

Conservación y producción de papalisa (*Ullucus tuberosus*)



CONSERVACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPALISA (*Ullucus tuberosus*)

Edición técnica: Ximena Cadima
Willman García
Janett Ramos

Documento de trabajo No. 23

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

Cochabamba, Bolivia
2003

X. Cadima, W. García, J. Ramos

CONSERVACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPALISA
(*Ullucus tuberosus*)

Área Temática de Recursos Genéticos (RRGG)- Fundación PROINPA.

Cochabamba, Bolivia. 2003.

84 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 contiene resultados de investigaciones en el cultivo de la papalisa (*Ullucus tuberosus*) 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); y responde a la necesidad de ponerlos a disposición de otras entidades de investigación y desarrollo agrícola en Bolivia y de otros países de la zona Andina.

En el primer capítulo se analiza la importancia del cultivo de la papalisa en el sistema alimentario nacional, las zonas y sus sistemas de producción, manejo, limitantes, variedades, rendimientos y otros. En el segundo capítulo se desarrollan resultados de las investigaciones en conservación *in situ* y *ex situ* y su complementariedad para la conservación efectiva de la biodiversidad de la papalisa y otros tubérculos andinos. En el tercero, se abordan estudios sobre mejoramiento en la calidad de la semilla, fertilización, agrofisiología, post cosecha y aptitud industrial.

No obstante que la información que se proporciona es valiosa, en el tiempo ésta debe ser enriquecida con la investigación a partir de demandas y prioridades identificadas junto con agricultores e instituciones en las diferentes zonas productoras. Asimismo, es importante continuar difundiendo este conocimiento a través de metodologías participativas a mayor número de agricultores de las zonas productoras que lo requieran.

Esperamos que este documento también sea útil para propósitos de aplicación o adecuación de las tecnologías expuestas y/o para la planificación de investigación de otras nuevas, particularmente en donde los tubérculos andinos resultan importantes para la economía agrícola local. La planificación de apoyo a la producción de la papalisa deberá ser de carácter integral, considerando además la comercialización, procesamiento y consumo y por ende la conservación de su diversidad, bienestar social 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 soporte técnico, coordinación, facilidades y logística de la Fundación PROINPA, y a la planificación, recomendaciones y apoyo económico del Programa Colaborativo de Manejo de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos (CONDESAN-CIP-COSUDE); y su elaboración y publicación, al apoyo financiero del Proyecto Papa Andina (CIP-COSUDE).

A los ingenieros Franz Terrazas, María Luisa Ugarte, Silvia Gonzáles, Pablo Condori, Juan Almanza, Ximena Cadima, Víctor Iriarte, Rolando Oros, Willman García, Rhimer Gonzáles, Carmen Luz Villarroel, Mario Ortuño, Grover Valdivia, Sandra Huaman, Ana Gloria Badani y Gino Aguirre; quienes con su trabajo y dedicación profesional han contribuido en la generación de la información que se desarrolla en el presente documento. Asimismo, a los siguientes profesionales que en calidad de egresados de la carrera de Agronomía contribuyeron con la información de sus tesis de grado: Raúl Cossio, Samuel Gaspar, Fernando Patiño y Erika Guevara.

Los editores

CONTENIDO

SOBRE ESTE DOCUMENTO.....	v
PREFACIO.....	vii
RECONOCIMIENTOS.....	viii
CONTENIDO.....	ix
CUADROS.....	xii
FIGURAS.....	xiv
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xv
CAPITULO I.....	17
CONSIDERACIONES BÁSICAS DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPALISA (<i>Ullucus tuberosus</i> L.).....	19
1.1. ANTECEDENTES.....	19
1.2. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PAPALISA EN BOLIVIA.....	20
1.3. ZONAS PRODUCTORAS.....	23
1.3.1. Características agroecológicas de las zonas productoras.....	23
1.3.1.1. Pisos altitudinales.....	23
1.3.1.2. Requerimiento climático.....	23
1.3.1.3. Suelos.....	24
1.4. FACTORES QUE FAVORECEN LA PRODUCCIÓN DE LA PAPALISA.....	24
1.4.1. Factores socioculturales.....	24
1.4.2. Factores socioeconómicos.....	24
1.4.3. Factores medioambientales.....	24
1.5. FACTORES LIMITANTES EN LA PRODUCCIÓN DE LA PAPALISA.....	25
1.5.1. Limitantes socioeconómicas.....	25
1.5.2. Limitantes bióticas.....	25
1.5.3. Limitantes abióticas.....	25
1.6. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPALISA EN DIFERENTES ZONAS PRODUCTORAS.....	27
1.6.1. Candelaria (Zona Colomi).....	27
1.6.2. Sapanani (Alturas de Sacaba).....	27
1.6.3. Laimetoro y Mojón (Zona Lope Mendoza-Totora).....	28
1.6.4. Piusilla (Zona Morochata).....	28
1.6.5. Buena Vista y Chuchuani-Pocanche (Zona Independencia).....	29
1.7. VARIEDADES CULTIVADAS.....	29
1.8. MANEJO AGRONÓMICO.....	30
1.8.1. Suelos.....	30
1.8.2. Semilla.....	30
1.8.3. Siembra.....	30
1.8.4. Fertilización.....	31
1.8.5. Labores Culturales.....	31
1.8.6. Cosecha.....	31
1.8.7. Almacenamiento.....	31
1.8.8. Destino de la producción.....	31
1.9. RENDIMIENTOS.....	31

CAPITULO II	33
CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i> Y <i>EX SITU</i> DEL CULTIVO DE LA PAPALISA	35
2.1. CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i>	35
2.1.1. MICROCENTROS DE BIODIVERSIDAD	35
2.1.1.1. Microcentros de biodiversidad de la papalisa y de otros tubérculos andinos en el Departamento de Cochabamba	35
2.1.1.2. Microcentros de biodiversidad de la papalisa y de otros tubérculos andinos en el Departamento de La Paz 36	36
2.1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA PAPALISA	36
2.1.2.1. Objetivos de la producción (comercialización y uso familiar)	36
2.1.2.2. Incorporación de nuevas variedades	37
2.1.2.3. Hábitos de consumo	37
2.1.3. REVALORIZACIÓN E INCENTIVO A LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA PAPALISA Y DE OTROS TUBERCULOS ANDINOS	37
2.1.4. DINÁMICA DEL MANEJO DEL GERMOPLASMA DE LA PAPALISA A NIVEL FAMILIAR Y COMUNAL	39
2.1.4.1. Dinámica espacial: manejo del germoplasma de la papalisa en el espacio	39
2.1.4.2. Dinámica temporal: manejo de germoplasma de papalisa en el tiempo	39
2.1.4.3. Dinámica espacial de flujos de semilla de la papalisa y otros tubérculos andinos en la zona circunlacustre del lago Titicaca	40
2.1.5. INVENTARIACIÓN DE LA DIVERSIDAD DEL CULTIVO DE LA PAPALISA	40
2.1.5.1. Etnobotánica	42
2.2. CONSERVACION <i>EX SITU</i>	42
2.2.1. RECOLECCIÓN	42
2.2.2. MANTENIMIENTO	44
2.2.2.1. Conservación en campo	45
2.2.2.2. Conservación en invernadero	45
2.2.2.3. Conservación en almacén	45
2.2.2.4. Conservación <i>in vitro</i>	45
2.2.2.5. Conservación de semilla sexual	47
2.2.3. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN	47
2.2.3.1. Caracterización morfológica	47
2.2.3.2. Nivel de ploidia de la colección de papalisa	49
2.2.3.3. Evaluación	49
2.2.4. DOCUMENTACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA CON LA COLECCIÓN DE PAPALISA	50
2.2.5. DINAMIZACIÓN DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA PAPALISA Y DE OTROS TUBÉRCULOS ANDINOS	51
CAPITULO III	53
INVESTIGACIONES EN EL MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LA PAPALISA	55
3.1. CALIDAD DE LA SEMILLA	55
3.1.1. Limpieza viral en el cultivo de papalisa	56
3.2. FERTILIZACIÓN	57
3.3. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	58

3.3.1. NEMATODOS.....	58
3.3.1.1. El nematodo <i>Nacobbus aberrans</i>	58
3.3.2. HONGOS.....	58
3.3.2.1. La Roya de la papalisa	58
3.3.2.2. El Mukuru de la papalisa.....	59
3.3.2.3. La Q'aracha o rhizoctoniasis de la papalisa	59
3.3.3. VIRUS	62
3.4. AGROFISIOLOGÍA	63
3.4.1. Fenofases de desarrollo en los cultivos de papalisa y papa.....	63
3.4.2. Análisis de crecimiento	64
3.4.3. Rendimiento.....	64
3.5. ESTUDIOS DE POST-COSECHA	65
3.5.1. Almacenamiento	65
3.5.1.1. Tipos de almacenes tradicionales y formas de almacenamiento.....	65
a) Viviendas	66
b) Phinas	66
c) Zarzo	67
d) Almacenamiento en campo	67
e) Phutus.....	67
3.5.1.2. Período de almacenamiento.....	67
3.5.1.3. Pérdidas de almacenamiento	68
a) Pérdidas en peso (fisiológicas).....	68
b) Pérdidas por enfermedades e insectos.....	68
3.5.1.4. Grado de brotamiento de la papalisa almacenada.....	68
3.5.1.5. Luz difusa y oscuridad en la calidad de los tubérculos semilla de papalisa	69
3.5.2. Infraestructura de almacenes familiares de papalisa en la zona de Candelaria.....	69
CAPITULO IV.....	73
INVESTIGACIONES SOBRE LA APTITUD AGROINDUSTRIAL DE LA PAPALISA.....	75
4.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y APTITUD INDUSTRIAL DE LA PAPALISA.....	75
4.2. HOJUELAS Y BASTONES DESHIDRATADOS DE PAPALISA.....	75
4.3. HARINA DE PAPALISA	76
BIBLIOGRAFÍA	79

CUADROS

Cuadro 1. Composición nutritiva de los tubérculos de papalisa (valores sobre materia seca expresados en porcentaje).....	19
Cuadro 2. Miligramos de aminoácidos por gramo de proteína en tubérculos de papalisa	19
Cuadro 3. Principales zonas y comunidades productoras de tubérculos andinos en el Departamento de Cochabamba. 1993-1994.	23
Cuadro 4. Factores limitantes en la producción de papalisa (<i>U. tuberosus</i>) en tres principales zonas productoras de Cochabamba.	26
Cuadro 5. Épocas de siembra y destino de la producción de la papalisa según pisos altitudinales en la microregión Candelaria	27
Cuadro 6. Características de manejo y variedades predominantes de papalisa en diferentes zonas productoras.	30
Cuadro 7. Destino de la producción de la papalisa en diferentes zonas productoras.	31
Cuadro 8. Rendimientos promedio de papalisa en las zonas de Colomi- Sacaba (Sapanani) y Lope Mendoza-Totora. Campaña 1993-1994.....	32
Cuadro 9. Rendimientos promedio del cultivo de la papalisa en distintos pisos altitudinales de la microregión Candelaria (en t/ha y en cargas la relación semilla/producto). 1995-96.	32
Cuadro 10. Número de variedades de papalisa por zona de producción en el departamento de Cochabamba.	36
Cuadro 11. Variedades de papalisa en tres ferias comunales del microcentro Candelaria.....	38
Cuadro 12. Principales ferias agrícolas tradicionales en la zona circunlacustre del Lago Titicaca. 1999-2000.	40
Cuadro 13. Caracterización morfológica de variedades de papalisa en Colomi, Laimetoro y Chuchuani. 1994-95.	41
Cuadro 14. Acciones de papalisa recolectadas en los Departamentos de Cochabamba y la Paz.....	43
Cuadro 15. Número de acciones de papalisa recolectadas por departamento y provincia. 1995-96.	44
Cuadro 16. Acciones de papalisa conservados en campo, invernadero e <i>in vitro</i> desde 1993-94 a 2001-02.	46
Cuadro 17. Duplicidad y variabilidad aproximada de la colección de papalisa. 1995-96.....	47
Cuadro 18. Descriptores más representativos por componente principal en papalisa.	48
Cuadro 19. Número de morfotipos en evaluaciones de tubérculos en la colección de papalisa. 1998-99.	49
Cuadro 20. Número de cromosomas y de cloroplastos en tres entradas de papalisa. Toralapa, 1995-96.	49
Cuadro 21. Presencia de virus en 84 acciones de la colección de papalisa. Toralapa, 1995-96.	49
Cuadro 22. Incremento en los rendimientos del cultivo de papalisa por efecto de la selección positiva en diferentes zonas productoras. 1995-96 a 1997-98.	56
Cuadro 23. Cantidades estimadas de fertilizantes químicos y enmiendas orgánicas en la siembra de papa y papalisa, en las zonas de Colomi y Lope Mendoza-Totora. 1994-95.	57
Cuadro 24. Incidencia de virus en porcentaje en tubérculos semilla de papalisa, procedentes de plantas con y sin selección positiva en tres zonas productoras.	62
Cuadro 25. Fenofases de desarrollo en papa (var. Waych'a) y papalisa (Var. Manzana).....	63
Cuadro 26. Variables de crecimiento de los cultivos de papa y papalisa.....	64
Cuadro 27. Formas tradicionales de almacenamiento de la oca, papalisa e isaño en las zonas productoras de Colomi, Lope Mendoza- Totora, Morochata e Independencia.	66

Cuadro 28. Características de los almacenes tipo “vivienda” en el almacenamiento de tubérculos de papalisa, en las zonas de Colomi y Lope Mendoza. 1994-95.....	68
Cuadro 29. Pérdidas en peso y grado de brotamiento de los tubérculos semilla de papalisa, almacenados bajo condiciones de luz difusa y oscuridad. Mojón (Lope Mendoza) y Toralapa (Prov. Tiraque). 1995-96.	69
Cuadro 30. Principales sistemas tradicionales de almacenamiento de papalisa manejados por agricultores de la zona de Candelaria.....	69
Cuadro 31. Características intrínsecas de los tubérculos de dos variedades de papalisa.	75
Cuadro 32. Resultados en la obtención de hojuelas y bastones deshidratados.....	76
Cuadro 33. Resultados en la obtención de harina de papalisa.	76

FIGURAS

Figura 1. Cultivo de papalisa y características morfológicas de flor.....	21
Figura 2. Variabilidad morfológica de los tubérculos en el cultivo de la papalisa.....	21
Figura 3. Superficie cultivada (ha), rendimiento (kg/ha) y producción (TM) de la papalisa en siete departamentos de Bolivia, en el período 1983-84 y 1997-98 (INE, 1999)	22
Figura 4. Variación de la superficie cultivada (ha), rendimientos (t/ha) y producción (TM) de la papalisa en Bolivia en el período de 15 años (1983-84/ 1997-98).	22
Figura 5. Formas de uso y transformación de la papalisa expuestas en la Feria Regional de Biodiversidad de Colomi.	38
Figura 6. Relación del porcentaje de la colección duplicada de papalisa y su variabilidad genética . 1997-98.	48
Figura 7. Síntomas de la roya (<i>Aecidium ulluci</i> Jorstad) en hojas de la papalisa.	61
Figura 8. El “mukuru de la papalisa”: pudrición en la punta de la raíz por la presencia del hongo <i>Fusarium</i> sp.	61
Figura 9. La “q’aracha” de la papalisa afecta la calidad de los tubérculos.....	61
Figura 10. Rendimientos de papalisa (t/ha) en parcelas con y sin estrategias de control de la q’aracha (<i>Rhizoctonia</i> sp.) en el microcentro Candelaria.....	60
Figura 11. Rendimiento potencial de los cultivos de papa (var. Waych’a) y papalisa (var. Manzana) en relación de los rendimientos promedio de la zona de Candelaria.	65
Figura 12. Volumen de venta, consumo y semilla, respecto al total de producción de la papalisa y de otros tubérculos andinos, en la zona de Candelaria en los meses de marzo a mayo.	70
Figura 13. Modelo definitivo de almacén familiar para tubérculos de oca y papalisa destinados a la comercialización y también para tubérculos de papa e isaño.	70
Figura 14. Variación de los precios de oca y papalisa en el mercado de Colomi. 2000-2001.....	71

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.

