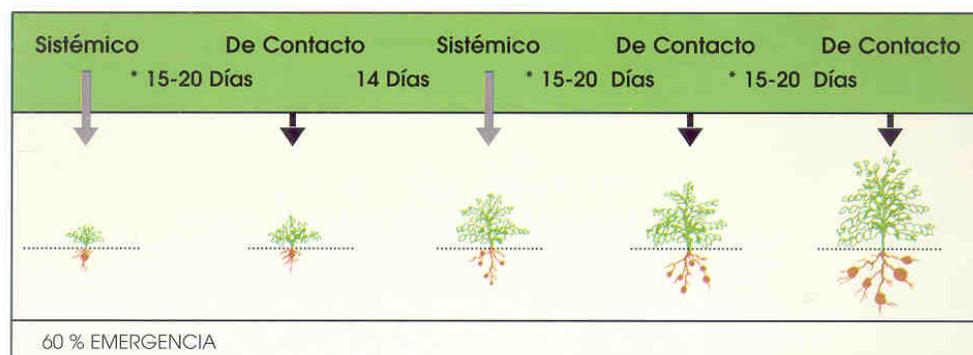


Figura 15. Efecto de cuatro estrategias de control de la roya en el rendimiento de la papalisa en las comunidades de Machuwasi y Pampagrande (1994-95), y Machuwasi y Qallpas (1995-96) (Zona Laimetoro, Prov. Carrasco).

Se consideró que para mejorar la eficiencia del control químico de la roya de la papalisa, las modificaciones en los intervalos de aplicación de las estrategias, debieran considerar el progreso de la roya y las condiciones climáticas. En conclusión, se recomendaron dos diferentes estrategias de control químico de la roya de la papalisa a partir del 60% de la emergencia del cultivo, es decir para cuando las condiciones climáticas sean favorables (humedad relativa  $\leq$  a 70% y precipitación semanal  $\leq$  a 40 mm) y muy favorables (humedad relativa  $>$  a 70% y precipitación semanal  $>$  a 40 mm) para el desarrollo del hongo (Figura 16).

### Estrategia 1: Condiciones climáticas muy favorables para la roya

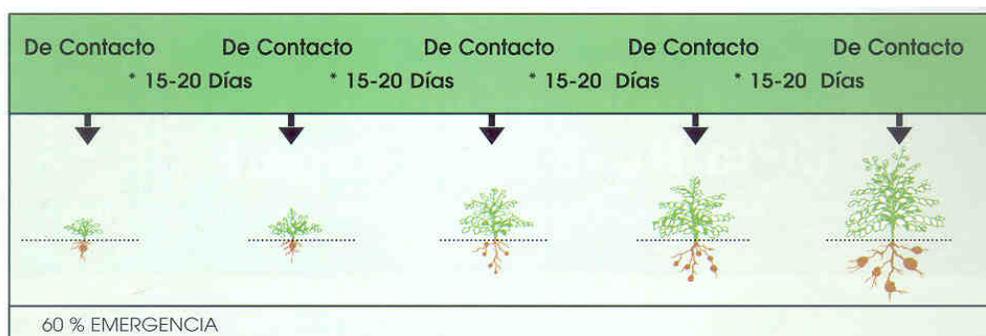
Primera aplicación al 60% de emergencia



\* Alta humedad o precipitación. Aplicar a los 15 días.  
 Baja humedad o precipitación. Aplicar a los 20 días.

### Estrategia 2: Condiciones climáticas favorables para la roya

Primera aplicación al 60% de emergencia



\* Alta humedad o precipitación. Aplicar a los 15 días.  
Baja humedad o precipitación. Aplicar a los 20 días.

Figura 16. Estrategias de control químico de la roya de la papalisa.

Las recomendaciones de las estrategias de control químico de la roya se sustentaron con análisis de presupuesto parcial, para los dos años se consideraron los costos variables promedio del control realizado por los agricultores de la zona, de modo que la apreciación de los resultados fuera más real que cuando se consideraran los rendimientos en el testigo absoluto. De este modo, en la comunidad Machuwasi, la estrategia T3 (Plvx-Cu-Plvx-Cu) resultó ser la más interesante económicamente, ya que la relación beneficio neto/costo variable (BN/CV) fue de 33 a 1, es decir que con esta estrategia por cada boliviano invertido el agricultor gana 33 bolivianos. En Pampagrande, el mayor beneficio se logró aplicando la estrategia T2 (Cu-Plvx-Cu), con una relación BN/CV de 22 a 1 (Cuadro 11) (Ortuño, 1997).

Cuadro 11. Análisis económico de los mejores tratamientos de control en Machuwasi y Pampagrande, respecto al rendimiento promedio de la zona de Laimetoro. 1994-95.

	Rend. Ajustado*	Costo variable***	Beneficio****		Incremento respecto al promedio agricultor		Relación BN/CV
			Bruto	Neto	CV	BN	
	(t/ha)	(Bs/ha)	(Bs/ha)	(Bs/ha)	(Bs/ha)	(Bs/ha)	
PA**	10.67	230	8536	8306	-	-	-
T3 Machuwasi	33.02	764	26416	25650	534	17346	33:1
T2 Pampagrande	18.09	484	14472	13988	254	5682	22:1

\*Rendimiento calculado menos el 10% por pérdidas estimadas.

\*\*Promedio en parcelas de agricultores de la zona de Laimetoro.

\*\*\* Fungicidas, insecticidas y mano de obra.

\*\*\*\* El precio de 100 kg de papalisa se consideró en 80 Bs (16.8 US\$).

En el siguiente año (1995-96), el análisis económico consideró el precio de 120 Bs/100 kg de papalisa. En Machuwasi se obtuvieron los mayores beneficios con las estrategias T1 (Cu al 60% de emergencia, Cu cada 15 días), T2 (Plvx al 60% emergencia, Plvx + Cu cada 15 a 20 días) y T3 (Folicur al 60% emergencia, Fo + Cu cada 15 a 20 días), con estas estrategias se obtuvieron retornos de 52, 54 y 60 bolivianos, respectivamente. En la comunidad Q'allpas y aplicando las estrategias T1 y T3, se obtuvieron ingresos de 16 y 22 Bs, respectivamente. La estrategia T2 fue afectada por problemas ajenos al tratamiento (Ortuño *et al.*, 1996).

## **2.4.2. El mukuru de la papalisa**

El problema más importante del cultivo de papalisa en la zona de Sapanani (Prov. Chapare) son las pudriciones radicales causadas por el hongo *Fusarium* sp. Esta enfermedad fungosa es denominada y conocida por los agricultores como “Mukuru”.