Crecimiento. El crecimiento es un fenómeno cuantitativo susceptible de medirse, es el aumento irreversible y permanente de tamaño en una célula, órgano u organismo que puede ir acompañado por un aumento de peso (ya sea fresco o seco), longitud o diámetro del cuerpo del vegetal, aumento en número, volumen, etc. (Rojas y Rovalo, s/f.; Fernandez y Johnston, 1986; Lira, 1994).

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

Desarrollo. Proceso irreversible de cambios graduales o abruptos en un organismo, el cual se verifica como un patrón más o menos fijo según la especie (Bidwell, 1979; Goudriaan y Van Laar, 1994). Puede entenderse como el paso a través de consecutivas fases fenológicas y se caracteriza por una ordenada y progresiva tasa de aparición de órganos vegetativos y reproductivos (van Keulen y Wolf, 1986).

Diagnóstico Rápido Rural: Metodología que utiliza técnicas sociales y agronómicas que consisten en conversaciones abiertas, entrevistas no formales y mediciones de campo. Este tipo de diagnóstico es más enfocado a los aspectos cualitativos y sirve para entender directamente el entorno socio-económico y del sistema de producción de los agricultores en términos de sus propias perspectivas o conocimientos locales. Este método ayuda a definir los tipos de agricultores más importantes e identificar áreas de prioridad además mejora la validez de las investigaciones subsiguientes.

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.

Gallinaza: Estiércol de gallinas de granja.

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).

Índice de Área Foliar (IAF). Expresa la superficie de intercepción de luz de la hoja sobre la superficie de suelo del cultivo.

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.

Q'allpa (quechua): Suelos que han sido cultivados anteriormente y que quedan dispuestos para la siembra de otro cultivo.

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.

CAPITULO I.
CONSIDERACIONES BÁSICAS DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO
DE LA PAPALISA (*Ullucus tuberosus* L.)

CONSIDERACIONES BÁSICAS DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPALISA (*Ullucus tuberosus* L.)

1.1. ANTECEDENTES

La papalisa (*Ullucus tuberosus* L.) es un tubérculo originario de los Andes y se cultiva desde Venezuela hasta el Norte Argentino (Tapia, 1982). En Bolivia, ocupa una importancia menor que la papa (*Solanum* spp.) y oca (*Oxalis tuberosa*), sin embargo, se considera un rubro importante para los agricultores en los sistemas de producción tradicionales entre los 3300 a 3600 msnm, por ser fuente de ingresos económicos y de alimentación. La papalisa taxonómicamente pertenece a la Clase Dicotyledoneae, Orden Caryophyllales y a la Familia Basellaceae.

La papalisa recibe diferentes denominaciones en los países donde se produce, melloco, hubas, chuga, chigua (Ecuador), olluco, papalisa, lisa (Perú), illoco, ulluma, papalisa, lisa (Bolivia), ulluma, illaco, chuga, chiga (Colombia), ruba, timbo, mucuchi, tiquiño, ulluco (Venezuela), olluco (Argentina).

Desde el punto de vista nutritivo, la papalisa es una gran fuente de carbohidratos, proteínas y vitaminas. Las hojas contienen altos niveles de proteína, calcio y caroteno. El valor nutritivo de los tubérculos, descansa principalmente en el contenido de proteínas que a su vez son fuente de aminoácidos. La papalisa contiene seis de los ocho aminoácidos esenciales en la dieta humana (Cuadros 1 y 2) (Lescano, 1994).

Cuadro 1. Composición nutritiva de los tubérculos de papalisa (valores sobre materia seca expresados en porcentaje).

Componentes	Mínimo (%)	Máximo (%)
Proteínas	10.8	15.7
Carbohidratos	73.5	81.1
Grasas	0.1	1.4
Cenizas	2.8	4.0
Fibra cruda	3.6	5.0
Humedad	86	86.2
Calorías	377.0	381.0

Fuente: Elaborado en base a datos de Morales, 1988.

Cuadro 2. Miligramos de aminoácidos por gramo de proteína en tubérculos de papalisa

Aminoácidos	mg/g proteína
Lisina	58.0
Triptófano	46.0
Valina	37.0
Isoleucina	41.0

Leucina	56.5
Treonina	6.7

Fuente: Lescano, 1994.

Morfológicamente, la papalisa es una planta herbácea que alcanza 20 a 50 cm de alto, esta formada por 3 a 6 tallos carnosos, a veces rastreros, las hojas son gruesas y acorazonadas, succulentas, alternas de peciolo largo y de color verde oscuro en el lado superior, más claro en el lado inferior, al final de su ciclo queda postrada (Hernandez y León, 1992; Tapia, 1993). Las flores son pequeñas de color amarillento, tienen forma de estrella, con un perigonio de cinco sépalos (Figura 1), muy rara vez forma frutos; la semilla tiene forma de pirámide invertida, con ángulo muy prominente y superficie corrugada. Existe una gran variación en forma, tamaño y color de los tubérculos (Figura 2), los hay pequeños, alargados hasta redondos del tamaño de una papa, pueden ser de color blanco, amarillo, verde o de diferentes tonos de rojo; los ojos son muy superficiales y sin brácteas (Cárdenas, 1989, Tapia, 1993).

1.2. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA PAPALISA EN BOLIVIA

En Bolivia, la papalisa se cultiva en siete de los nueve departamentos (Chuquisaca, La Paz, Cochabamba, Oruro, Potosí, Tarija y Santa Cruz), sin embargo, de acuerdo a datos disponibles de 15 años del INE (1999) entre 1983-84 y 1997-98, la mayor superficie cultivada y producción promedio de este tubérculo se encuentra en Cochabamba y Chuquisaca. A nivel nacional la superficie total cultivada con papalisa en 15 años fue 3166 has y la producción total 10404 TM. En el mismo período los rendimientos promedio llegaron a 2892 kg/ha siendo los más bajos de la región andina. Los departamentos donde la papalisa rinde más de acuerdo a la misma fuente en 15 años, son Cochabamba (3825 kg/ha), Santa Cruz (3637 kg/ha), Tarija (3084 kg/ha) y La Paz (2816 kg/ha) (Figura 3) (INE, 1999).

Asimismo, los datos mostraron que los cambios en la producción de la papalisa están directamente relacionados con los de rendimiento, y que a partir de 1987-88 los rendimientos y en consecuencia la producción experimentaron incrementos moderados, por efecto además del incremento relativo de la superficie cultivada a partir de 1988-89 (Figura 4).



Figura 1. Cultivo de papalisa y características morfológicas de la flor.



Figura 2. Variabilidad morfológica de los tubérculos en el cultivo de la papalisa.

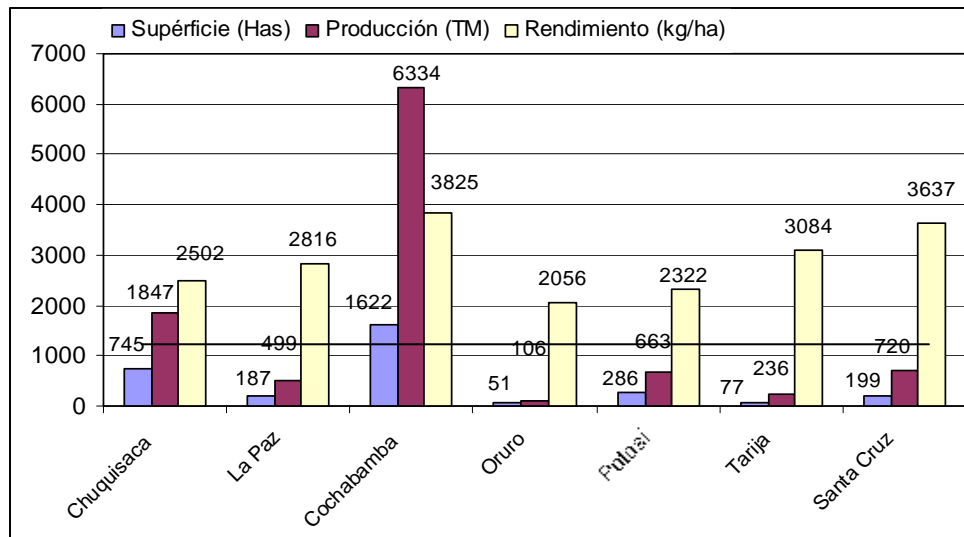


Figura 3. Superficie cultivada (ha), rendimiento (kg/ha) y producción (TM) de la papalisa en siete departamentos de Bolivia en el período 1983-84 y 1997-98 (INE, 1999).

Considerando que la producción de papalisa es consumida fundamentalmente por la población boliviana (población urbana y rural), ya que este tubérculo no se exporta, se puede indicar que el consumo de este tubérculo, aumentó moderadamente a partir de 1988-89 y que desde 1991-92, a excepción del año 1993-94, se mantuvo relativamente estable hasta 1997-98.

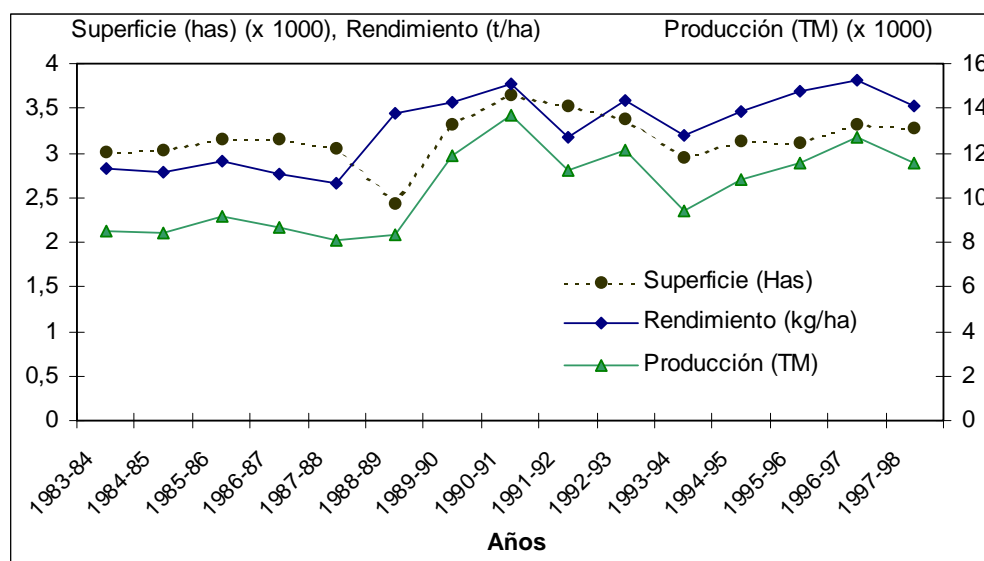


Figura 4. Variación de la superficie cultivada (ha), rendimientos (t/ha) y producción (TM) de la papalisa en Bolivia en el período de 15 años (1983-84/ 1997-98).

1.3. ZONAS PRODUCTORAS

Las principales zonas productoras de papalisa y de otros tubérculos andinos son Colomi y Sacaba (Sapanani) (Prov. Chapare), Lope Mendoza-Totora (Prov. Carrasco) y Morochata-Independencia (Prov. Ayopaya) (Cuadro 3), la identificación y priorización de estas zonas se determinó a partir de sondeos en 14 ferias agrícolas rurales en nueve provincias del departamento.

Cuadro 3. Principales zonas y comunidades productoras de papalisa y de otros tubérculos andinos en el Departamento de Cochabamba. 1993-1994.

Provincias	Zona	Comunidades
Chapare	Colomi-Sacaba	Colomi: Kayarani, Candelaria (Pico Central, Rodeo Alto) Sacaba: Sapanani
Carrasco	Lope Mendoza -Totora	Laimetoro, Miskamayu, Mojón
Ayopaya	Morochata- Independencia	Piusilla, Chururi, Torreni, Chuchuaní

1.3.1. Características agroecológicas de las zonas productoras

1.3.1.1. Pisos altitudinales

Las zonas productoras de tubérculos andinos por lo general presentan tres pisos altitudinales: Bajo (3100 a 3350 msnm), Intermedio (3350 a 3600 msnm) y Alto (3600 a 4000 msnm). En el piso intermedio es donde la papalisa tiene mayor importancia en cuanto a la superficie cultivada y

producción, respecto a los otros dos pisos altitudinales, debido a que en este piso se encuentra una mayor proporción de laderas, cuyas condiciones de humedad, suelo y de clima (heladas menos intensas) son favorables al cultivo.

El piso intermedio (laderas) se caracteriza porque la agricultura es a secano, aunque también existen zonas bajo riego. El uso del suelo es semi intensivo, es decir con descansos relativamente prolongados (2 a 4 años) y el uso de fertilizantes es menor en relación del Piso Bajo. La papa es el cultivo principal y le siguen en rotación la oca o la papalisa, luego avena o haba y posteriormente la parcela descansa.

1.3.1.2. Requerimiento climático

Las condiciones climáticas frías y húmedas son en las que mejor se desarrolla la papalisa. Las zonas productoras de este cultivo como Colomi, Lope Mendoza-Totora y Morochata-Independencia, presentan temperaturas promedio de 10 a 12°C y una precipitación de 700 a 885 mm al año.

1.3.1.3. Suelos

Las zonas productoras de papalisa en Cochabamba, presentan suelos moderado a fuertemente ácidos y niveles moderado a altos de materia orgánica. Las bases intercambiables como el Sodio (Na) y Potasio (K) son bajas a moderadas. El Fósforo asimilable (P), es bajo a alto. La textura de los suelos es Franco, Franco Arcilloso y Franco Limo Arcilloso. Las pendientes de las parcelas son pronunciadas (20 a 50%) especialmente en las zonas de altura. Generalmente la papalisa es sembrada después de la papa en “q'allpas”¹ de papa. De acuerdo al criterio del agricultor, los suelos claros favorecen la producción de papalisa.

En cuanto al manejo de los suelos, los agricultores en Colomi, Lope Mendoza-Totora y Sacaba (Sapanani), siembran sus cultivos por unidad familiar, en cambio en Morochata la siembra es en “Aynokas”²

1.4. FACTORES QUE FAVORECEN LA PRODUCCIÓN DE LA PAPALISA

De modo general, se da a conocer un listado de factores que favorecen la producción de la papalisa (Gonzales *et al.*, 1994):

1.4.1. Factores socioculturales

La alimentación tradicional es parte de la cultura del país y por lo tanto el consumo, en este caso de la papalisa, es uno de los factores favorables a su producción.

¹ **Q'allpa** (quechua): Suelos que han sido cultivados anteriormente y que quedan dispuestos para la siembra de otro cultivo.

² **Aynoka**: Es un territorio más o menos amplio y con una gestión colectiva, donde todos los comunarios realizan sus siembras en parcelas de la aynoqa correspondiente y es donde se mantiene la propiedad individual. La rotación de cultivos es fija o predeterminada, el cual se inicia con un cultivo de cabecera que es la papa, luego de la rotación los descansos son prolongados. Cada comunario siembra de cuatro a seis parcelas por año (Esprella, 1993).

1.4.2. Factores socioeconómicos

La papalisa es parte de la dieta alimenticia de los agricultores y su producción constituye una fuente de ingresos económicos.

Otros de los factores que favorecen la producción de papalisa es el bajo costo de producción (3100-3600 bs/ha) en relación de la papa (5900 y 8500 bs/ha), ya que el uso de insumos como fertilizantes y productos fitosanitarios es menor.

1.4.3. Factores medioambientales

Las condiciones medioambientales de las zonas productoras son favorables a la producción de papalisa, es decir son húmeda-frías (humedad relativa >70%), con temperaturas que fluctúan entre 4°C min. y 17°C max. y las precipitaciones anuales sobrepasan los 800 mm. Asimismo, en las zonas productoras las altitudes que más favorecen el cultivo de la papalisa son aquellas que varían de 2900 a 3600 msnm.

1.5. FACTORES LIMITANTES EN LA PRODUCCIÓN DE LA PAPALISA

1.5.1. Limitantes socioeconómicas

Entre las limitantes socioeconómicas, una de las más importantes que señalan los agricultores de las zonas productoras de papalisa es la comercialización, por los bajos precios de venta debido a su poca demanda en relación de la papa. A su vez las limitantes para la comercialización de la papalisa es la baja promoción de su uso y además que es un cultivo perecedero no se puede almacenar mucho tiempo en fresco. Estas limitantes restringen el incremento de los niveles de producción de la papalisa (Cuadro 4) (Gonzales *et al.*, 1994).

1.5.2. Limitantes bióticas

Entre las limitantes bióticas, sobresale la mala calidad de semilla de la papalisa por incidencia de virus, esta limitante es generalizada con diferente grado de importancia en las diferentes zonas productoras. También se detectó que enfermedades como el “muckuru” (*Fusarium* sp.), la roya (*Aecidium ulluci*) y la “q’aracha” (*Rhizoctonia* sp.) de la papalisa, son problemas localizados en Sapanani (Sacaba), Laimetoro (Lope Mendoza-Totora) y Candelaria (Colomi), respectivamente; y que generalmente los mismos ocurren porque la producción del cultivo es de carácter comercial y esta concentrada en una sola o dos variedades (Holandesa y Manzana) (Cuadro 4) (Gonzales *et al.*, 1994; Gonzales y Terrazas, 2001).

1.5.3. Limitantes abióticas

Como limitantes abióticas, se identificaron la erosión y degradación paulatina de la fertilidad de los suelos, como problemas generales a nivel de todas las zonas productoras de papalisa. Así también, las heladas, exceso de lluvias o sequías que afectan considerablemente la producción (Cuadro 4).

Cuadro 4. Factores limitantes en la producción de papalisa (*Ullucus tuberosus*) en tres principales zonas productoras de Cochabamba.

Factores limitantes	Magnitud de presencia	Zonas/comunidad	% estimado de pérdidas	Prioridad (*) (escala 1 a 10)
SOCIOECONOMICOS				
Comercialización (Bajos precios, poca demanda)	Generalizada	Colomi	-	10
		Lope Mendoza-Totora	-	10
		Morochata-Independencia	-	10
BIOTICOS				
Mala calidad de semilla	Generalizada	Todas las zonas	-	10
Hongos:				
Muckuru (<i>Fusarium</i> sp., en raíces)	Localizada	Sacaba (Sapanani)	En rendimiento: 60 a 70	10
Roya (<i>Aecidium</i> ulluci, en follaje)	Localizada	Lope Mendoza-Totora (Laimetoro)	En rendimiento: 60 a 70	10
		Colomi (Candelaria)	Daño en hojas: 54 a 66%	10
Q'aracha (<i>Rhizoctonia solani</i> , en tubérculos)	Localizada	Colomi (Candelaria)	Afecta a la calidad del tubérculo	10
Musuro (<i>Phoma exigua</i> , en tubérculos)	Localizada (en almacén)	Sacaba (Sapanani)	No cuantificado	-
Tojtu de la papalisa (<i>Phytophthora</i> sp.):planta completa y tubérculos	Localizada	Colomi (Candelaria)	Daño en las hojas: 13 a 22%	
<i>Alternaria</i> (<i>Alternaria</i> sp.)	Localizada	Colomi (Candelaria)	Daño en las hojas: 14 a 40%	
T'oqo t'oqo	Localizada	Independencia (Buena Vista, Chuchuani-Pocanche)	Pudrición en el tubérculo ya formado, antes de la cosecha	

Virus				
UMV, UVC, PapMV, TMV-U, PLRV	Generalizado	Sacaba (Sapanani incidencia, Candelaria)	Colomi 50-80% 40-50%	Daño en rendimiento: Sapananai: 16 a 73- Candelaria: 12 a 32
UMV, UVC, PapMV, TMV-U, PLRV		Lope (Laimetoro incidencia)	Mendoza-Totora 50-80%	Daño en rendimiento: Laimetoro: 4 a 49
No identificados		Morochata-Independencia		No cuantificado
Insectos:				
Silvi (Noctuido), cortador de tallos.	Generalizada cuando se presentan sequías	Todas las zonas		10 a 20
Pulgón (<i>Myzus</i> sp.), daño en follaje	Localizado	Sacaba (Sapanani)		No cuantificado
Laqatu	Generalizado	Todas las zonas		Daño en los tubérculos
Nematodos:				
Rosario (<i>Nacobbus aberrans</i>)	Generalizada	Colomi		Afecta las raíces
		Lope Mendoza-Totora		5
		Morochata-Independencia		7
				6
ABIOTICOS				
Heladas y sequías	Ocasionales	Todas las zonas		80 a 90
Suelos: erosión y disminución paulatina de la fertilidad	Generalizado	Todas las zonas		-
Excesiva precipitación	Localizado	Colomi		-

Nota: * La columna de priorización se hizo en base a la siguiente escala de calificación: 1 a 3 = Prioridad baja; 4 a 7 = Prioridad intermedia y de 8 a 10 = Prioridad alta.

Fuente: Gonzales *et al.*, 1994; Condori *et al.*, 1994; Gonzales e Iriarte, 1997; Terrazas *et al.*, 1997; Iriarte *et al.*, 1998; Cossio, 1998; Gonzales y Terrazas, 2001.

1.6. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPALISA EN DIFERENTES ZONAS PRODUCTORAS

Cada zona productora de papalisa tiene su característica peculiar en cuanto a su forma de producción. A continuación se dan a conocer las características principales de producción de la papalisa en algunas subzonas o comunidades que pertenecen a las zonas productoras de Colomi-Sacaba (Prov. Chapare), Lope Mendoza-Totora (Prov. Carrasco) y Morochata-Independencia (Prov. Ayopaya).

1.6.1. Candelaria (zona Colomi)

En la microregión Candelaria existe una moderada diversidad de papalisa (4 a 5 cultivares). A nivel familiar la superficie destinada al cultivo de papalisa es menor que la oca. Cada agricultor maneja entre 4 y 6 parcelas que sumadas para el cultivo de papalisa llegan de 500 a 1500 m², aproximadamente.

En Candelaria el cultivo de papalisa se siembra en las épocas de Mishk'a tarpuy (junio) y en la siembra adelantada (Ñawpa tarpuy: julio-agosto), esta última siembra corresponde a la Jatun tarpuy (siembra de año) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Épocas de siembra y destino de la producción de papalisa según pisos altitudinales en la microregión Candelaria.

Pisos altitudinales	Mishk'a tarpuy (junio-julio)	Jatun Tarpuy (agosto -septiembre)
	Mishk'a tarpuy (junio)	Ñawpa tarpuy (julio-agosto)
Bajo-Uras	-	Papa, papalisa, oca, (venta, semilla,

3270-3310 msnm		consumo)
Medio-Ladera 3310 –3530 msnm	Papa, papalisa (venta)	Papa, oca, papalisa, isaño (venta, consumo)
Transición 3530 – 3600 msnm	-	Papa, oca, papalisa (venta, consumo)
Alto Pata 3600 – 4200 msnm	-	-

Fuente: Salazar, 2000.

1.6.2. Sapanani (alturas de Sacaba)

En Sapanani la producción de papalisa tiene importancia relevante genera aproximadamente el 50% los ingresos económicos de los agricultores. El 93.5% de la producción se destina al mercado, 6% para semilla y 0.5% para el consumo familiar (Cuadro 7).

Sapanani presenta dos pisos altitudinales: la Parte Baja (2780 a 3410 msnm) y la Parte Alta (3410 a 3800 msnm). En los dos pisos se cultiva la papalisa entre los 3200 a 3600 msnm. Las especies más cultivadas a parte de la papalisa, son la papa y oca; otros cultivos importantes son el haba, arveja y trigo. En la zona la papalisa es importante porque es el único que se comercializa entre los meses de julio a noviembre.

Los suelos más fértiles se disponen para la producción de especies comerciales como la papalisa y los menos fértiles, a los cereales y el tarwi. Los suelos considerados pobres o poco fértiles son dejados en descanso por 4 a 5 años para utilizarlos como áreas de pastura.

Por tratarse de una zona productora de papalisa netamente comercial, los agricultores siembran una sola variedad que es la Holandesa, proveniente de la zona de Lope Mendoza-Totora (Prov. Carrasco), esporádicamente cultivan la variedad Criolla que según los agricultores hace 20 años era la única cultivada en grandes superficies de terreno. Las causas para el reemplazo de la variedad Criolla por la Holandesa, se debe según los agricultores, a sus bajos rendimientos por degeneración de la semilla y alta susceptibilidad a la enfermedad denominada “mukuru”, que afecta al sistema radical. La variedad Holandesa aparentemente no se degenera tan rápido y es más resistente al “mukuru”, en la actualidad esta variedad es utilizada por el total de los agricultores, mientras que la variedad Criolla solamente la producen el 18.7% de los agricultores (n= 162) (Cossio, 1998). En Sapanani las rotaciones comunes de cultivos desde la habilitación hasta el descanso del terreno son:

- Descanso (4 años) - papalisa – trigo
- Descanso (1 año) – papa – papalisa – trigo
- Descanso (3 años) – papa – haba – papa – papalisa – cebada - papa – haba
- Descanso (5 años) – papa – papalisa – oca – papalisa – papa – papalisa – avena
- Descanso (7 años) – papa – papalisa – papalisa – avena
- Descanso (6 años) – papa – papalisa – papalisa - avena

1.6.3. Laimetoro y Mojón (zona Lope Mendoza-Totora)

Laimetoro (2600 –3500 msnm) como Mojón, se caracterizan por ser altamente productoras de papalisa, en términos de superficie este cultivo es más importante que la oca, por familia se manejan 1000 a 6000 m² cultivados con papalisa. El destino principal de la papalisa es la comercialización.

La diversidad de este cultivo en Laimetoro y Mojón, es menor en relación de Colomi (Cuadro 6). La variedad Holandesa es la más cultivada.

1.6.4. Piusilla (zona Morochata)

En Piusilla, la producción agrícola es peculiar porque los agricultores siembran en aynoqas que están ubicadas en tres pisos altitudinales: bajo (2800 a 3500 msnm), intermedio (3500 a 3700 msnm) y alto (3700 a 4200 msnm). La papalisa se siembra en el piso intermedio y alto, pero la superficie de cultivo no sobrepasa 200 m².

En el piso intermedio los suelos de las aynoqas son secos, claros y arenosos, estos se manejan dos años consecutivos luego entran en descanso. Las siembras se inician en épocas definidas para cada cultivo, la papa se siembra en agosto o septiembre, la avena en diciembre, y los cultivos de oca y papalisa en septiembre y octubre. Las siembras de avena, oca y papalisa se realizan solamente en las q'allpas de papa, considerando para ello la importancia del cultivo y la necesidad del agricultor.

En el piso alto, los suelos de las aynoqas no cuentan con riego, pero son húmedos y fértiles. Los cultivos en orden de importancia son la papa (primer año), avena (mayor proporción), oca (menor proporción) y papalisa (esporádicamente); estos cultivos se siembran en el segundo año de uso, luego los terrenos descansan por lo menos ocho años. Las épocas de siembra de los diferentes cultivos son como siguen: papa (octubre), avena (noviembre), oca y papalisa (septiembre + octubre) (Almanza *et al.*, 1996).

1.6.5. Buena Vista y Chuchuani-Pocanche (zona Independencia)

Buena Vista y Chuchuani-Pocanche están identificadas como zonas templadas subhúmedas, con precipitaciones que fluctúan entre 700 a 800 mm en Buena Vista y 900 a 1200 mm en Chuchuani – Pocanche en época lluviosa (septiembre a abril). En esta época la humedad relativa del ambiente varía de 70 a 90% y las temperaturas entre 10 y 24° C.

En Buena Vista, las zonas de producción agrícola se diferencian por pisos altitudinales: ladera alta (3450 a 3900 msnm), ladera intermedia (3200 a 3450 msnm) y ladera baja (< 3200 msnm). El cultivo de la papalisa es más importante en la zona de ladera intermedia, no se cultiva en la zona baja. En la zona de ladera intermedia la rotación no obedece a patrones fijos, como ocurre en la ladera alta, ya que no se encuentra bajo el sistema de aynokas y generalmente es (Terrazas *et al.*, 1997):

Primer año: papa, acompañado de dos a cinco surcos de papalisa.
Segundo año: Haba o papa.
Tercer año: avena.
Cuarto año: papa o descanso de 1 a 2 años.

En Chuchuani-Pocanche, los pisos altitudinales también distinguen tres zonas que son: zona de altura o "lomas papa" (2800 a 3450 msnm), zona baja o valles (2300 a 2800 msnm) y zona de pie de ladera

o playa (1800 a 2300 msnm). En la zona de altura, donde esta establecido el sistema de aynokas, la papalisa se cultiva como un producto menor, ocupa el sexto lugar en importancia le anteceden la papa, oca, trigo, haba, avena y maíz.

La papalisa no tiene ninguna relevancia económica para el agricultor de Buena Vista y Chuchuani-Pocanche, aproximadamente el 90% de la producción es para el consumo familiar y el 10% para semilla, sólo se lo comercializa cuando la producción es excedentaria. El consumo de la papalisa es en estado fresco, en sopas o en guisos, no se realiza ninguna transformación de este producto, tampoco los agricultores le dan una utilidad medicinal. El ciclo de la papalisa se extiende de septiembre a mayo, para la siembra, los agricultores utilizan su propia semilla que es transmitida de generación en generación, no se reportó intercambios de semilla con otros lugares de producción y probablemente esto sea la razón para la degeneración de la misma en cuanto a sanidad y pureza varietal.

Cuando la cosecha de papalisa es buena (porque las condiciones climáticas y edáficas son favorables), la relación de rendimiento es 1:32 (una arroba de semilla:32 arrobas cosechadas) y en años desfavorables la relación es de 1:4.

1.7. VARIEDADES CULTIVADAS

Las variedades predominantes en mezclas de cultivo y en monocultivos en las diferentes zonas productoras de papalisa, se muestran en el siguiente cuadro (Cuadro 6).

Cuadro 6. Características de manejo y variedades predominantes de papalisa en diferentes zonas productoras.

Zona	Característica del cultivo	Variedad(es) predominante(s)
Colomi	Mezcla de variedades Monocultivo	Holandesa*, Criolla, Manzana, Waycha lisa Manzana**
Sacaba (Sapanani)	Monocultivo	Holandesa, Criolla
L. Mendoza- Titora	Monocultivo	Holandesa
Independencia Chuchuani-Pocanche	Mezcla de variedades	Puka ch'ejchi, Kellu ch'ejchi, Kellu, Yuraq papalisa y Puka papalisa
Buena Vista	Mezcla de variedades	Amarilla, Rosada

Nota: * Variedades más comercializadas.

** Variedad nativa seleccionada por su tamaño.

1.8. MANEJO AGRONÓMICO

El proceso de cultivo de los tubérculos de papalisa, desde la elección de suelos, el tamaño de semilla, forma de siembra, labores culturales, cosecha y almacenamiento, se describen en las siguientes líneas (Gonzales *et al.*, 1994).

1.8.1. Suelos

Generalmente la papalisa es sembrada después de la papa, en “Q'allpas” de papa. De acuerdo a los agricultores los suelos que favorecen la producción de la papalisa son suelos claros.

La preparación de suelos se realiza una semana o un mes antes de la siembra y consiste en una o dos aradas con yunta, dependiendo de la contextura del suelo.

En Buena Vista y Chuchuni-Pocanche, después del descanso, la papalisa se siembra al borde de las parcelas cultivadas con papa y a una razón de dos a cinco surcos. En estos tipos de terreno se efectúan dos aradas y una rastrada, y en los terrenos “gallpas” (después de la papa), una sola arada y sin rastrada (Terrazas *et al.*, 1997).

1.8.2. Semilla

El origen de la semilla de papalisa es generalmente del mismo lugar y es multiplicada por los agricultores por muchas generaciones atrás. Sin embargo, otros agricultores indican que la “semilla se cansa” y debe ser “cambiada”, para mantener buena producción la renuevan cada 3 o 4 años comprando de las ferias o intercambiando entre comunidades.