Mediante diagnósticos interdisciplinarios realizados en la zona de Sapanani en 1993-94, se observó que la incidencia del “mukuru” en el cultivo de papalisa en parcelas de agricultores fue 70 a 80% y que esta enfermedad afectaba los rendimientos (Condori *et al.*, 1994). Los seguimientos al cultivo de papalisa en la Parte Baja (2780 a 3410 msnm) y Parte Alta (3410 a 3800 msnm) de Sapanani y las entrevistas a 32 familias de agricultores en las comunidades de Sapanani Centro, Sapanani Alto y Chaki Qocha, establecieron que el “mukuru” afectaba en mayor o menor grado a la totalidad (100%) de las parcelas con papalisa en la Parte Baja y al 81% de las parcelas en la Parte Alta (Cossio, 1998). También se determinó que la enfermedad había ocasionado en los últimos diez años que los agricultores dejen de cultivar papalisa en grandes superficies, y que el resto de la superficie que antes se destinaba al cultivo de papalisa, estaba siendo reemplazada por la papa y oca.

### **2.4.2.1. Daños**

El hongo *Fusarium* sp. provoca la pudrición de la raíz principal y en consecuencia causa la muerte de las plantas de papalisa. Las pudriciones en las raíces son negruzcas y empiezan por la parte apical (Figura 17). En el follaje el síntoma más importante es el abarquillamiento de las hojas aunque también esta enfermedad fue asociada a su achaparramiento y clorosis acentuada; posteriormente se produce el marchitamiento y muerte de la planta (Condori *et al.*, 1994; Cossio, 1998). Por otro lado, se observó que todas las plantas infectadas con el hongo *Fusarium* sp. presentaron daños en las raíces, pero no todas presentaron síntomas en el follaje, por lo tanto, es recomendable que toda evaluación de la enfermedad no debiera estar basada únicamente en los síntomas del follaje (Ortuño *et al.*, 1996).

Ampliando estas observaciones, Ames (1980) indica que el género *Fusarium* son un grupo de hongos que causan marchitez y que las puntas de las raíces después de la infección toman apariencia húmeda y llegan a ablandarse e incharse, y que posteriormente se produce necrosis.

### **2.4.2.2. Diseminación**

Según Ames (1980), el género *Fusarium* es típicamente habitante del suelo y se transmite con diferentes grados de efectividad por medio del inóculo que se encuentra superficialmente o dentro del tubérculo semilla.

### **2.4.2.3. Pérdidas de rendimiento**

Cuando el ataque de *Fusarium* sp. es severo, el cultivo de papalisa es afectado en sus rendimientos. El “mukuru” afecta los rendimientos del cultivo de papalisa con mayor severidad cuando es cultivado en parcelas que se encuentran en altitudes menores a 3500 msnm. Así en la parte baja de Sapanani (2780 a 3410 msnm) se observó que los rendimientos de papalisa son afectados por la enfermedad en un 57% y en la parte Alta (3410 a 3800 msnm) en 31% (Cossio, 1998).

### **2.4.2.4. Estrategias de control**

Las estrategias de control de las pudriciones radicales del cultivo de la papalisa “mukuru”, se desarrollaron en Sapanani (zona de Sacaba, Prov. Chapare) entre 1994-95 y 1996-97. Estos estudios enfatizaron el uso de fungicidas como la alternativa más importante en el control de la enfermedad, desde el tratamiento de los tubérculos semilla antes de su siembra, hasta aplicaciones de fungicidas en campo. Sin embargo, las prácticas culturales como las rotaciones de cultivos con especies no susceptibles a *Fusarium* sp., la selección adecuada de la semilla y el aumento del número de aporques a dos, son importantes alternativas de control. El cultivo intensivo de la papalisa es la

principal causa de la persistencia y diseminación de la enfermedad a otras parcelas.

En los tres años de estudio, se utilizaron varios fungicidas. En el primer año se estudiaron los fungicidas Benlate (Mancozeb) y Tecto 600 (Thiabendazole), en dos épocas de siembra: la Mishka (julio) y la siembra de año o Grande (septiembre-octubre), con dos variedades de semilla y de diferente procedencia: semilla local (Var. Holandesa en la Mishka y Criolla en siembra Grande) y semilla introducida de Laimetoro (Prov. Carrasco) (var. Holandesa) (Condori *et al.*, 1995b). Los dos siguientes años (1995-96 y 1996-97) las siembras se efectuaron en la siembra de año y los fungicidas aparte de Tecto 600, fueron Rovral (Iprodione) y Captan (Ntriclorometil), la semilla utilizada fue local (1995-96: var. Criolla y 1996-97: var. Holandesa) y la introducida de Laimetoro (1995-96 y 1996-97: var. Holandesa) (Ortuño *et al.*, 1996; Almanza y Gonzales, 1997).

Las estrategias y dosis de los productos químicos utilizados en el tratamiento de los tubérculos semilla de papalisa, así como la escala de severidad de daño para evaluar las raíces afectadas por el hongo *Fusarium* sp. en los tres años de estudio, fueron diferentes (Cuadros 12 y 13).

Cuadro 12. Estrategias, fungicidas y dosis\* utilizadas en el control del “mukuru” de la papalisa en tres campañas consecutivas. Sapanani, 1994-95 a 1996-97.

Año	Zona Sapanani (Prov. Chapare)	
	Siembra mishka (junio - julio)	Siembra grande (septiembre-octubre)
1994-95	T1: Benlate a la siembra T2: Benlate a la planta a la emergencia T3: Benlate a la siembra y a la planta en la emergencia T4: Benlate a la siembra y a la planta al primer aporque T5: Testigo (control solo con agua)	T1: Benlate a la siembra T2: Tecto 600 a la siembra T3: Benlate a la siembra y al primer aporque T4: Tecto 600 a la siembra y al primer aporque T5: Testigo (control solo con agua)
1995-96		T1: Rovral a la siembra T2: Tecto 600 a la emergencia T3: Rovral a la siembra y primer aporque T4: Tecto 600 a la emergencia y primer aporque T5: Testigo (control sólo con agua)
1996-97		T1: Captan a la siembra y primer aporque T2: Captan a la siembra, primer y segundo aporque T3: Rovral (50%) + Tecto 600 a la siembra y primer aporque T4: Rovral (50%) + Tecto 600 a la siembra, primer y segundo aporque T5: Testigo (control sólo con agua)

\* Benlate (1g/l de agua), Tecto 600 (2g/ l de agua), Rovral (4g/l de agua), Captan (15g/6 kg de semilla).

Cuadro 13. Escala de severidad de daño en las raíces de papalisa por efecto del hongo *Fusarium* sp.