Los agricultores utilizan dos tamaños de tubérculos de papalisa para la siembra, los pequeños de 1 cm de diámetro que tienen un peso aproximado de 5 g y los medianos de 2.5 a 3.5 cm de diámetro y con un peso de 20 g. Los tubérculos pequeños se colocan de dos a tres por golpe para asegurar la emergencia de plantas, y con los medianos uno sólo ya que la probabilidad de emergencia es mayor.

1.8.3. Siembra

La siembra de la papalisa, se realiza en los meses de julio a septiembre, su ciclo de cultivo es largo dura 7 a 8 meses. La distancia de siembra de este tubérculo es de 25 a 30 cm entre plantas y 45 a 60 cm entre surcos. El distanciamiento entre plantas y entre surcos depende del tamaño de semilla utilizada

1.8.4. Fertilización

Según los agricultores, los tubérculos de papalisa, no son exigentes en cuanto a las dosificaciones de nutrientes en los suelos. Por esta razón, la fertilización al momento de la siembra es aproximadamente 60 a 70% menos que lo que se aplica a la papa o a veces, dependiendo de las condiciones de fertilidad de los suelos, es suficiente el remanente de fertilizante que deja la papa.

1.8.5. Labores culturales

Se realizan dos aporques que también sirven como deshierbes. Como la papalisa es un cultivo a secano casi por lo general no se hacen aplicaciones fitosanitarias.

1.8.6. Cosecha

La cosecha de la papalisa se realiza e los meses de abril a junio, el ciclo vegetativo es de 7 a 8 meses.

1.8.7. Almacenamiento

Después de la cosecha, una parte de la producción se destina al mercado, otra al consumo y otra a la semilla, que es almacenada generalmente en un rincón de la vivienda y en almacenes tradicionales propios de cada zona productora. El tiempo de almacenamiento es de 2 a 3 meses.

1.8.8. Destino de la producción

En las diferentes zonas productoras de tubérculos andinos la producción de papalisa tiene mayor importancia comercial, la cantidad asignada para autoconsumo es mínima. La demanda de este tubérculo es mayor en los centros urbanos y no tanto en las zonas rurales (Cuadro 7) (Gonzales *et al.*, 1994).

Cuadro 7. Destino de producción de la papalisa en diferentes zonas productoras.

Zona	Destino de la producción en porcentaje		
	Mercado	Consumo	Semilla
Colomi* (22)	92	3	5
Sapanani** (30)	93	1	6
Lope Mendoza- Totora* (17)	91	4	5
Independencia (Buena Vista y Chuchuani-Pocanche)***	0	90	10

Nota: () El número entre paréntesis en la columna zona, corresponde al número de agricultores que respondieron esta opción.

* Sondeo sobre la Fertilización de los Tubérculos Andinos, 1994-1995

** Diagnóstico Rural Participativo, 1995-1996.

*** Terrazas *et al.*, 1997.

1.9. RENDIMIENTOS

A nivel nacional los rendimientos de papalisa son muy bajos, en 1997-98 alcanzaron a 3.1 t/ha en promedio. En los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz y Tarija para el mismo año, los rendimientos fueron relativamente mayores al rendimiento nacional (4.04, 3.78 y 3.55 t/ha, respectivamente), pero aún estos son muy bajos (INE, 1999) comparados con los rendimientos en las principales zonas productoras de papalisa en Cochabamba.

En las zonas de Colomi-Sacaba (Sapanani) y Lope Mendoza-Totora, durante la campaña 1993-94, los rendimientos promedio de papalisa llegaron a 18 t/ha a nivel de parcelas de agricultores con buenas condiciones de suelo y humedad. En estas condiciones la papalisa demostró un alto potencial productivo en relación de la papa (Cuadro 8).

Cuadro 8. Rendimientos promedio de papalisa en las zonas de Colomi- Sacaba (Sapanani) y Lope Mendoza-Totora. Campaña 1993-1994.

Zonas	Papalisa t/ha
Colomi	18.5 (1)
Sacaba (Sapanani)	17 (2)
Lope Mendoza – Totora	19 (1)
Promedio	18.0

(1) Promedio de 3 parcelas; (2) Promedio de 4 parcelas. Todo en base a un tamaño de muestra de 20m².

Aunque en Sapanani (zona Sacaba), de acuerdo a los agricultores, es común obtener rendimientos de 2 a 5 t/ha en la parte baja (2750 a 3410 msnm) y de 7.5 a 12.5 t/ha en la parte alta (3410 a 3800 msnm) (Cossio, 1998). En Candelaria (zona Colomi) los rendimientos de la papalisa son más altos, alcanzan a 17.7 t/ha, considerándose que podrían obtenerse más si se controlaran aquellos factores

reductores de rendimiento (Cuadro 9) (Salazar, 2000).

Cuadro 9. Rendimientos promedio del cultivo de papalisa en distintos pisos altitudinales de la microregión Candelaria (en t/ha y en cargas la relación semilla/producto). 1995-96.

Pisos altitudinales								Promedio General	
Bajo 3270-3310 msnm		Ladera 3310-3530 msnm		Transición 3530-3600 msnm		Alto 3600-4200 msnm		Sem/prod	t/ha
Sem/prod *	t/ha	Sem/prod	t/ha	Sem/prod	t/ha	Sem/prod	t/ha		
1:17.0	16.7	1:18.0	17.7	1:19.0	18.6	-	-	1:18.0	17.7

***Sem/prod.**: La relación semilla/producto se define como la cantidad de producto cosechado en cargas, por cada carga de semilla sembrada.

Fuente: Salazar, 2000

CAPITULO II.

CONSERVACIÓN *IN SITU* Y *EX SITU* DEL CULTIVO DE LA PAPALISA

CONSERVACIÓN IN SITU Y EX SITU DEL CULTIVO DE LA PAPALISA

Los recursos fitogenéticos son fundamentales para una producción agrícola sostenible. En los últimos años los tubérculos altoandinos: *Oxalis tuberosa* (oca), *Ullucus tuberosus* (papalisa) y *Tropaeolum tuberosum* (isaño), han cobrado importancia en los países de Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia, porque constituyen la base biológica de la seguridad alimentaria del poblador andino de estos países, por su gran variabilidad genética, potencial de cultivo y como alternativas de rotación.

Sin embargo, en las últimas décadas estos cultivos corren el riesgo de sufrir erosión genética, por muchos factores como: los cambios en los hábitos de consumo de la población rural y urbana, sustitución de variedades nativas tradicionales por variedades nativas comerciales debido a la influencia del mercado, falta de promoción para su utilización en otros rubros como la industria, entre otros.

Para contrarrestar estos riesgos, la Fundación PROINPA realiza actividades concretas dirigidas hacia el manejo y conservación de los recursos genéticos de tubérculos y raíces andinas aplicando una estrategia integrada, basada en la complementariedad de los sistemas *in situ-ex situ*.

2.1. CONSERVACIÓN *IN SITU*

La familia campesina es la poseedora de la biodiversidad de los tubérculos andinos (TA's), conserva y protege sus cultivares por la utilidad que obtiene de ellos y por tradición, en un contexto socioeconómico que en mayor o menor grado se encuentra ligada al mercado.

La conservación *in situ* de los tubérculos andinos implica la participación local de los agricultores con un patrón cultural favorable al mantenimiento de la diversidad y en hábitats con condiciones ecológicas y sistemas agropecuarios que posibilitan la supervivencia de los mismos.

2.1.1. MICROCENTROS DE BIODIVERSIDAD

La heterogeneidad ambiental y biológica de la región andina esta expresada por la presencia de nichos ecológicos con poblaciones vegetales y cultivos específicos que han evolucionado en condiciones naturales de la zona y bajo la administración de los campesinos andinos, desde los inicios de la agricultura (Tapia, 1990).

En Bolivia, la diversidad genética del cultivo de papalisa y de otros tubérculos andinos, esta localizada y concentrada en hábitats específicos o microcentros de biodiversidad. En estos hábitats las características medioambientales (precipitaciones durante el ciclo del cultivo mayores a 600 mm, humedad relativa de 60 a 90%, temperaturas de 8 a 15°C) son positivas a la producción de estos cultivos y favorecen a su diversidad, y las características negativas (heladas, sequías, etc.) tienen menor expresión.

2.1.1.1. Microcentros de biodiversidad de la papalisa y de otros tubérculos andinos en el Departamento de Cochabamba

En Cochabamba, se identificaron tres microcentros de biodiversidad de tubérculos andinos que son: Candelaria (Colomi, Prov. Chapare), Pocanche – Chuchuani (Independencia, Prov. Ayopaya) y Laimetoro (Totorá, Prov. Carrasco) (Terrazas *et al.*, 1995).

Hacia 1993-94, en estos microcentros, la diversidad de variedades de papalisa fue baja, a excepción de la zona de Lope Mendoza (Prov. Carrasco) (Cuadro 10). Se destacaron variedades con tubérculos de color amarillo con puntos o jaspes rojos y/o rosados, y tubérculos enteramente amarillos. También se encontraron especies silvestres en Kanko (Colomi, Prov. Chapare) y Laimetoro (Totorá, Prov. Carrasco) (Terrazas y Quiroga, 1994a).

Cuadro 10. Número de variedades de papalisa por zona de producción en el Departamento de Cochabamba.

Provincia	Zonas de producción	Papalisa
Ayopaya	Cocapata	3
	Independencia	5
	Morochata	4
Carrasco	Lope Mendoza	11
	Totorá	6
Chapare	Colomi	6

2.1.1.2. Microcentros de biodiversidad de la papalisa y de otros tubérculos andinos en el Departamento de La Paz

En el Departamento de La Paz, en la región circunlacustre del Lago Titicaca, la primera sección de Escoma que se encuentra en la Provincia Camacho, fue identificada como microcentro de mayor variabilidad de la papalisa y de otros tubérculos andinos. En esta sección, las zonas de Pacaures,

Jutilaya, Cariquina Chico y Cariquina Grande, fueron las que más se destacaron por su alta variabilidad de tubérculos andinos (Terrazas *et al.*, 1999; Iriarte, 1999).

La variabilidad en el cultivo de papalisa se determinó mediante sondeos rápidos en el circuito de ferias comunales y por información complementaria obtenida en diagnósticos y muestreos de la diversidad de tubérculos en la época de cosecha en campos de agricultores representativos.

En el primer año 1998-99, la variabilidad de la papalisa se resumió en dos a cuatro variedades en las ferias tradicionales de Puerto Acosta y Escoma (Provincia Camacho), Ancoraimos (Provincia Omasuyos), Batallas (Provincia Los Andes), Tiwanacu y Viacha (Provincia Ingavi) (Terrazas *et al.*, 1999).

En 1999-2000, de 20 familias campesinas estudiadas en la comunidad de Cariquina Grande (Provincia Camacho), sólo se observó mayor variabilidad de papalisa en dos familias, la primera presentó cinco variedades y la segunda seis (Iriarte, 2000).

2.1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA PAPALISA

La diversidad de la papalisa es menor en comparación a los otros tubérculos andinos (papa, oca e isaño). En el microcentro Candelaria se han identificado hasta cinco variedades de papalisa que son cultivadas en pocas parcelas de agricultores conservacionistas, siendo mayor la tendencia de producción por las más aceptadas comercialmente (una a dos variedades).

En los tres microcentros de diversidad de tubérculos andinos de Cochabamba: Candelaria (Colomi, Provincia Chapare), Pocanche – Chuchuani (Independencia, Provincia Ayopaya) y Laimetoro (Totorá, Provincia Carrasco); se identificaron algunos factores generalizados que influyen en el manejo de la diversidad de la papalisa en campos de agricultores, estos son los objetivos de la producción, la incorporación de nuevas variedades y los hábitos de consumo de las familias campesinas.

2.1.2.1. Objetivos de la producción (comercialización y uso familiar)

El uso familiar de la producción de papalisa y su comercialización en pequeñas cantidades fueron identificadas como prácticas comunes en zonas aisladas de producción y favorables al manejo de la diversidad, tal es el caso de las comunidades de Buena Vista y Chuchuani (Independencia, Provincia Ayopaya).

Sin embargo, la tendencia generalizada en las zonas productoras en los últimos 15 a 20 años, es destinar la producción de una a dos variedades al mercado, desfavoreciendo así la diversidad de este cultivo.

2.1.2.2. Incorporación de nuevas variedades

La incorporación de variedades tradicionales de papalisa de otras zonas al sistema de producción de las variedades locales, desfavorece al manejo de la diversidad local de la papalisa ya que esta puede ser reemplazada por tal incorporación, como ocurrió con la variedad Criolla tradicional de la zona de Sapanani (Sacaba, prov. Chapare) y que fue reemplazada paulatinamente desde hace 25 años por la variedad Holandesa proveniente de la zona de Lope Mendoza-Totorá (Prov. Carrasco).

2.1.2.3. Hábitos de consumo

Existen diversas formas de consumo de la papalisa, sin embargo, la sustitución de la misma en la dieta familiar campesina por otros productos como derivados de harina de trigo, etc. y la pérdida de conocimiento de las formas de uso, principalmente en las generaciones jóvenes, son aspectos desfavorables al manejo de la diversidad de los tubérculos andinos en general.

2.1.3. REVALORIZACIÓN E INCENTIVO A LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA PAPALISA Y DE OTROS TUBÉRCULOS ANDINOS

La pérdida de variedades de papalisa y de otros tubérculos andinos (TA's) en campos de agricultores tienen como causa principal a los factores abióticos y bióticos, y al descarte intencional que practica el agricultor en su germoplasma por su baja producción, poca aceptación en el mercado, desconocimiento de las formas de uso tradicional y sustitución por otros productos industrializados.

Para disminuir esta tendencia, se ha ido desarrollando estrategias facilitadoras para el incremento de la diversidad de TAs (incluyendo la papalisa) en los campos de agricultores. A partir de 1993-94 a la fecha, PROINPA ha estado participando y/o apoyando la organización de la feria anual de exposición de tubérculos andinos en el municipio de Colomi conjuntamente la Alcaldía. Asimismo, ha ido apoyando a la diversidad de tubérculos andinos en Candelaria, devolviendo o redistribuyendo material que fue a su vez multiplicado en campos de agricultores. También se fue impartiendo charlas a niños en edad escolar y realizando minitalleres con jóvenes en general, sobre la importancia de la conservación, manejo y uso de la biodiversidad de tubérculos andinos y el peligro de su pérdida en la región. El fin fue y continua siendo la incorporación y/o enriquecimiento de los conocimientos entre agricultores y pobladores en general, ya que sin ellos no sería posible mantener a futuro la biodiversidad en el microcentro y otras zonas de producción.

En lo que se refiere a la feria de agrícola de Colomi, en esta feria cada año las comunidades del municipio representadas por los sindicatos principalmente muestran la diversidad de los tubérculos andinos que manejan (más del 80% de las comunidades) y se incentiva a las mismas a conservarlas, mediante la asignación de premios a aquellas comunidades que presentan mayor diversidad. Por otro lado, la diversidad y formas de uso tradicional de la papalisa que se exponen en esta feria, son siempre menores en relación de las que se muestran con la papa, oca e isaño. En esta feria en 1994-95 se llegó a identificar 12 variedades de papalisa, y como usos alternativos a las sopas y sajta, se expusieron fritos con este tubérculo, entre otros (Figura 5).

Por otro lado, en las ferias comunales de semilla de Primera Candelaria, Chimpa Rancho y Rodeo Alto (microcentro Candelaria), se identificaron en total 18 variedades de papalisa, siete, seis y cinco correspondieron respectivamente a las tres comunidades; entre ellas la variedad Komer lisa no estaba reportada en la zona. Al menos cuatro variedades conformaron el germoplasma tradicional en las tres ferias o comunidades (Criolla, Holandesa, Manzana y Puka) por ser las más frecuentes, tres fueron exclusivos en Primera Candelaria (K'ellu, Rosada y Komer), dos en Chimpa Rancho (K'ellu y Yurac) y uno en Rodeo Alto (Llausea) (Cuadro 11). Aunque se observó que los cultivares exclusivos están siendo manejados sólo por algunos agricultores conservacionistas, por la especialización del mercado a unas cuantas como la Manzana y Holandesa (García y Ugarte, 1999; García *et al.*, 2002).