Grado	Porcentaje de ataque
1	0 % sanas
2	1 - 10% de área de raíces afectadas
3	11 - 25% de área de raíces afectadas
4	26 - 50% de área de raíces afectadas
5	> 50% de área de raíces afectadas

En las campañas, la aplicación de los fungicidas redujeron los porcentajes de daño del hongo en las raíces e incrementaron los rendimientos (Condori *et al.*, 1995b; Ortuño *et al.*, 1996; Almanza y Gonzales, 1997).

En el primer año en Sapanani (1994-95), la incidencia de la enfermedad fue alta, en la siembra Mishka como en la siembra Grande. En las dos siembras, los índices o porcentajes de daño en las raíces afectadas por el hongo fueron altos, llegaron al 50% en los tratamientos con fungicidas y aproximadamente al 70% en los tratamientos testigo (Figura 18).

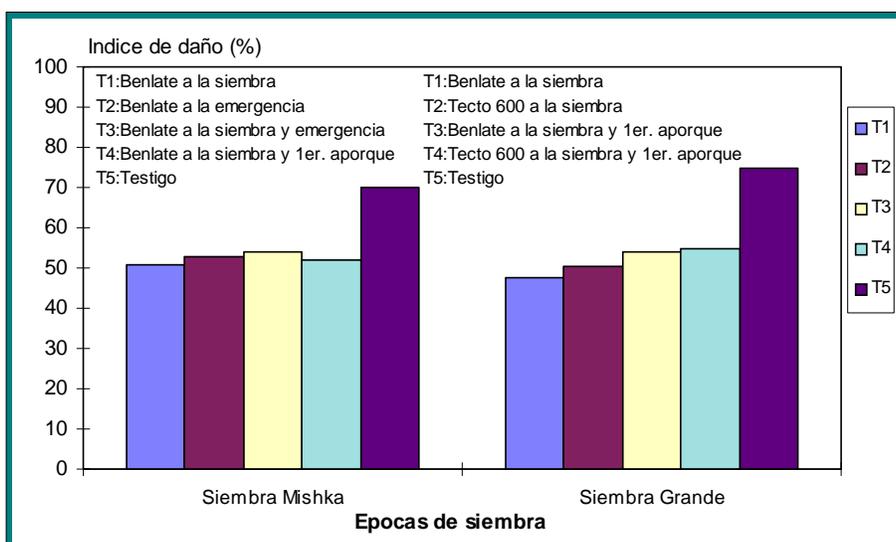


Figura 18. Índices de daño del "mukuru" en las raíces de papalisa en las estrategias de control químico aplicados durante las siembras Mishka y Grande de la zona de Sapanani. 1994-95.

Estos daños y la sequía en la emergencia del cultivo, afectaron severamente los rendimientos de la papalisa. En la siembra Mishka (julio) la enfermedad se presentó apenas emergieron las plantas y los

rendimientos fueron más afectados en relación de la siembra Grande (septiembre-octubre) (Figura 19) (Condori *et al.*, 1995b).

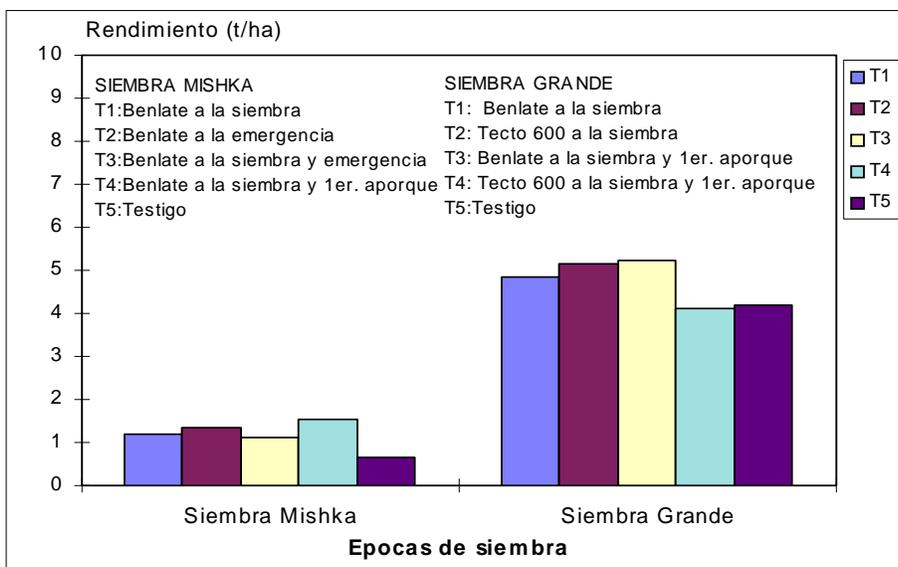


Figura 19. Rendimientos en el cultivo de la papalisa en las estrategias de control químico del “mukuru” aplicados en las siembras Mishka y Grande de la zona de Sapanani. 1994-95.

En las dos próximas campañas 1995-96 y 1996-97, los rendimientos fueron mayores a los del primer año, principalmente porque las precipitaciones fueron regulares y favorecieron al cultivo. No se observaron diferencias significativas en los porcentajes de daño de las raíces por efecto de la procedencia de la semilla, sin embargo, en cuanto a los rendimientos, estos fueron mayores con la semilla introducida, respecto a la semilla local, aun con la misma variedad (var. Holandesa); que demostró que a nivel local es mayor la infección los tubérculos semilla. Así, en 1995-96 y 1996-97, los rendimientos con la semilla introducida fueron de 19 a 28 t/ha y de 12 a 22 t/ha; en cambio con la semilla local de 10 a 12 t/ha y de 12 a 15 t/ha, respectivamente (Figuras 20 y 21).