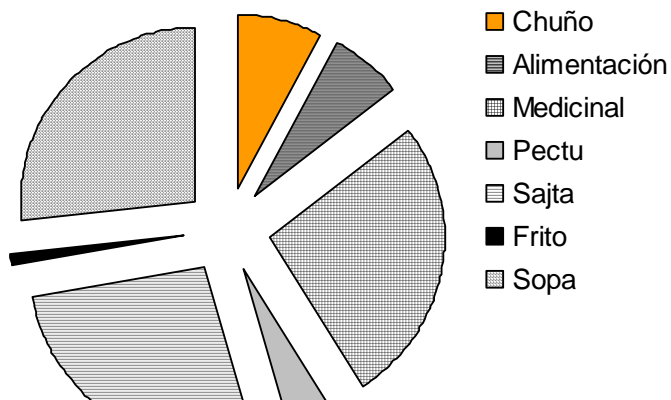


Figura 5. Formas de uso y transformación de la papalisa expuestas en la Feria Regional de Biodiversidad de Colomi.

Cuadro 11. Variedades de papalisa en tres ferias comunales del microcentro Candelaria.

Primera Candelaria	Chimpa Rancho	Rodeo Alto
Criolla	Criolla	Criolla
Holandesa	Holandesa	Holandesa
Manzana	Manzana	Manzana
Puka	Puka	Puka
k'ellu	k'ellu	Llausa
Rosada	Yurac	
Komer		
7	6	5

2.1.4. DINÁMICA DEL MANEJO DEL GERMOPLASMA DE LA PAPALISA A NIVEL FAMILIAR Y COMUNAL

La dinámica del manejo del germoplasma comunal de la papalisa y de otros tubérculos andinos esta determinada por la estructura del germoplasma familiar, que varía en la cantidad y tipo de variedades, y por el movimiento del mismo dentro y entre comunidades. Esta determinación se realizó en base al seguimiento del manejo del germoplasma de 12 familias campesinas en el microcentro Candelaria en 1994-95 y 1996-97, y 15 familias en 1998-99.

2.1.4.1. Dinámica espacial: manejo del germoplasma de la papalisa en el espacio

Se observó que la conservación de la biodiversidad de TA's en el microcentro Candelaria implica una "dinámica de sistemas en mosaico", debido a la distribución de los cultivares en un mosaico de condiciones ambientales (heterogeneidad de suelos y clima en diferentes pisos altitudinales), geográficas (distribución de las comunidades en un área geográfica considerable) y sociales (migración, niveles de riqueza, presión de mercado), y que permiten un balance entre la conservación y la utilización, frente a un ambiente natural y humano fluctuante.

En Candelaria los agricultores distinguen tres pisos altitudinales: Planicie (3200-330 msnm), Ladera

(3300 -3600 msnm) y Lomas de altura (> 3600 msnm). La papalisa se cultiva en Laderas, que constituyen una franja altitudinal desde los 3300 a 3600 msnm, donde el daño por heladas es menor por efecto de la pendiente. En esta franja, la papalisa entra en el sistema de rotación de cultivos en la siguiente secuencia: papa- oca- asociación oca-haba- papalisa y avena o papalisa- tarwi (Terrazas y Thiele, 1998b; Terrazas *et al.*, 1999).

El sistema dinámico de manejo de germoplasma de papalisa requiere además del traspaso regular de la semilla de un sitio a otro y en caso de pérdida, la restitución del cultivar obteniendo semilla del germoplasma de otro agricultor, lo cual genera flujos de semilla ínter e intra comunal.

2.1.4.2. Dinámica temporal: manejo de germoplasma de papalisa en el tiempo

El estudio del manejo de germoplasma tradicional de la papalisa en 12 y 15 familias del microcentro Candelaria, en 1995-96/1996-97 y 1998-99, mostró en general que la estructura del germoplasma familiar no es estática en el tiempo y que la tendencia de uso es decreciente en cuanto al número de variedades. Los agricultores pueden restituir temporalmente sus variedades perdidas o incorporar otras diferentes al que maneja, lo cual se califica como propio de la dinámica de los flujos de semilla. La disminución de variedades de papalisa según los agricultores fue más notoria a partir de la década de 1980/90, debido a la orientación de la producción de este tubérculo hacia el mercado, esto fue evidente por la existencia de una sola variedad de papalisa de aceptación comercial (var. Manzana) y que precisamente es la que se encuentra más difundida entre las familias investigadas. Esta disminución también estaría asociada a la pérdida de conocimientos tradicionales sobre las formas de uso de las demás variedades (Terrazas y Thiele, 1998b; Terrazas *et al.*, 1999).

El seguimiento al germoplasma de las 12 y 15 familias de agricultores, reflejó que ellos tan sólo mantienen en promedio dos variedades de papalisa. Lo interesante fue que la diversidad agregada de las primeras 12 familias alcanzó un total 5 variedades, las restantes tres, se observó que son conservadas por menos del 10% de las familias estudiadas (Terrazas y Thiele, 1998b; Terrazas *et al.*, 1999).

2.1.4.3. Dinámica espacial de flujos de semilla de la papalisa y de otros tubérculos andinos en la zona circunlacustre del Lago Titicaca

La zona circunlacustre del Lago Titicaca es un centro importante de conservación *in situ* de la variabilidad genética de los tubérculos andinos y cereales. En esta región geográfica tal como ocurre en la zona de Candelaria (Colomi, Cochabamba), los agricultores poseen estrategias propias para refrescar su semilla y obtener niveles de producción deseables, lo cual involucra mover la semilla en pisos altitudinales dentro, desde y hacia otras zonas, inclusive de un país a otro, como ocurre entre Bolivia y Perú en la región del Lago Titicaca.

Con el seguimiento de los flujos de semilla entre las 14 ferias de las provincias Camacho, Omasuyos, Los Andes, Ingavi y Manco Kapac (Cuadro 12), se observó que en lo que se refiere a la papalisa estos ocurren con pocas cantidades y baja diversidad en relación de la papa y oca; sin embargo, aunque por estas características la papalisa se considera poco importante en la zona circunlacustre del Lago Titicaca, los flujos de comercialización que se mencionan también consideran implícitamente a los flujos de semilla de este tubérculo.

Se determinaron tres flujos de comercialización marcados de semilla de papalisa y de otros tubérculos

andinos, vía caminera a orillas del Lago Titicaca. El primer flujo de importancia tiene su inicio en la península de Copacabana (Prov. Manco Kapac), el segundo flujo esta comprendido al lado opuesto de la península y se inicia en la zona fronteriza de Janq'o Janq'o con destino a Puerto Acosta y Escoma (Prov. Camacho), y el tercer flujo importante, se inicia en la parte Este del Lago, en la zona fronteriza del Desaguadero y Tiwanacu (Prov. Ingavi).

Estos flujos de tubérculos se determinó que tienen como destino común las ciudades de El Alto y La Paz, y asimismo en sentido inverso a partir de estas ferias tradicionales los flujos de semilla van hacia comunidades del Perú (como Huancane, Apillani, Pajanto, Olleraya, Yunguyo, etc.), e inclusive dichos flujos, lo cual falta por confirmar, a partir del Desaguadero llegan a la ciudad de Oruro y a Villazón (Potosí), que es una zona fronteriza con la República de Argentina (Terrazas *et al.*, 1999; Iriarte, 1999; Iriarte, 2000; Iriarte *et al.*, 2001). Los intercambio de semilla que se realizan en cada uno de los puntos de partida de los flujos, se detectó que favorecen más al incremento de los cultivos comerciales en general (Iriarte *et al.*, 2001).

Cuadro 12. Principales ferias agrícolas tradicionales en la zona circunlacustre del Lago Titicaca. 1999-2000.

Ferias por provincia				
Camacho	Omasuyos	Los Andes	Ingavi	Manco Kapac
Puerto Acosta Pacaures Janq'o Janq'o Escoma Chinaya	Moroq'ollo Ancoraimes	Batallas	Tiwanacu Desaguadero	Santiago de Ojje Kasani Parquipujiu Copacabana

2.1.5. INVENTARIACIÓN DE LA DIVERSIDAD DEL CULTIVO DE LA PAPALISA

La inventariación de la diversidad de la papalisa, como etapa importante en la consolidación de microcentros de biodiversidad de tubérculos andinos, tuvo lugar en la campaña 1994-95 y consistió en coleccionar tubérculos semilla de papalisa de los almacenes de familias campesinas de Candelaria, Chuchuani y Laimetoro, para que una vez sembrados en parcelas, se pueda en ellas realizar caracterizaciones fenotípicas del follaje y tubérculos, utilizando los descriptores de Arbizu (1995).

Como resultado de las caracterizaciones se identificaron ocho variedades de papalisa morfológicamente diferentes, de 20 muestras recolectadas en Colomi (prov. Chapare), tres de ocho muestras recolectadas en Laimetoro (Prov. Carrasco) y cuatro de 15 cultivos recolectados en Chuchuani (Prov. Ayopaya) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Caracterización morfológica de variedades de papalisa en Colomi, Laimetoto y Chuchuani. 1994-95.

Zona	Variedad	Características morfológicas				
		Color tallo	Color primario de la piel	Color secundario piel	Distribución del color secundario	Forma del tubérculo
Colomi						
	Criolla lisa	Verde rosa	Amarillo claro	Púrpura	Igualmente distribuido	Redondo
	Llausea lisa	Verde purpura	Amarillo	Púrpura	Igualmente distribuido	Cilíndrico
	Vallegrande	Verde	Amarillo	Ausente	Ausente	Ovalado

	lisa					
	Chejchi criolla	Verde rosa	Anaranjado	Púrpura	Zonas laterales	Redondo
	Ravelo lisa	Verde purpura	Verde	Rosado	Igualmente distribuido	Cilíndrico
	Holandesa	Verde purpura	Anaranjado	Púrpura	Igualmente distribuido	Ovalado
	Waych'a lisa	Verde rosa	Amarillo claro	Púrpura	Igualmente distribuido	Redondo
	Manzana lisa	Verde purpura	Amarillo claro	Púrpura	Igualmente distribuido	Redondo
Laimetoro						
	Holandesa amarilla	Verde púrpura	Amarillo	Ausente	Ausente	Ovalado
	Ravelo lisa	Verde púrpura	Verde	Púrpura	Igual distribución	Redondo
	Holandesa	Verde púrpura	Anaranjado	Púrpura	Igual distribución	Ovalado
Chuchuani						
	Yuraq lisa	Verde purpura	Blanco	Ausente	Ausente	Alargado
	Kellu lisa	Verde	Amarillo	Ausente	Ausente	Alargado
	Puca chejchi lisa	Verde rosa	Anaranjado	Púrpura	Igual distribución	Redondo
	Chejchi lisa	Verde rosa	Amarillo	Rosado	Igual distribución	Ovalado

En las tres zonas productoras también se detectaron poblaciones silvestres de papalisa cerca de las parcelas de cultivo o en “chumes” (asociado con vegetación arbustiva y herbácea), estas plantas conocidas por los agricultores como “k'ita lisas”, “Alg'o lisas” o “Monte lisas”, fueron relacionadas por los mismos con las cultivadas. Sin embargo, se observó que las características morfológicas de las papalissas silvestres no concuerdan con las de las especies cultivadas, puesto que las especies silvestres presentan tallos rastreros y elongados (2 a 4 m), y los tubérculos son pequeños blancos o rosados (Terrazas *et al.*, 1995).

Posteriormente, se caracterizó la diversidad del cultivo de papalisa en el microcentro Candelaria. La caracterización se realizó en aspectos fenotípicos, etnobotánicos y agronómicos, mediante el uso de descriptores y minitalleres con agricultores conservacionistas. La descripción fenotípica de la papalisa se realizó en el follaje a la floración y en el tubérculo a la cosecha, utilizando descriptores del CIP (Arbizu, 1995).

En Candelaria, la papalisa presentó siete variedades fenotípicamente diferentes que los agricultores las reconocieron e identificaron con nombres locales asociados al color y la forma de los tubérculos. Por la forma del tubérculo se distinguieron tres grupos principales: redondos, cilíndricos y ovalados, entre los cuales se diferenciaron tres colores principales: amarillo, verde y anaranjado, y como colores secundarios el púrpura y rosado en forma de puntos o jaspes distribuidos en los ojos o en todo el tubérculo. Sin embargo, esta información obtenida en cuanto a la variabilidad del color y forma del tubérculo en la papalisa, coincidió con lo obtenido para la zona de Colomi en 1994-95, por lo cual estos resultados sólo corroboraron la información anterior (Cuadro 13).

Las características del follaje de la papalisa, también marcaron diferencias fenotípicas entre las variedades, dependiendo tales diferencias del hábito de crecimiento y la forma de la base de la hoja. Entre las siete variedades diferenciadas fenotípicamente, en cuanto al hábito de crecimiento del

follaje, se distinguieron las decumbentes (3 variedades), rastreras (2 variedades) y las semierectas (2 variedades). Por la forma de la base de la hoja, tres variedades fueron de hoja arriñonada, dos de hoja lobulada y las otras dos variedades de hoja cordada (Terrazas y Badani, 1998).

2.1.5.1. Etnobotánica

La etnobotánica que es el conocimiento local acerca de los cultivos, su distribución en los agroecosistemas, manejo y uso; sustenta la conservación de los recursos fitogenéticos, ya que la relación es estrecha con el uso y los beneficios que derivan de su utilización.

En Candelaria, los agricultores conservan diversas variedades para su aprovechamiento en diferentes usos, en el caso de la papalisa esta es utilizada en la preparación de sopas y en guisos (pectu de papalisa); y el tubérculo y hojas tiernas de la variedad Llausa Lisa son utilizados en la preparación de ensaladas (Terrazas y Badani, 1998; Terrazas y Gonzales, 2001).

2.2. CONSERVACIÓN EX SITU

A través de la conservación *ex situ*, se busca resguardar la diversidad existente de las especies, fuera de su hábitat natural y bajo condiciones que permitan su desarrollo sin ningún tipo de estrés que ponga en riesgo su existencia.

La conservación *ex situ* de papalisa se realiza en el Banco Nacional de Tubérculos y Granos Andinos a cargo de la Fundación PROINPA y comprende las siguientes actividades: recolección, mantenimiento, caracterización, evaluación, documentación y difusión de la información.

2.2.1. RECOLECCIÓN

Las primeras recolecciones realizadas por PROINPA se remontan a 1991, año en que científicos del Centro Internacional de la Papa (CIP) y del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) hicieron colectas de papalisa (*Ullucus tuberosum*) y otros tubérculos andinos en los Departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Chuquisaca y Cochabamba (Hermann, Morales y García, 1991), para mantenerlos en el Centro Toralapa.

Posteriormente, en 1993-94, las recolecciones de los tubérculos y raíces andinas se realizaron en diferentes pisos ecológicos de la zona andina de Cochabamba y La Paz, colectándose 60 accesiones de papalisa cultivada (*U. tuberosus*) y dos silvestres (*Ullucus* spp.) (Cuadro 14). Estas recolecciones se realizaron en base a la información existente de recolecciones, mantenimiento y distribución geográfica de raíces y tubérculos andinos que anteriormente habían efectuado M. Cárdenas (1969), J. Rea y D. Morales (1980), Hermann, Morales y García (1991) y la Universidad de Turko (Finlandia) entre 1982 y 1987. Asimismo, se realizaron levantamientos de información básica a nivel de ferias agrícolas para complementar la procedencia de los tubérculos andinos, tomando en cuenta las recolecciones anteriormente realizadas (Ugarte, 1994)

Cuadro 14. Accesiones de papalisa recolectadas en los Departamentos de Cochabamba y La Paz.