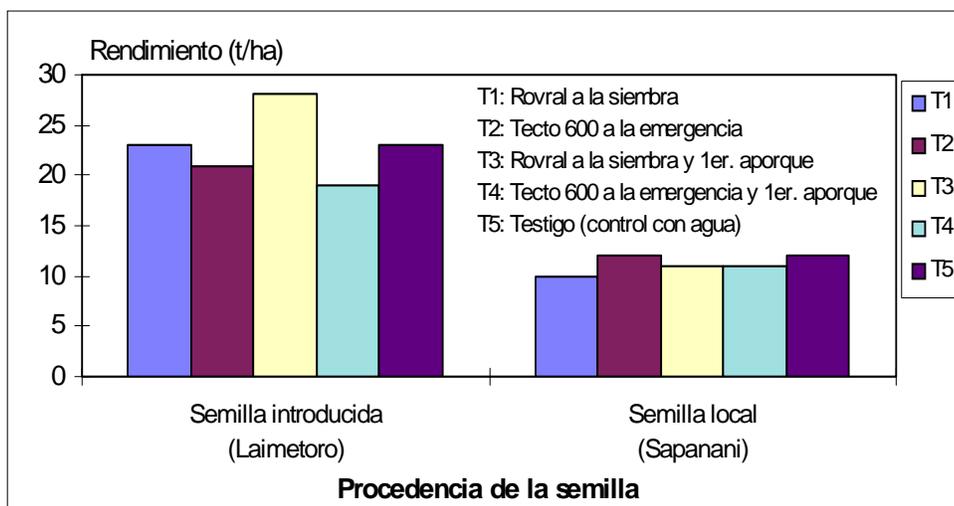


Figura 20. Diferencias de rendimiento en el cultivo de papalisa por efecto de cinco estrategias de control químico del mukuru y la procedencia de la semilla. 1995-96.

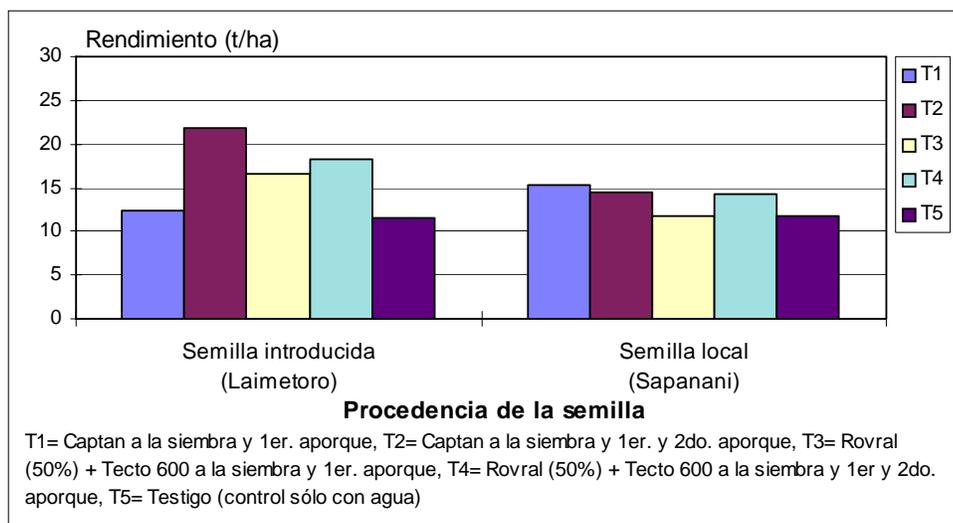


Figura 21. Diferencias de rendimiento en el cultivo de papalisa por efecto de estrategias de control químico del mukuru y la procedencia de la semilla. 1996-97.

En 1994-95, todas las estrategias de control químico en la siembra Mishka favorecieron similarmente los rendimientos en 100% o más, en la siembra Grande las estrategias más eficientes fueron Benlate a la siembra y primer aporque (T3) o sólo a la siembra (T1) y Tecto 600 a la siembra (T2) (Figura 19) (Condori *et al.*, 1995b). En 1995-96 y 1996-97, no se obtuvieron resultados alentadores en los rendimientos de papalisa con el uso de semilla local, con esta semilla en 1996-97 el único tratamiento que mejoró en 24% los rendimientos en relación del testigo fue el Captan y sin requerir más de dos aplicaciones (a la siembra y primer aporque T1) (Figura 21). Utilizando semilla introducida, los rendimientos superaron en 75 a 150% más los rendimientos con semilla local, sin embargo, los mejores rendimientos se obtuvieron utilizando semilla introducida y aplicando los fungicidas Rovral a la siembra y primer aporque y Captan a la siembra, primer y segundo aporque (Ortuño *et al.*, 1996; Almanza y Gonzales, 1997).

Se concluyó que las estrategias de control químico más eficaces del mukuru de la papalisa consiste en la utilización de Benlate o Tecto 600 a la siembra o a la emergencia del cultivo; y por otro lado Rovral a la siembra y primer aporque o Captan a la siembra, primer y segundo aporque.

### 2.4.3. La q'aracha o rhizoctoniasis de la papalisa

La q'aracha de la papalisa es una enfermedad causada por el hongo *Rhizoctonia solani* y se manifiesta en forma de escamas en la superficie del tubérculo, afectando de manera considerable la calidad de los mismos. Esta enfermedad fue identificada por los agricultores de la zona de Candelaria, como uno de los principales problemas, que de acuerdo al nivel de daños y época de comercialización, reduce los precios de la papalisa en 50 a 80% en el mercado en relación al precio del tubérculo sin daños visibles.

#### 2.4.3.1. Distribución

*Rhizoctonia solani* se encuentra distribuida en las comunidades de Rodeo Alto, Chimpa Rancho y Segunda Candelaria de la microregión Candelaria, Colomi (Prov. Chapare). Sin embargo, su presencia en Cochabamba es generalizada en todas las zonas productoras de raíces y tubérculos andinos, es decir en las zonas de Colomi-Sacaba (Prov. Chapare), Lope Mendoza-Totora (Prov. Carrasco) y Morochata-Independencia (Prov. Ayopaya).

#### 2.4.3.2. Daños

Los daños de *Rhizoctonia solani* en la papalisa, son relativamente menores en relación de los daños que produce en otras especies que se siembran en la región andina, como la papa. Los síntomas más severos en el cultivo de papalisa es la detención de su desarrollo, debido a que sus raíces y raicillas han sido afectadas por el patógeno. En las raicillas se observa una necrosis completa, de tal manera que el tejido se torna sumamente frágil y la planta se puede desprender del suelo con facilidad. Las raíces más gruesas, y a veces los estolones, muestran lesiones hundidas marrón oscuro que pueden alcanzar grandes extensiones (Ames, 1997).

En los tubérculos los daños son leves, generalmente los síntomas son escoraciones que sólo comprometen el peridermo (Figura 22). En una planta afectada no todos los tubérculos presentan síntomas. También se ha observado necrosis en las puntas de los brotes y el cuello (Ames, 1997).

#### 2.4.3.3. Diseminación

*Rhizoctonia solani* es un habitante del suelo que, en su condición de parásito facultativo por excelencia, puede vivir a expensas de la materia orgánica presente en el suelo y de plantas vivas. Su diseminación se produce probablemente por el agua de lluvia que arrastra partículas de suelo infestado (Ames, 1997).

#### 2.4.3.4. Estrategias de control

Las estrategias de control químico de la qaracha o rhizoctoniasis de la papalisa se desarrollaron y validaron con los Comites Agrícolas Locales (CALs) de Rodeo Alto, Chimpa Rancho y Segunda Candelaria en la campaña 2000-2001, en más de 20 parcelas de agricultores, a través de la comparación de los resultados obtenidos con la estrategia propuesta de control químico de PROINPA con los obtenidos de la practica de los agricultores (Gonzales y Terrazas, 2001).

Los productos propuestos para la desinfección de los tubérculos semilla de papalisa (Tecto 600 y Monceren) antes de la siembra, y el fungicida Bravo 500 (Clorothalonil) al cuello de la planta durante el ciclo del cultivo (Cuadro 14), fueron relativamente efectivos en el control de la rhizoctoniasis de la papalisa.

Cuadro 14. Dosis y cantidad de los productos químicos utilizados en el control de la qaracha de la papalisa.

Fungicida	Dosis	Cantidad utilizada /ha
Monceren (Pencicuron)	40 cc/20 l agua	600-800cc/ha
Tecto 600 (Thiabendazole)	60g/20 l agua	1.08 kg/ha

En promedio la incidencia de la enfermedad (síntomas visibles de la qaracha en los tubérculos) se redujo en 16%, respecto de la incidencia observada con los productos y prácticas que realiza el agricultor. La incidencia de la enfermedad incrementa de acuerdo a la infección inicial de los

tubérculos semilla y a la infestación de los suelos, cuando una o las dos condiciones presentaron valores altos, no bastó que se fumigara hasta cuatro veces con el fungicida Bravo 500 para controlar la enfermedad en los tubérculos. De acuerdo a estos resultados se concluyó preliminarmente que más de dos aplicaciones del fungicida Bravo 500, no justifica el control de la rhizoctoniasis en la papalisa (Figura 23).

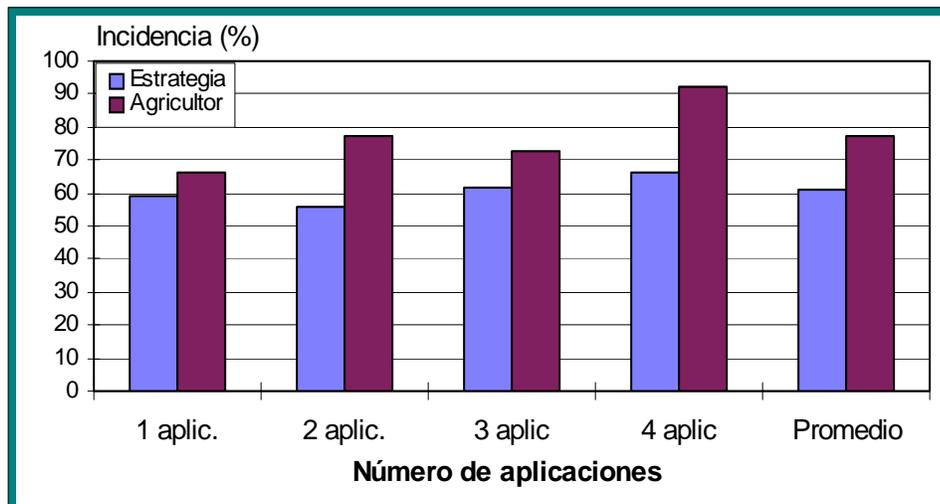


Figura 23. Incidencia de la rhizoctoniasis en los tubérculos de papalisa, según el número de aplicaciones de la estrategia de control químico y la práctica del agricultor.

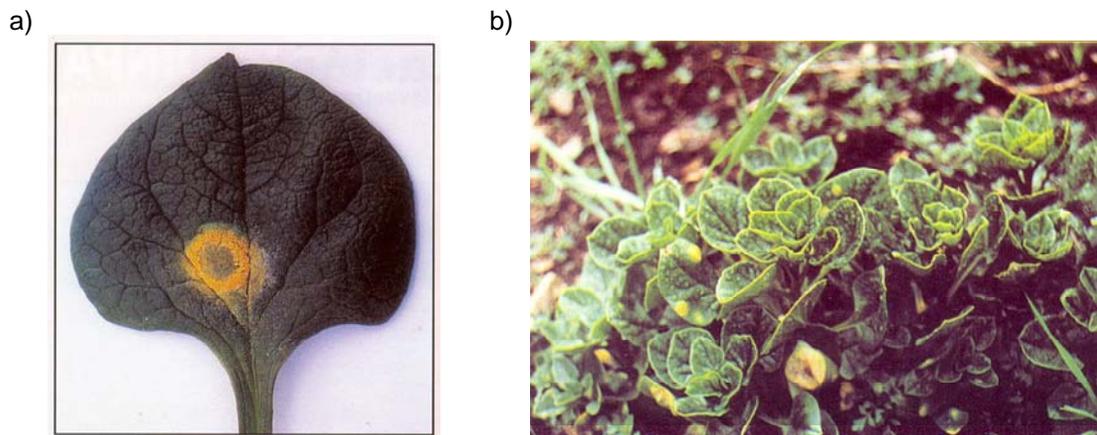


Figura 13. a) Soro conformado por un gran número de aecias del agente causal de la roya de la papalisa (*Aecidium ulluci* Jorstad), b) Planta de papalisa presentando clorosis y deformación en las hojas como efecto de la enfermedad.

a)

b)



Figura 17. a) Manchones de la parcela presentando plantas de papalisa afectadas por *Fusarium* sp. b) Pudrición en la raíz de la papalisa “mukuru de la papalisa” ocasionado por el hongo *Fusarium* sp.



Figura 22. La q'aracha de la papalisa (*Rhizoctonia solani*) afectando la calidad de los tubérculos.

Por otro lado, también se concluyó que *R. solani* no afectó significativamente los rendimientos del cultivo de papalisa. Los incrementos de rendimiento en seis toneladas con la aplicación de Bravo 500 por cuarta vez, se debió a que coincidentemente las condiciones de suelo y manejo del cultivo donde fue aplicado este tratamiento fueron mejores en relación a las demás parcelas con menor número de aplicaciones del funguicida y parcelas manejadas por el agricultor (Figura 24) (Gonzales y Terrazas, 2001).