Especie Recolectada	Entradas colectadas	Departamento	
		Cochabamba	La Paz
<i>Ullucus tuberosus</i>	60	29	31

<i>Ullucus</i> spp.	2	2	
---------------------	---	---	--

En 1995, continuaron las actividades de recolección de germoplasma de papalisa y de otros tubérculos andinos, las mismas abarcaron centros de biodiversidad genética y ferias comunales de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija. De acuerdo a la recolección realizada, Cochabamba se destacó como poseedor de mayor variabilidad de raíces y tubérculos andinos (yacón, arracacha, achira, oca, papalisa e isaño) en relación de Chuquisaca, Potosí y Tarija (oca, papalisa, isaño y ajipa). La variabilidad en estos cultivos en estos últimos tres departamentos, tal como los mismos agricultores mencionaron, había disminuido por efectos de sequía, heladas, plagas, y por el reemplazo de estos cultivos por otros más rentables (Ugarte *et al.*, 1995a).

Posteriormente, analizando la información sobre datos pasaporte en lo que se refiere a las colecciones de papalisa, se observó que las mayores accesiones correspondieron a La Paz (Cuadro 15) (Ugarte y Cadima, 1996).

Cuadro 15. Número de accesiones de papalisa recolectadas por departamento y provincia, en Bolivia. 1995-96.

Departamento	Provincia	No. entradas recolectadas
La Paz		57
	Murillo	2
	B. Saavedra	12
	Muñecas	1
	Larecaja	12
	Camacho	6
	Manco Kapac	8
	Los Andes	2
	Ingavi	3
	Aroma	8
Omasuyos	3	
Cochabamba		28

	Chapare	11
	Ayopaya	2
	Carrasco	15
Potosí		28
	Saavedra	3
	Chayanta	4
	Linares	10
	Tomás Frías	11
Chuquisaca		7
	Yamparaez	7
Tarija		5
	Mendez	5
TOTAL		125 entradas

2.2.2. MANTENIMIENTO

La protección de la diversidad genética de cualquier especie es un mandato mundial, por ello muchas instituciones en todos los países están contribuyendo con ese objetivo. En el caso de las raíces y tubérculos, los países altoandinos (Perú, Ecuador y Bolivia) han unido esfuerzos a través del Programa Colaborativo de Biodiversidad de Raíces y Tubérculos andinos (PBRTA) para rescatar estos recursos genéticos, conservarlos, evaluarlos y determinar sus usos.

Es así que en el período 1993- 1999, el Banco de germoplasma de tubérculos y raíces andinas custodiado por PROINPA recibió el apoyo financiero del PBRTA para las actividades de conservación de las colecciones, evitar su erosión genética y contar con material de fácil alcance para promocionar su uso. De agosto del 2000 a la fecha, el Gobierno Boliviano a través del SIBTA (Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria), financia la continuidad de las actividades del Banco, así como la promoción de nuevos usos de los tubérculos andinos.

En 1994-95 fue cuando se organizó un sistema de integral de conservación de la colección de papalisa y otros tubérculos andinos: campo, almacén, invernadero e *in vitro* (Ugarte y Cadima, 1995a). En 1998-99, esta estrategia ya estaba bien consolidada a donde se incorporó además la conservación como semilla sexual. Todo el sistema aminora los riesgos de pérdida del germoplasma, porque cada componente (campo, almacén, invernadero, *in vitro*, semilla sexual), se complementa con el otro, de tal forma de que si se perdiera una accesión por cualquier razón, con uno de los componentes mencionados, es posible recuperarlo con el otro (Ugarte y Villaruel, 1999; Ugarte *et al.*, 2001).

2.2.2.1. Conservación en campo

En el Centro Toralapa la conservación de las colecciones de papalisa en campo, requirió parcelas protegidas para evitar un impacto directo de las heladas. Las laderas fueron adecuadas para este fin ya que el cultivo tuvo mejor comportamiento que en las parcelas a campo abierto (Ugarte y Cadima, 1995a).

A través de los años, durante el ciclo del cultivo en campo se realizaron selecciones positivas y negativas, manteniendo la pureza varietal del germoplasma. Luego de algunas gestiones de mantenimiento de la papalisa en campo en Toralapa, se decidió realizar el mantenimiento y caracterización de la papalisa en ambientes más favorables a su cultivo, como en el microcentro de Candelaria. Esta decisión fue tomada debido a que en Toralapa se fue tropezando con problemas de cultivo como mala germinación y desuniformidad en el crecimiento y desarrollo, debido a factores medioambientales adversos variables, como sequías a inicio de campaña y posteriormente fuertes precipitaciones o sequía casi todo el ciclo del cultivo (Cadima *et al.*, 1997; Ugarte, 1998c).

2.2.2.2. Conservación en invernadero

A partir de 1994, la conservación en invernadero fue parte de la estrategia de conservación de la colección de papalisa, manteniendo material susceptible de perderse en campo, debido a problemas fitosanitarios y/o no se disponía con suficientes tubérculos para sembrarlos en campo. También se mantuvo en invernadero la colección de papalisa devuelta por la Universidad de Turku de Finlandia para multiplicarla y conocer la variabilidad de la colección (Ugarte y Cadima, 1995a).

Entre las campañas 1998-99 y 2000-2001, se conservó toda la colección de papalisa (200 entradas) en invernadero por presentar problemas de adaptabilidad en campo (Ugarte y Villarroel, 1999, 2000 y 2001).

2.2.2.3. Conservación en almacén

El almacenamiento del Banco de germoplasma es parte de la estrategia para asegurar la permanencia de cada una de las entradas de cada especie, estas se dejan con su respectiva tarjeta de identificación en bolsas plásticas tipo red, después de realizada la siembra en campo, estas réplicas se eliminan cuando se verifica que cada entrada esta debidamente representada y sin ningún problemas en campo. También permanece en almacén todo el material de las colecciones entre el período de la cosecha y la siembra.

2.2.2.4. Conservación *in vitro*

La conservación *in vitro* es el respaldo de seguridad de las colecciones en campo y el proceso por el cual se limpian las accesiones de sus enfermedades y se re-juveniliza la semilla para llevarla nuevamente a campo. Esta conservación implica un proceso de introducción, limpieza viral (termoterapia y cultivo de meristemas) y conservación propiamente dicha.

Para esta conservación se priorizaron accesiones en cuanto a variabilidad y con peligro de perderse bajo otras condiciones de mantenimiento (en campo, almacén o invernadero), debido a factores de baja adaptabilidad y/o semilla degenerada por problemas viróticos u otros patógenos.

En 1993-94 se inició la conservación *in vitro* de la papalisa a mediano plazo, se introdujeron cinco accesiones de papalisa para su escisión y cultivo de meristemas después de 3 a 4 semanas de su introducción. Para la conservación se probaron retardantes como manitol y sorbitol a la temperatura de $\pm 8^{\circ}\text{C}$, siguiendo los protocolos del Centro Internacional de la Papa, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima, Perú) y del Departamento de Recursos Fitogenéticos (INIAP) del Ecuador (Programa Colaborativo de Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos, 1995: Memorias 1993-94). En esa primera experiencia las cinco accesiones de papalisa tuvieron un comportamiento similar y aceptable en cuanto a sobrevivencia en temperaturas de 8°C y con el retardante Mannitol. Las temperaturas altas (22°C) desfavorecieron la sobrevivencia de las plántulas de papalisa aún se hayan aplicado retardantes para su conservación, con esta combinación de condiciones (Mannitol + 22°C) los niveles de sobrevivencia de la papalisa fueron los más bajos (Cadima, 1996).

En 1994-95 la colección de papalisa enviada por la Universidad de Turku de Finlandia pasó a formar parte del germoplasma *in vitro* (Cuadro 16) (Ugarte y Cadima, 1995a). En general, todo este material se conservó mejor con 8°C de temperatura. Una sola entrada de papalisa sobrevivió 10 meses de

conservación en Mannitol/Sorbitol con 22°C (Ugarte y Cadima, 1995a).

Más tarde se determinó que la papalisa se conserva más adecuadamente utilizando Sorbitol como retardante de crecimiento en combinación con bajas temperaturas (8°C), en estas condiciones las plántulas se mantuvieron adecuadamente durante 10 meses. La aplicación sólo de bajas temperaturas (8°C) como retardante de crecimiento, también ha sido efectiva para la conservación *in vitro* de la papalisa, sin embargo las plántulas se degeneraron más rápidamente respecto a las que estuvieron en medio con Sorbitol y por lo tanto requirieron ser transferidas con anticipación a condiciones de crecimiento normal (Cadima y Ugarte, 1996).

Una vez conformadas las mejores condiciones de conservación *in vitro*, se procedió a la introducción gradual de accesiones priorizadas de papalisa, para su limpieza por termoterapia y cultivo de meristemas. Aunque hasta 1999-00, no se han realizado diagnósticos de virus por ELISA, debido a su alto costo, sin embargo, el proceso de saneamiento *in vitro* ha garantizado un elevado porcentaje de sanidad del material conservado. En 2000-01, se introdujeron 10 accesiones de papalisa a condiciones *in vitro*, todas pasaron por el proceso de limpieza viral (termoterapia y meristemas) para pasar posteriormente a condiciones de conservación. En la campaña 2001-02 se continuaron manteniendo *in vitro* 78 accesiones (Cadima *et al.*, 1997; Ugarte, 1998c; Ugarte y Villarroel, 1999; Ugarte y Villarroel, 2000; Ugarte *et al.*, 2001).

Una relación del número de accesiones de papalisa conservadas bajo condiciones de campo, invernadero e *in vitro*, a través de los años se presenta en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Accesiones de papalisa conservados en campo, invernadero e *in vitro* desde 1993-94 a 2001-02.

Campaña	Campo	Invernadero	Conservación <i>in vitro</i>		
			Introducidas	En limpieza	Conservadas
1993-94			5	-	5
1994-95	63	63 (+ colección TURKO)	99	15	84
1995-96	90	26	6	-	-
1996-97	129	Varios por pérdida en campo	-	-	-
1997-98	60	70	-	-	150 (papa + oca + papalisa + isaño)
1998-99	0	200	30	5	97
1999-00	0	200	-	16	111
2000-01	0	200	10	10	10
2001-02	200	200	-	-	78

2.2.2.5. Conservación de semilla sexual

Para la conservación de semilla sexual de papalisa, los resultados son iniciales: Las acciones se limitaron a recolectar semilla de plántulas conservadas en invernadero y realizar pruebas de viabilidad.

En condiciones de invernadero el porcentaje de formación de semilla fue bajo (2.5% de 200 accesiones), apenas se recolectaron 3 a 10 semillas de cinco accesiones. Al siguiente año con estas semillas se realizaron pruebas de viabilidad y no germinaron. (Ugarte y Villarroel, 1999 y 2000).

Hasta la fecha, no se han vuelto a recolectar o realizar cruzamientos artificiales para obtener semilla sexual en la papalisa. A mediano plazo (en 5 años adelante) se espera desarrollar técnicas tendientes a conservar las colecciones de papalisa por semilla sexual.

2.2.3. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN

2.2.3.1. Caracterización morfológica

Este tipo de evaluaciones toma varios años, con el objetivo de contar con varias series de evaluaciones sobre el mismo genotipo, lo cual permite verificar eventuales asociaciones y conocer las colecciones de germoplasma por su estabilidad genética.

En las campañas 1993-94 y 1994-95, se caracterizaron morfológicamente 15 accesiones de papalisa con descriptores del Dr. Carlos Arbizu (que aún se encontraban en fase de elaboración). Con las caracterizaciones morfológicas realizadas preliminarmente esos años se determinó que se contaba con ocho grupos morfológicamente diferentes (Ugarte, 1994; Ugarte *et al.*, 1995b).

En 1995-96, las caracterizaciones en el Centro Toralapa fueron en mayor número de accesiones de papalisa. Se caracterizaron la parte foliar y tubérculos en un total de 97 accesiones. En este material se identificaron 21 grupos morfológicamente similares y una variabilidad aproximada de 50 entradas (Cuadro 17) (Ugarte *et al.*, 1996).

Cuadro 17. Duplicidad y variabilidad aproximada de la colección de papalisa. 1995-96.

Especie	No. entradas	Duplicadas	Variabilidad aproximada
<i>Ullucus tuberosus</i>	97	68	50

Posteriormente, con los resultados de las caracterizaciones para la formación de grupos morfológicamente similares por el método de Ward's, se realizaron análisis multivariados preliminares de componentes principales. El análisis de la caracterización mostró tres componentes principales con un aporte de un 44% de la variabilidad. En el Cuadro 18. se muestran los descriptores más representativos por componente principal que aportan a la discriminación de la variabilidad. En el análisis fueron incluidos los datos de emergencia, floración y rendimiento/planta, para la conformación de los grupos y en algunos casos, estos elementos fueron significativos para la discriminación de la variabilidad. Con los componentes principales hallados se obtuvo 20 grupos morfológicamente similares de papalisa (Cadima *et al.*, 1997b).

Cuadro 18. Descriptores más representativos por componente principal en papalisa.

Componente principal	Papalisa
Componente 1	Cobertura suelo Elongación tallo Ancho hoja Hábito floración Emergencia Floración (%) Rendimiento/planta
Componente 2	Color secundario del envez Distribución del color secundario en envez Color secundario piel

	Forma y color secundario de la piel Frecuencia del color secundario de la piel
Componente 3	Color tallo Color secundario pulpa Distribución del color secundario de la pulpa.

En los grupos conformados en la campaña 1996-97, se identificaron algunas diferencias en el color y la forma de los tubérculos, los mismos no parecían corresponder a algunos de los grupos, lo cual llevó a reagruparlas. Con la verificación morfológica de los grupos formados se determinó que existen 28 grupos morfológicos de un total de 130 accesiones del germoplasma de papalisa. Estos resultados permitieron apreciar preliminarmente que la variabilidad genética en la papalisa es de 22% y que el 78% lo componen los duplicados (Figura 6) (Ugarte, 1998b).

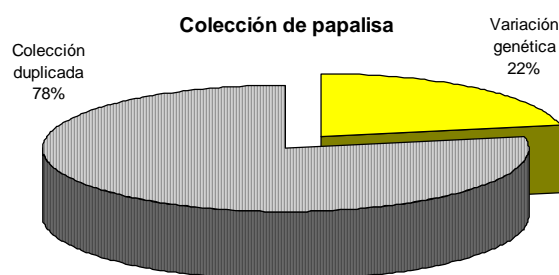


Figura 6. Relación del porcentaje de la colección duplicada de papalisa y su variabilidad genética . 1997-98.

A 1998-99, la colección de papalisa (200 accesiones) caracterizada morfológicamente fue complementada por otras caracterizaciones para confirmar los grupos formados. En base a la descripción de siete caracteres morfológicos en el tubérculo, se encontraron 42 morfotipos (Cuadro 19). Sin embargo, el follaje de la colección no pudo ser caracterizada porque el germoplasma ese año fue regenerada en invernadero debido a la sequía que afectó el cultivo en campo en 1997-98 (Ugarte y Villarroel, 1999).

Cuadro 19. Número de grupos morfológicos en evaluaciones de tubérculos de la colección de papalisa. 1998-99.

Colección	No. entradas	No. grupos morfológicos
Papalisa	198	42

A la fecha se continúa caracterizando morfológicamente la colección, para verificar las ya existentes y en ambientes más favorables para la expresión fenotípica de la colección.

2.2.3.2. Nivel de ploidía de la colección de papalisa

El nivel de ploidía de la colección de papalisa se determinó con el conteo de cromosomas y cloroplastos. Los estudios del nivel de ploidía se iniciaron con tres accesiones, determinándose que el tiempo óptimo de pre-tratamiento de los ápices radicales para realizar el conteo de cromosomas en la papalisa es de 14 horas, los resultados se muestran en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Número de cromosomas y de cloroplastos en tres accesiones de papalisa . Toralapa, 1995-96.