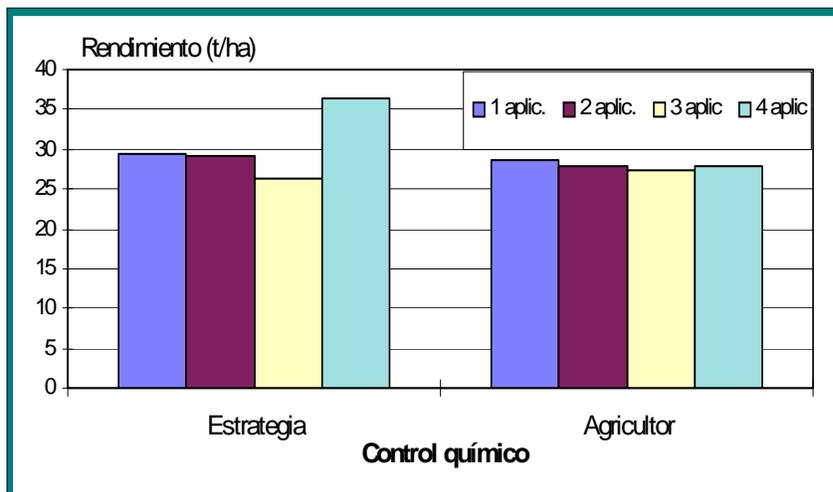


Figura 24. Rendimientos promedio de papalisa obtenidos con la estrategia de control propuesto y la estrategia del agricultor.

Estos resultados se optimizaron en la siguiente campaña (2001-2002) con los mismos Comites Agrícolas Locales, utilizando solamente el fungicida Monceren para la desinfección de los tubérculos semilla de la variedad Manzana y reduciendo la aplicación de Bravo 500 a una sola.

En total se implantaron 15 parcelas demostrativas de control de la rhizoctoniasis en parcelas de agricultores con su semilla, y se evaluaron 10. Para fines de comparación, cada parcela se dividió en dos partes, en una se aplicó la estrategia de control de la rhizoctoniasis (1000 m<sup>2</sup>) y la otra fue manejada en forma tradicional por el agricultor (200-500 m<sup>2</sup>). La semilla sembrada en la parcela con la estrategia se trató con Monceren por inmersión (2cc/l agua) o aspersión (100cc/2 l agua), posteriormente el cultivo se trató con Bravo 500 (Clorotalonil) en el primer aporque.

En las parcelas con la estrategia los rendimientos variaron entre 9 y 32 tn/ha y en las parcelas sin la estrategia entre 9 y 27 t/ha, es decir se obtuvo un incremento promedio de 3.4 t/ha, 18% más que los rendimientos sin la estrategia (Figura 25). En algunas de las parcelas sin la estrategia (2, 4, 6) se obtuvieron rendimientos similares o mayores a las parcelas con estrategia, debido a la desuniformidad de la fertilidad y distribución del inóculo en el suelo y a las diferencias en la incidencia de la q'aracha en la semilla utilizada. Sin embargo, con la estrategia la incidencia promedio de la rhizoctoniasis disminuyó en 7.4% equivalente a 1.7 t/ha más de rendimiento de tubérculos sanos (Figura 26) (Gonzales *et al.*, 2002).

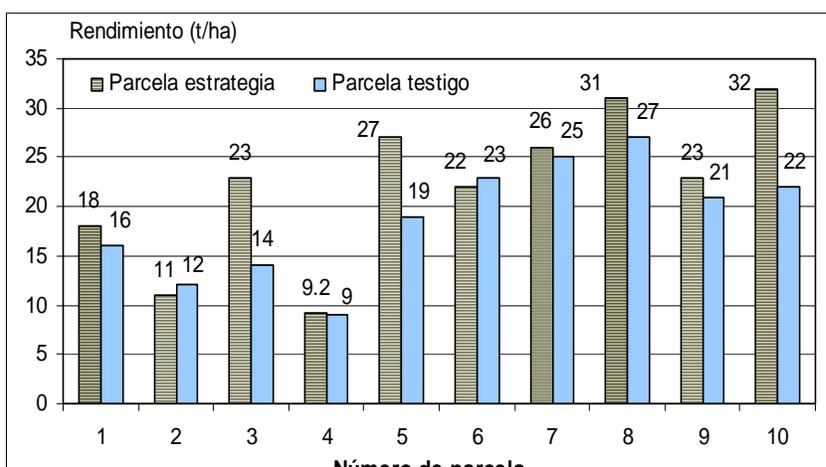


Figura 25. Rendimiento de papalisa en parcelas con y sin control de la rhizoctoniasis en las comunidades de Rodeo Alto, Chimpa Rancho y Segunda Candelaria (Candelaria, Prov. Chapare).

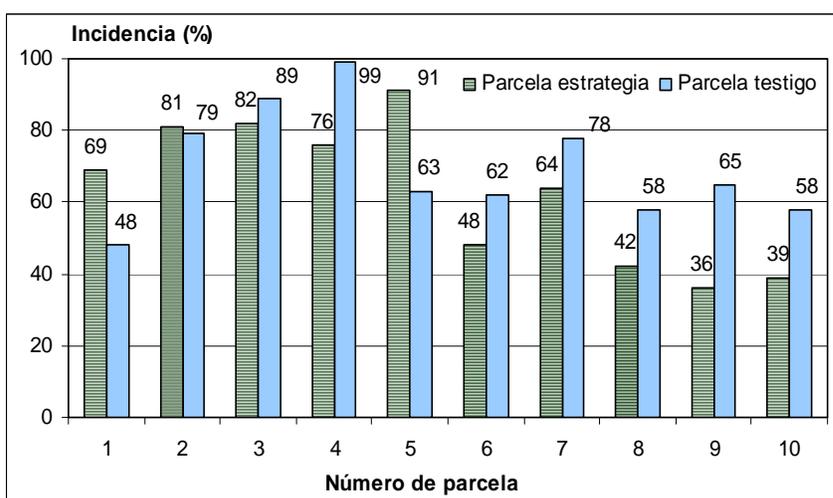


Figura 26. Incidencia de la rhizoctoniasis en tubérculos de papalisa en parcelas con y sin la estrategia de control de la enfermedad.

Los costos variables de producción en las parcelas con tratamiento de la qaracha de la papalisa fueron de 350 Bs por ha, se obtuvo un beneficio neto de 4564 Bs y de 1474 Bs en parcelas sin la estrategia, existiendo una diferencia positiva de 3090 Bs por la inversión en el fungicida para el tratamiento de la rhizoctoniasis de la papalisa (Cuadro 15) (Gonzales *et al.*, 2002).

Cuadro 15. Presupuesto parcial de costos en parcelas con y sin control de la qaracha de la papalisa (*Rhizoctonia* sp.) en la zona de Candelaria.