No. Registro	No. cromosomas	No. cloroplastos
BOL 3975	24	14
BOL 3953	24	14
BOL 3957	24	14

Estos resultados preliminares mostraron a las tres accesiones estudiadas como diploides ($2n=2x=24$), considerando el número básico $x=12$ (Ugarte *et al.*, 1996). Posteriormente, en parcelas de agricultores del microcentro Candelaria se detectaron cuatro variedades diploides (Manzana lisa, Waych'a lisa, Llausa lisa y Chejchi lisa) y dos triploides (Valle Grande lisa y Holandesa) (Terrazas *et al.*, 1997). Parte de estos resultados se corroboraron con estudios en 17 accesiones representativas del germoplasma donde todas fueron diploides (Gaspar, 1998).

2.2.3.3. Evaluación

Se evaluaron genes valiosos en el germoplasma de papalisa. En una de ellas se determinó 14 accesiones susceptibles al nematodo *Nacobbus aberrans* en condiciones de invernadero, estas no se recomendarían para su inclusión en los sistemas de rotación de cultivos tendientes a reducir las poblaciones del nematodo (Ugarte *et al.*, 1995b).

También la colección fue evaluada por su resistencia a virus. Se evaluaron 84 accesiones, todas presentaron virus de acuerdo a los análisis serológicos (Cuadro 21), demostrando con ello que el germoplasma se encontraba muy afectado y con peligro de degeneración por problemas viróticos (Ugarte *et al.*, 1996).

Cuadro 21. Presencia de virus en 84 accesiones de la colección de papalisa. Toralapa, 1995-96.

Accesiones	Muestras con virus						
	UVM	UVC	PLRV	Pap MV-U	TMV-U	AVA-U	APLV-U
84	29	18	12	24	5	0	3
100%	34%	21%	14%	28%	5%	0%	3%

2.2.4. DOCUMENTACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA CON LA COLECCIÓN DE PAPALISA

La documentación de los recursos genéticos de los Bancos de Germoplasma consiste en trabajos de manejo de datos sobre los materiales genéticos que se preservan. La colección de papalisa genera una valiosa información que puede ser utilizada por los investigadores para diferentes fines.

En el período de 1994-95 a 1997-98 (Ugarte y Cadima, 1995b; Blanco *et al.*, 1996), la información del 98% de la colección de papalisa contaba con:

- **Datos de entrada:** Número de entrada, número de registro en la colección, nombre del donante, nombre científico, fecha de ingreso a la colección, ubicación en campo.
- **Datos de colección:** Nombre del cultivar, institución colectora, país de colección, departamento, provincia, comunidad, altitud.
- **Datos de planta:** Caracterizaciones (tubérculo, follaje, floración, hábito de crecimiento) y evaluaciones (precocidad, susceptibilidad y/o tolerancia a diversos factores)

Se continuó desarrollando los formatos de introducción, modificación, eliminación y búsqueda de datos por especie, con la pretensión de juntar en un módulo cuatro bases de datos (papa, oca, papalisa e isaño), de tal modo que los futuros usuarios pudieran hacer consultas con facilidad. Para esta documentación electrónica se usó la base de datos Access for Windows que permitió considerar estos formatos y además se pueda introducir información sobre siembra, evaluación, utilización, distribución del material, etc., mediante la metodología de Painting (1993) y el IPGRI (1994) (Cadima y Blanco, 1997).

A partir de 1998-99, por decisión concensuada entre los diferentes responsables de Bancos de germoplasma en el marco del PBRTA, se decidió cambiar el sistema de documentación Access for Windows por aquel recomendado por el IPGRI. De esta manera se creó la base de datos en el nuevo pcGRIN, que cuenta con los siguientes grupos de datos (Ugarte y Blanco, 1999):

- Datos de geografía
- Datos de colaboradores
- Descriptores de inventario adicional
- Taxonomía
- Datos pasaporte

Hasta la fecha, los datos pasaporte y la información generada en cada gestión agrícola sobre evaluaciones y caracterizaciones de la colección de papalisa se introducen al sistema de documentación pcGRIN: La complementación de la documentación también consiste en introducir datos de longitud y latitud para su posterior mapeo en DIVA-SIG de tal forma de contar con la distribución geográfica de la variabilidad de estas colecciones en Bolivia (Ugarte y Villarroel, 2000; Ugarte y Blanco, 2001).

2.2.5. DINAMIZACIÓN DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA PAPALISA Y DE OTROS TUBÉRCULOS ANDINOS

La falta de interés por la conservación de la biodiversidad es en gran medida debido al desconocimiento de la existencia de esa diversidad, por ello es que desde gestiones pasadas se realizan cada año presentaciones públicas del Banco de germoplasma en ferias rurales y urbanas, para crear la concientización de la población sobre la importancia de la conservación y las posibilidades de aprovechamiento sostenible. Estas actividades se mantienen vigentes como parte de las estrategias de conservación del Banco de germoplasma y su relacionamiento con otros usuarios, además de la comunidad científica y los agricultores.

Hasta la fecha las presentaciones de la variabilidad de los tubérculos andinos mantenidos en el Banco de germoplasma son exitosas, porque la Fundación es invitada permanentemente a eventos públicos para mostrar los recursos genéticos conservados, los productos transformados y recetas con estos recursos, para enfatizar el uso de la diversidad expuesta, y aunque esto es un buen indicador de que los esfuerzos de promocionar los recursos genéticos están teniendo frutos, este tipo de presentaciones no es suficiente para dar a conocer la importancia de la conservación de los recursos genéticos a la población, por lo que simultáneamente dentro y fuera de estos eventos, se está ejecutando una estrategia de promoción y difusión de información que involucra diferentes medios divulgativos como ser boletines, trípticos, afiches, marcadores de libro, etc. diseñados de acuerdo a diferentes públicos meta. También se está incorporando información en la Página WEB de PROINPA que es un mecanismo adicional para promocionar el uso de las colecciones de tubérculos andinos (Ugarte y Oros, 2000; Ugarte *et al.*, 2001; Cadima *et al.*, 2002).

Como parte de la dinamización del Banco de germoplasma, también se realizan acciones de relacionamiento *in situ-ex situ-in situ*, a través de visitas y evaluaciones participativas con agricultores de diferentes comunidades sobre características morfoagronómicas de las colecciones del banco en diferentes fases fenológicas de las especies en particular. Los agricultores en estas oportunidades manifestaron su interés por lo que se está conservando ya que no tenían conocimiento de la existencia de un banco de germoplasma al cual podrían acudir cuando necesiten y podrían utilizar a futuro y donde también podrían depositar aquellas semillas que ya no desean o no pueden conservar (Ugarte y Oros, 2000; Ugarte *et al.*, 2001).

De esta manera, la relación del banco de germoplasma con la conservación *in situ* se está fortaleciendo aún más. También se viene enfatizando las evaluaciones participativas sobre usos potenciales de las variedades. Estas actividades en su conjunto permitirán una dinamización más efectiva de las colecciones del Banco de germoplasma.

CAPITULO III.
INVESTIGACIONES EN EL MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO
DE LA PAPALISA

INVESTIGACIONES EN EL MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LA PAPALISA

El manejo agronómico del cultivo de la papalisa abarca desde la elección de los suelos para la siembra hasta el almacenamiento de los tubérculos cosechados. En el presente documento se abordan diferentes aspectos de algunos componentes del manejo del cultivo, y que se han llevado a cabo en varias zonas productoras.

3.1. CALIDAD DE LA SEMILLA

La calidad de la semilla se asocia a su sanidad, que a su vez determina la productividad del cultivo. Sin embargo, la mayoría de los agricultores de las zonas productoras de papalisa siembran este cultivo con semilla de mala calidad o semilla “degenerada” y que la llaman los agricultores como semilla “cansada”. La degeneración de la semilla ocurre debido a la susceptibilidad de los tubérculos de infectarse sistémicamente por los virus en campañas sucesivas. La semilla degenerada va reduciendo los rendimientos a través de la producción paulatina de tubérculos más pequeños que las plantas sanas. En algunos casos, los agricultores descartan esta semilla degenerada y la renuevan por otra; mientras que otros, la reemplazan por semilla de otros cultivos, como la oca y papa, ocasionando así la pérdida de su biodiversidad.

Debido a este fuerte problema fitosanitario en el cultivo de la papalisa, se aplicó la técnica de la Selección Positiva en algunas parcelas de agricultores, que 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, para mantener la calidad de las semillas y rendimientos por mayor tiempo.

Las evaluaciones del efecto de la selección positiva por dos años consecutivos determinaron diferencias de rendimiento entre las plantas seleccionadas positivamente y las plantas no seleccionadas. Los beneficios de la selección positiva en los rendimientos del cultivo de papalisa fueron mayores en el primer año. En el primer año, las plantas seleccionadas (PSP) de la variedad Criolla rindieron 73% más que las plantas no seleccionadas (PSS), en la variedad Holandesa las plantas seleccionadas rindieron 45 a 53% y las de la variedad Manzana 12 a 32% más que las plantas no seleccionadas (Cuadro 22) (Gonzales *et al.*, 1996; Gonzales e Iriarte, 1997).

En el segundo año se consideraron como plantas con (PSP*) y sin (PSS*) selección positiva a aquellas provenientes de la siembra de tubérculos semilla cosechados de plantas con (PSP) y sin (PSS) selección positiva en el primer año.

En el segundo año, los incrementos de rendimiento por la selección positiva fueron menos importantes que en el primer año. Los rendimientos de las plantas con selección positiva (PSP*) sobrepasaron 4 a 33% los rendimientos de las plantas sin selección (PSS*). En el segundo año, también se presentaron plantas cuyas diferencias de rendimiento fueron favorables en 4% a las plantas provenientes de semilla sin seleccionar (PSS*) (Gonzales e Iriarte, 1997). En la variedad Manzana, los incrementos de rendimiento con la aplicación de la técnica fueron semejantes a los del primer año (Cuadro 22) (Iriarte *et al.*, 1998).

Cuadro 22. Incremento en los rendimientos del cultivo de papalisa por efecto de la selección positiva en diferentes zonas productoras. 1995-96 a 1997-98.

Año/ Comunidad	No. parcela	Variedad	Rendimiento (kg/planta)				Incremento de rendimiento (%)	
			Año 1		Año 2*		Año 1	Año 2
			PSP	PSS	PSP*	PSS*		
1995-96								

Laimetoro	Parcela 1	Holandesa	0.49	0.25	0.25	0.21	49	4
Sapanani	Parcela 2	Holandesa	0.49	0.27	0.24	0.25	45	16
Sapanani	Parcela 3	Holandesa	0.46	0.22	0.28	0.27	52	4**
Sapanani	Parcela 4	Criolla	0.22	0.06	0.09	0.06	73	30
1996-97								
Candelaria	Parcela 1	Manzana	1	0.82	3.85	2.85	12	26
Candelaria	Parcela 2	Manzana	1.11	0.75	3.58	2.17	32	12

Nota: **PSP= PSP*** y **PSS= PSS***; **PSP=** Plantas con Selección positiva, **PSS=** Plantas Sin selección; **PSP*=** Plantas de semillas con selección positiva; **PSS*=** Plantas de semillas sin selección.

* Los resultados del segundo año corresponden a rendimientos promedio de 50 plantas.

** Favorable a plantas sin seleccionar.

No obstante estos resultados, la selección positiva es una buena alternativa a corto plazo para mejorar la semilla y rendimientos por parte del agricultor, sobretodo cuando a ellos les resulta complicado obtener semilla de los programas o empresas de producción de semilla de calidad, por el mayor tiempo de gestión para comprarla (pedido anticipado para la compra) y porque el precio de las semillas de calidad les resulta elevado, es un gasto que en la mayoría de los casos no se pueden permitir.

3.1.1. Limpieza viral en el cultivo de papalisa

Los virus, en relación de los hongos bacterias, insectos y nematodos, son difíciles de erradicar, por lo que se utilizan técnicas de cultivo de tejidos, tales como termoterapia *in vitro* y cultivo de meristemas para su eliminación, con la finalidad de obtener semilla de alta calidad sanitaria es decir, libre de virus y otros patógenos. La técnica consiste en la exposición de las plántulas infectadas a una temperatura alta (37 a 40° C) durante cuatro semanas, antes de la extracción y cultivo de meristemas. Los meristemas (puntos vegetativos de 0.2 a 0.5 mm de diámetro) son extraídos de los ápices de las plántulas, y son implantados en la superficie de un medio de cultivo artificial, hasta que regeneran en una plántula completa.

La sanidad de las plántulas procedentes de la limpieza viral, es verificada antes de proceder a la multiplicación masiva *in vitro* del material en laboratorio (micropropagación). Las técnicas de verificación más comunes son las serológicas (ELISA) y las inoculaciones en plantas indicadoras (Villarroel, s/f.).

Desde 1994-95 se comenzaron a priorizar variedades de papalisa por su alta infección viral (variedades en proceso de degeneración: Criolla y Holandesa), para su limpieza viral. En 1996-97 se inició la producción de semilla prebásica de la variedad Holandesa y plántulas *in vitro* de la variedad Criolla. Posteriormente, se inició la limpieza viral de accesiones de papalisa del Banco de Germoplasma de Toralapa, por su alta infección viral, para garantizar su mantenimiento y conservación (Villarroel y Ugarte, 2000).

Hasta el presente el número de accesiones de papalisa en condiciones *in vitro* suman 78, las que pasaron por el proceso de limpieza viral son 16. De este material saneado, las variedades de papalisa Holandesa, Manzana y Criolla Lisa, se encuentran en proceso de multiplicación, para su posterior remultiplicación *in situ* (comunicación personal: Carmen Luz Villarroel⁴, 2002).

3.2. FERTILIZACIÓN

En las zonas productoras de papalisa como, Colomi- Sacaba (Sapanani) (Prov. Chapare), Lope Mendoza-Totora (Prov. Carrasco) y Morochata- Independencia (Prov. Ayopaya), la siembra de este cultivo se realiza después de la papa, aprovechando normalmente el remanente de fertilizante que deja este cultivo.

⁴ Responsable del Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Fundación PROINPA.

Se hallaron particularidades en la fertilización de este cultivo por zona de producción. En zonas donde se siembran grandes superficies de papalisa, como Colomi y Lope Mendoza-Totora, se determinó que los agricultores aplican fertilizantes orgánicos y minerales, respectivamente. La cantidad aplicada de ambos insumos al cultivo de la papalisa es menos del 50% que lo aplicado al cultivo de la papa (Gonzales *et al.*, 1994 y 1995).

En Colomi los agricultores fertilizan la papalisa al igual que la papa casi exclusivamente con gallinaza⁵, 20% de la dosis aplicada de este insumo al cultivo de papa es aplicada al cultivo de papalisa. En cambio, en Lope Mendoza –Totora, a la papalisa sólo aplican fertilizantes químicos en una cantidad equivalente de 29 a 34% de la dosis aplicada al cultivo de papa (Cuadro 23).

Cuadro 23. Cantidades estimadas de fertilizantes químicos y enmiendas orgánicas en la siembra de papa y papalisa, en las zonas de Colomi y Lope Mendoza-Totora. 1994-95.

Cultivos	Zona Colomi		Zona Lope Mendoza-Totora	
	Enmiendas orgánicas (kg/ha)		Fertilizantes químicos (Kg/ha)	Enmiendas orgánicas (kg/ha)
Papa	Gallinaza 8.5 (21)		18-46-0 300-350 (16)	Vacuno 8.4 (8) Gallinaza 6.6 (2) Ovino 13.8 (1)
Papalisa	Gallinaza 1.7 (12)		18-46-0 101 (11)	-

Nota: Los datos para Colomi son en base a 22 encuestas y para Lope Mendoza-Totora en base a 17. Los valores en paréntesis corresponden al número de agricultores que respondieron esa opción

3.3. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Se han realizado estudios básicos y sobre el control de algunas plagas y enfermedades de la papalisa las cuales fueron priorizadas en un diagnóstico multidisciplinario en las principales zonas productoras como Colomi y Sacaba (Provincia Chapare), Lope Mendoza-Totora (Provincia Carrasco) y Morochata-

⁵ **Gallinaza:** Estiércol de gallinas de granja.

Independencia (Provincia Ayopaya). Los resultados de estos estudios se exponen a continuación.