	Parcela con estrategia del agricultor	Parcela con estrategia de PROINPA
Rendimiento medio (kg./ha)	24000	28000
Rendimiento ajustado (kg./ha)	23976	25200

Beneficios brutos de campo (\$/ha)	10560	14000
Total costos de producción	9086	9086
Costo del fungicida (\$/ha)	0	280
Costo de mano de obra (\$/ha)	0	70
Total de costos que varían (\$/ha)	0	350
<b>Beneficios netos (\$/ha)</b>	<b>1474</b>	<b>4564</b>

En el mismo año, en Rodeo Alto también se obtuvieron resultados positivos en el control de la rhizoctoniasis desinfectando los tubérculos semilla de la variedad Holandesa antes de la siembra con Monceren (40cc/20 l agua: 600-800cc/ha). En esta segunda experiencia se utilizaron tubérculos semilla de dos procedencias: de plantas con selección positiva (CSP) y de plantas sin selección (SSP), la procedencia de la semilla como su tratamiento con el fungicida no afectaron los rendimientos; pero la incidencia de daño en las plantas CSP por efecto del fungicida se redujo en 8% y en las plantas SSP en 15% (Figura 27) (García y Guevara, 2002).

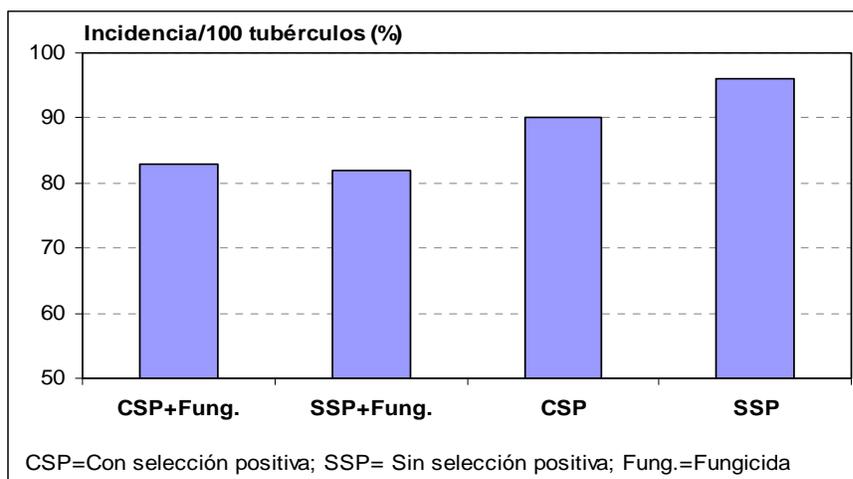


Figura 27. Incidencia de la rhizoctoniasis en tubérculos de papalisa a la cosecha en Rodeo Alto (Candelaria, Prov. Chapare).

Los análisis de costos (presupuestos parciales y análisis marginal) mostraron un 45% de beneficio neto positivo (3700 Bs) con la aplicación de Monceren respecto del testigo sin aplicación (Cuadro 16), y un retorno de 10.6 Bs por cada boliviano invertido en el fungicida (Cuadro 17).

Cuadro 16. Análisis de presupuestos parciales de costos en parcelas con y sin control de la qaracha de la papalisa (*Rhizoctonia* sp.) en la zona de Candelaria.

	Tratamiento			
	1	2	3	4
	CSP+Fung.	SSP+Fung.	CSP	SSP
Rendimiento medio (kg/ha)	17 000	16000	13 000	10 000
Rendimiento ajustado (kg/ha)	15 300	14400	11 700	9 000

<b>Beneficio bruto de campo (Bs/ha)</b>	<b>7 650</b>	<b>7200</b>	<b>4680</b>	<b>3600</b>
Costo de la semilla (Bs/ha)	660	550	660	550.0
Costos de la fungicida (Bs/ha)	190	190	0	0
Costo de mano de obra para aplicarlo (Bs/ha)	50	50	0	0
<b>Total de costos que varían (Bs/ha)</b>	<b>900</b>	<b>790</b>	<b>660</b>	<b>550</b>
<b>Beneficio neto (Bs/ha)</b>	<b>6750</b>	<b>6410</b>	<b>4020</b>	<b>3050</b>

CSP: Con selección positiva, SSP: Sin selección positiva.

**Cuadro 17. Análisis marginal de costos en parcelas con y sin control de la q'aracha de la papalisa (*Rhizoctonia* sp.) en la zona de Candelaria.**

Tratamiento	Nº Aplic.	Rend (kg/ha)	Beneficio bruto (Bs/ha)	Costos variables (Bs/ha)	Costos marginales (Bs/ha)	Beneficios netos (Bs/ha)	B. N. marginal (Bs/ha)	Tasa de retorno marginal
CSP+Fung.	1	17000	7650	900	350	6750	3700	10.6
SSP+Fung.	1	16000	4680	790		6410		
CSP	0	13000	5850	660		6020		
SSP	0	10000	3600	550		3050		

CSP: Con selección positiva, SSP: Sin selección positiva, Fung.: Fungicida.

Estos resultados muestran la ventaja del control de la q'aracha de la papalisa, sin embargo, es posible incrementar aún más los rendimientos de tubérculos sanos y beneficios para el agricultor, incorporando otros métodos de control como la selección adecuada de la semilla, rotación de cultivos, sembrando en parcelas con bajos niveles o libres del inóculo y siembras en diferentes épocas del año (Gonzales *et al.*, 2002; García y Guevara, 2002).



## BIBLIOGRAFÍA

## **BIBLIOGRAFÍA**

ALMANZA, J., J. FRANCO, G. REVOLLO, G. PLATA, S. GONZALES. 1996a. Evaluación de oca y papalisa al ataque de *Nacobbus aberrans*. En: Informe Técnico Anual 1995-96 del Programa Colaborativo de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (CONDESAN-CIP-COTESU).

Cochabamba, Bolivia. 91p.

- ALMANZA, J., M. L. UGARTE, X. CADIMA, G. REVOLLO, S. GONZALES. 1996b. Evaluación de daño del gusano *Systema* sp. en el material tolerante del Banco de germoplasma de oca y en material proveniente de agricultores. En: Informe anual 1995-96 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX88-IX91.
- ALMANZA, J., S. GONZALES, G. REVOLLO, R. COSSIO. 1996c. Descripción, comparación y análisis del sistema de producción de la oca (*Oxalis tuberosa*) en la zona de Piusilla (Morochata). En: Informe anual 1995-96 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX53-IX58.
- ALMANZA, J., S. GONZALES. 1997. Estudio del mukuru y validación de estrategias de control químico de la roya de la papalisa. En: Informe anual 1996-97 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 7p.
- ALMANZA, J. 1997. Importancia y desarrollo de estrategias para el Manejo Integrado del “gusano de la oca” *Systema* sp. En: Informe anual 1996-97 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 5p.
- ALMANZA, J., S. GONZALES. 1997. Evaluación agronómica y de plagas (gusano de la oca) en germoplasma tradicional in situ y en material proveniente del Banco de Germoplasma ex situ. En: Informe anual 1996-97 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 4p.
- ALMANZA, J. 1999. Evaluación participativa de material proveniente del Banco de Germoplasma de Oca para el gusano de la oca *Systema* sp. En memorias Segunda Reunión Boliviana sobre Recursos Fitogenéticos de Cultivos Nativos (Cochabamba, 9 al 11 de noviembre de 1999). Cochabamba, Bolivia. 215p: 162-165.
- ALVAREZ, V., A. GANDARILLAS, E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE. 1992. Selección Positiva: una técnica de producción de tubérculos semilla de papa. Manual Técnico 2/92. Programa de Investigación de la Papa IBTA- PROINPA, PROGRAMA ANDINO COOPERATIVO DE INVESTIGACION EN PAPA (PRACIPA). Cochabamba, Bolivia. 11p.
- AMES ICOCHEA, T. 1997. Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 172p.
- ASTOCAZA, E., J. FRANCO. 1983. El “nematodo de la oca” (*Thecavermiculatus andinus*) en el altiplano peruano. Fitopatología 18 (2): 39-47.
- BALDERRAMA, F., J. FRANCO. 1993. Evaluación de cultivos andinos (al ataque de *Nacobbus aberrans*). En: Informe anual 1992-93 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.267-269.
- CONDORI, P., E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, J. FRANCO, R. CALDERON, S. GONZALES. 1994. Determinación de los factores limitantes de la producción y uso de las RTA's (Sanidad vegetal). En: Informe anual 1993-94 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX36-IX49.
- CONDORI, P., J. FRANCO. 1994. Evaluación de cultivos andinos al ataque de *Nacobbus aberrans*. En: Informe anual 1993-94 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IIIN 50- IIIN 52.
- CONDORI, P., E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, M. ORTUÑO. 1995a. Estrategias de control químico de la roya de la papalisa (*Aecidium* sp.) en la zona de Laimetoro. En: Informe anual 1994-95 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX58-IX63.
- CONDORI, P., E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, S. GONZALES, G. PLATA. 1995b. Estrategias de control integrado de las pudriciones radicales en el cultivo de papalisa (*Ullucus tuberosus*) en

- la localidad de Sapanani. En: Informe anual 1994-95 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX64-IX71.
- CONDORI, P., R. CALDERON, S. GONZALES. 1995c. Seguimiento, identificación y determinación del porcentaje de daño del gusano de la oca (*Systema* sp.). En: Informe anual 1994-95 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX77-IX85.
- CONDORI, P., V. ALVAREZ, E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, S. GONZALES. 1995d. Diagnóstico e identificación de virus en RTA's, mediante pruebas serológicas. En: Informe anual 1994-95 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX72-IX73.
- CONDORI, P., V. ALVAREZ, S. GONZALES, F. TERRAZAS. 1995e. Selección positiva para evitar la degeneración de tubérculos semilla en oca (*Oxalis tuberosa*) y papalisa (*Ullucus tuberosus*). En: Informe anual 1994-95 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX74-IX76.
- CONDORI, P., J. FRANCO. 1995. Evaluación de pérdidas de rendimiento en campo por *Thecavermiculatus* sp. en el cultivo de oca. En: Informe anual 1994-95 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX86-IX87.
- COSSIO, R. 1998. Descripción y evaluación del sistema de producción de la papalisa (*Ullucus tuberosa*) en la zona de Sapanani. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Martín Cardenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 100p.
- ESPRELLA, R. 1993. Evaluación en parcelas campesinas del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) en función al tiempo de descanso en el Altiplano Central Boliviano. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 99p.
- GARCIA, W., E. GUEVARA. 2002. Ensayo comparativo de calidades de semilla de papalisa en Candelaria. En: Informe anual Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 3p.
- GONZALES, S., A. DEVAUX, P. CONDORI, F. TERRAZAS. 1994. Determinación de los factores limitantes de la producción y uso de las RTA's (Agrofisiología). En: Informe anual 1993-94 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX18-IX35.
- GONZALES, R., F. TERRAZAS. 2001. Producción de papalisa y oca de calidad, para comercialización y procesamiento. En: Informe anual 2000-2001 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 6p.
- GONZALES, R., J. ALMANZA, W. GARCÍA. 2002. Capacitación sobre el control químico de la qaracha (*Rhizoctonia* sp.) de la papalisa. En: Informe anual Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. 29-33.
- HOOKE, W. J.. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Trad. al español por Ames Icochea, T. del Compendium of Potato Diseases. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 166p.
- ORTUÑO, M., E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, G. PLATA, J. ALMANZA. 1996. Estrategias de control químico de la pudrición radicular (Muk'uru) en el cultivo de papalisa (*Ullucus tuberosus* Loz.) en la localidad de Sapanani. En: Informe anual 1995-96 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX73-IX77.
- ORTUÑO, M., E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, J. ALMANZA, O. NAVIA. 1996. Validación de

estrategias de control químico de la roya de la papalisa (*Aecidium ulluci* Jorstad) en la zona de Laimetoro. En: Informe anual 1995-96 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX78-IX82.

ORTUÑO, M. 1997. Estrategias de control químico de la roya de la papalisa (*Aecidium ulluci* Jorstad) en la zona de Laimetoro. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 105p.

ORTUÑO, M., E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, J. ALMANZA. 1999. Como reconocer a la Roya de la papalisa. Ficha técnica No.1-1999 Proyecto Recursos Genéticos, Fundación PROINPA. 4p.

ORTUÑO, M., E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, J. ALMANZA. 1999. Control químico de la Roya de la papalisa. Ficha técnica No.2-1999 Proyecto Recursos Genéticos, Fundación PROINPA. 4p.

REVOLLO, G., J. ALMANZA, R. CALDERON, L. CRESPO, J. PEREZ. 1996. Biología, fluctuación poblacional y búsqueda de estrategias para el control de *Systema* sp. (gusano de la oca) en la zona de Morochata. En: Informe anual 1995-96 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX83-IX87.

REVOLLO, G. 1998. Biología y fluctuación poblacional del gusano de la oca *Systema* sp. en la Localidad de Piusilla-Morochata. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Martín Cárdenas), Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 82p.

VILLARROEL, C. L. 199?. Técnicas de cultivo de tejidos para la producción de plantas de papa de alta calidad fitosanitaria. Programa de Investigación de la Papa, IBTA-CIP-COTESU. Cochabamba, Bolivia. 6p.