3.3.1. NEMATODOS

3.3.1.1. El nematodo *Nacobbus aberrans*

La mayoría de los suelos de las zonas productoras de papalisa se encuentran infestados por *Nacobbus aberrans*, que afecta la producción del cultivo de la papa que es el principal cultivo de cabecera de los sistemas productivos andinos. Dentro la variabilidad genética de la papalisa, que también es un cultivo hospedante de *N. aberrans* (Balderrama y Franco, 1993; Condori y Franco, 1994), se han identificado ocho accesiones resistentes al nematodo de 44 evaluadas de la colección TURKO³ en condiciones de invernadero. Para incorporar este material en las rotaciones de cultivos en suelos infestados, aún es necesario confirmar su resistencia bajo condiciones de campo y realizar otros estudios complementarios importantes.

3.3.2. HONGOS

3.3.2.1. 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 varias zonas productoras como, Laimetoro (Prov. Carrasco), Torreni (Prov. Ayopaya), Mojón, Jukumari, Chullpas, Tambillo (Prov. Carrasco), Candelaria, Salto A y Salto B (Prov. Chapare); todas se ubican en altitudes entre 2900 y 3300 msnm y presentan temperaturas promedio de 7 a 17°C, alta humedad relativa (mayor al 70%), precipitaciones promedio de 650 mm durante el ciclo del cultivo y con presencia de neblinas que favorecen el desarrollo de la roya (Ortuño, 1997; Ortuño *et al.*, 1999).

La roya una vez que infecta el tejido foliar (Figura 7) es difícil eliminarla de la planta, hasta el presente, el método de control químico es la única alternativa para controlar la enfermedad a niveles bajos de daño.

En zonas endémicas de roya y en condiciones ambientales muy favorables (temperatura de 10 a 15°C, humedad relativa > 70%, con precipitaciones pluviales frecuentes: 50 mm/semana y presencia de neblinas), las estrategias de control químico de la enfermedad son eficientes y económicas para el agricultor, cuando los fungicidas de control de royas, sistémicos y de contacto (cúprico), son empleados alternadamente cada 15 a 20 días, antes de que aparezca la roya en la parcela (desde el 60% de emergencia del cultivo). En cambio, cuando las condiciones son sólo favorables (temperaturas de 10 a 15°C, HR 50-70%, precipitaciones bajas a moderadas y baja presencia de neblinas), se determinó que es suficiente utilizar un fungicida de contacto (cúprico) cada 15 a 20 días.

Los fungicidas evaluados para recomendar estos resultados fueron el fungicida de contacto Cupravit OB21 (Oxicloruro básico de cobre, 85% PM: dosis 100g/20 l agua) y los sistémicos Plantvax (Oxicarboxin, 75% PM: dosis 30g/20 l agua) y Folicur (Tebuconazole: dosis 30 ml/20 l agua).

Se observó que cuando el fungicida es de contacto y se utiliza solo o como primera aplicación, la roya continúa infectando aproximadamente hasta los primeros 120 DDS, tiempo a partir del cual el porcentaje de daño comienza a declinar; en cambio cuando el fungicida es sistémico en la primera aplicación, los porcentajes de daño declinan con mayor anticipación. Con las siguientes secuencias de fungicidas, se obtuvieron mayores retornos económicos por hectárea: Plvx, Plvx + Cu/ Fo, Fo + Cu/

³ Colección TURKO: Es una colección de papalisa y oca que realizó la Universidad de TURKO de Finlandia en Bolivia entre 1982 a 1989, y que retornó al país en 1994-95 al Banco de Germoplasma.

Cu, Cu cada 15 a 20 días (Ortuño, 1997; Ortuño *et al.*, 1996; Gonzales *et al.*, 2003).

3.3.2.2. El Mukuru de la papalisa

El “mukuru” de la papalisa es la enfermedad más importante en el cultivo de papalisa en la zona de Sapanani (Provincia Chapare), y consiste en pudriciones radicales causadas por el hongo *Fusarium* sp. (Figura 8). De acuerdo a 32 agricultores entrevistados de esta zona, el “mukuru” afecta en mayor o menor grado a la totalidad (100%) de las parcelas con papalisa en la Parte Baja (2780 a 3410 msnm), donde las siembras Mishk’as son comunes, y al 81% de las parcelas en la Parte Alta (3410 a 3800 msnm) (Cossio, 1998). Por lo que se observó que los rendimientos del cultivo de papalisa son más afectados por la enfermedad en la Parte Baja, presentando pérdidas del 57% y en la parte Alta 31%. Por esta enfermedad, los agricultores desde los últimos diez años dejaron de cultivar papalisa en grandes superficies, el resto de la superficie que antes se destinaba al cultivo de papalisa esta siendo reemplazado por cultivos de oca y papa.

Los estudios de control del “mukuru” enfatizaron el uso de fungicidas químicos como la alternativa más importante, desde el tratamiento de tubérculos semilla antes de su siembra, hasta aplicaciones al cultivo en campo. También se observó que la procedencia y la selección adecuada de la semilla y el aumento del número de aporques a dos, son muy importantes para disminuir el progreso de la enfermedad, ya que a nivel local fue normal la infección los tubérculos semilla con el hongo, por lo que se obtuvieron mayores rendimientos con semilla de otra procedencia. Sin embargo, el uso intensivo de la tierra también se identificó como una de las principales causas de la persistencia y diseminación de la enfermedad a otras parcelas, por lo que se recomendó rotaciones de cultivos con especies no susceptibles a *Fusarium* sp. (Condori *et al.*, 1995; Cossio, 1998).

Las estrategias de control químico más eficaces del mukuru de la papalisa en tres años consecutivos, consistieron en la utilización de Benlate (1g/l agua) o Tecto 600 (2g/l agua) a la siembra o a la emergencia del cultivo, Rovral (4g/l agua) a la siembra y primer aporque o Captan (15g/6 kg semilla) a la siembra, primer y segundo aporque (Condori *et al.*, 1995, Ortuño *et al.*, 1996; Almanza y Gonzales, 1997; Gonzales *et al.*, 2003).

3.3.2.3. La Q’aracha o rhizoctoniasis de la papalisa

La q’aracha de la papalisa es un 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 (Figura 9), pero su efecto en los rendimientos no es significativo. Esta enfermedad esta presente en todas las zonas productoras de tubérculos andinos de Cochabamba. En la zona de Candelaria (Rodeo Alto, Chimpa Rancho y Segunda Candelaria), la q’aracha fue identificada como uno de los principales problemas que reduce los precios de la papalisa en el mercado en un 50 a 80%, de acuerdo a los daños y época de comercialización.

Estudios preliminares mostraron que la incidencia de la enfermedad incrementa de acuerdo a la calidad sanitaria de los tubérculos semilla utilizados y a la infestación de los suelos por el hongo y cualidades nutricionales como físicas del suelo. En cuanto a su control, se obtuvieron resultados relativamente efectivos desinfectando los tubérculos semilla de papalisa con Tecto 600 (60g/20 l agua) y Monceren (40 cc/20 l agua), y aplicando el fungicida Bravo 500 al cuello de la planta durante el ciclo del cultivo. Con estos productos y metodología, la incidencia de la enfermedad (síntomas visibles de la qaracha en los tubérculos) fue disminuida en 16%, respecto de la incidencia observada con los productos y prácticas que utiliza el agricultor en la zona de Candelaria (Gonzales y Terrazas, 2001).

Posteriormente, esta estrategia fue validada en parcelas de producción (demostrativas) con agricultores de los Comites Agrícolas Locales (CAL’s) en tres comunidades del microcentro Candelaria: Chimpa Rancho, Rodeo Alto y Segunda Candelaria. La semilla utilizada en las diferentes parcelas fueron las que normalmente siembran los agricultores en la zona, fue semilla de mala calidad

en términos de sanidad y tamaño, es decir sin seleccionar. Esta semilla se trató por inmersión con Monceren (Pencycuron) con una dosis de 2cc/l agua y cuando la semilla fue tratada por aspersión la dosis utilizada fue de 100 cc/20 l agua, el fungicida Bravo 500 (Clorothalonil) se aplicó al cuello de la planta al primer aporque del cultivo (Gonzales *et al.*, 2002)

Con esta estrategia se obtuvieron incrementos promedio de rendimiento de 3.4 t/ha, lo que significó 18% más respecto de los rendimientos a nivel de agricultor (Figura 10), asimismo, la incidencia de la enfermedad en los tubérculos con la estrategia fue disminuida, se obtuvo un promedio de 7.4% más de producción sin daños de q'aracha, lo que equivale a 1.7 t/ha de papalisa sana. Los resultados contrarios a los esperados (rendimientos en parcelas sin la estrategia iguales o mayores a los con la estrategia) se relacionaron con la desuniformidad de la fertilidad del suelo e incidencia variable del hongo en el suelo como en la semilla.

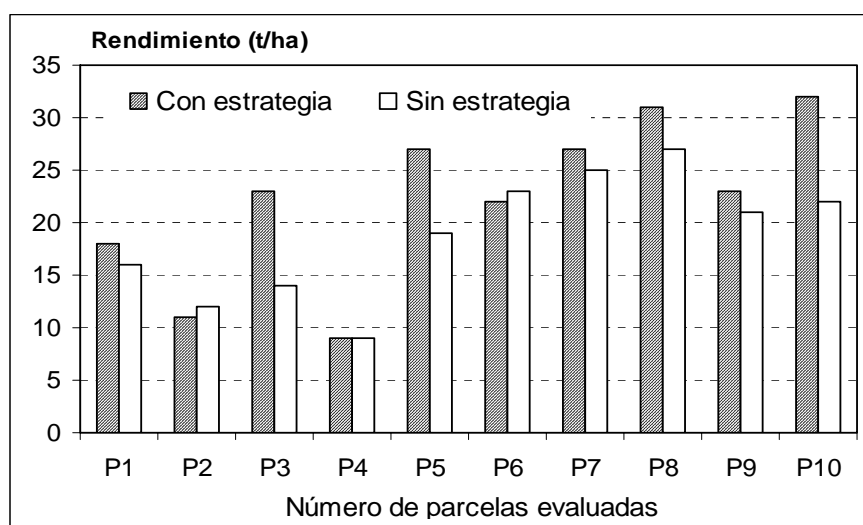


Figura 10. Rendimientos de papalisa (t/ha) en parcelas con y sin estrategia de control de la q'aracha (*Rhizoctonia* sp.) en el microcentro Candelaria.

Al calcular costos de producción, el fungicida y mano de obra para su aplicación, elevaron los costos variables en 350 bs/ha, sin embargo, existió una diferencia positiva de 3090 Bs/ha de beneficio neto por la inversión del fungicida y su aplicación, respecto de los beneficios netos obtenidos con la estrategia del agricultor, considerando que el precio de los tubérculos de la papalisa está directamente relacionado a la incidencia y/o severidad de la q'aracha en los mismos (Gonzales *et al.*, 2002).



Figura 7. Síntomas de la roya (*Aecidium ulluci* Jorstad) en hojas de papalisa.



Figura 8. El "mukuru" de la papalisa: pudrición en la punta de la raíz por la presencia del hongo *Fusarium* sp.



Figura 9. La "q'aracha" de la papalisa afecta la calidad de los tubérculos.

Sin embargo, también se demostró que es posible disminuir los daños por el hongo en los tubérculos tan sólo aplicando Monceren (0.6 l/ha) a la siembra. Los análisis de costos (presupuestos parciales) mostraron que con la aplicación de este fungicida y utilizando semilla del agricultor se obtiene un beneficio neto positivo de 52% más (3360 Bs/ha) respecto del testigo sin aplicación (García y Guevara, 2002).

No obstante estos resultados, se recomendó practicar otras medidas complementarias para el control de la q'aracha de la papalisa, como la selección adecuada de la semilla, rotación de cultivos, épocas de siembra y siembra en parcelas libres del hongo. En posteriores estudios de probarían fungicidas y dosis alternativos al Monceren para el tratamiento de la q'aracha, también se determinarían diferencias de rendimiento frente a lo que se obtendría con semilla sana (sin presencia del hongo).

3.3.3. VIRUS

Las infecciones virósicas ocasionan principalmente pérdidas de rendimiento, aunque las plantas puedan mostrar sólo síntomas. Los virus ocasionan pérdida de vigor por lo que las plantas infectadas 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).

En las zonas productoras de tubérculos andinos de Cochabamba, la incidencia de virus en el cultivo de papalisa es generalizada y presenta diferentes matices de acuerdo a la calidad de la semilla, variedad e intensidad de producción del cultivo. Por ejemplo, en Sapanani (alturas de Sacaba) y Laimetoro (zona de Lope Mendoza), la incidencia de los virus en la variedad Holandesa fue de 50 a 60% y en la variedad Criolla 70 a 80%; en Candelaria (Colomi) la incidencia de virus en la variedad Manzana fue de 40 a 50% (Gonzales e Iriarte, 1997; Iriarte *et al.*, 1998).

Se observó que la incidencia y variabilidad de los virus causantes de la degeneración de los tubérculos semilla de papalisa difiere en las tres zonas mencionadas. Por la mayor incidencia de virus en los tubérculos de papalisa en Sapanani y Laimetoro, se confirmó que ambas zonas están altamente plagadas de insectos que son transmisores de virus, en relación de Candelaria, donde se detectó en mayor porcentaje los virus UMV (Virus del Mosaico del Ulluco) y UVC (Virus C del Ulluco) en los tubérculos. Comparando variedades, la Criolla presentó mayor incidencia virótica respecto a la Holandesa y Manzana. Los otros virus identificados fueron el PapMV-U (Virus del Mosaico de la Papaya variante Ulluco), TMV-U (Virus del Mosaico del Tabaco variante Ulluco) y el PLRV (Virus del Enrollamiento de la Papa) (Cuadro 24) (Gonzales e Iriarte, 1997; Iriarte *et al.*, 1998).

Cuadro 24. Incidencia de virus en porcentaje en tubérculos semilla de papalisa, procedentes de plantas con y selección positiva en tres zonas productoras.

Virus	Variedad Holandesa						Var. Criolla		Variedad Manzana			
	Laimetoro		Sapanani				Sapanani		Candelaria			
	Parcela 1		Parcela 2		Parcela 3		Parcela 4		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
Prom.	59	23	54	59	52	29	29	74	20	22	29	30

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.

3.4. AGROFISIOLOGÍA

A partir de la determinación de las características agrofisiológicas de un cultivo, es posible mejorar su manejo agronómico (fertilización, densidad de siembra, aporques, etc.) y superar más efectivamente limitantes de orden biótico como abiótico, a través de la aplicación de medidas correctivas de acuerdo al crecimiento y fase de desarrollo en la que el cultivo se encuentre.

En adelante, las principales características de desarrollo y crecimiento de la papalisa (var. Manzana) son comparadas con el patrón de crecimiento y desarrollo del cultivo de papa (var. Waych'a). El estudio se llevó a cabo en la zona de Candelaria, comunidad Rodeo Alto (Colomi, Prov. Chapare) en la campaña agrícola 1998-99. Los niveles de fertilización orgánica y mineral fueron de 5 t/ha gallinaza + 80-80-0 para ambos cultivos.

3.4.1. Fenofases de desarrollo en los cultivos de papalisa y papa

Se observó que la papalisa (175 DDS) presenta un ciclo más largo que la papa (155 DDS) y que su fase de floración antecede a la de tuberización tal como ocurre en la variedad de papa Waych'a, con la diferencia de que en la papalisa el tiempo de ocurrencia entre uno y otro evento es más amplio (Cuadro 25).

Al contrario de la papa, la papalisa no alcanzó el máximo porcentaje de emergencia (80%), dicho porcentaje sólo llegó al 51% a los 110 DDS que coincidió con el inicio de la formación de los tubérculos y con el 54% de las plantas emergidas que presentaban flores. La ocurrencia de la fase de tuberización afectó el desarrollo del follaje y de la planta en general, este efecto junto al bajo porcentaje de emergencia, ocasionaron que la cobertura del suelo por el cultivo de papalisa no sea total. En el cultivo de papa los primeros botones florales se presentaron a los 70 DDS y el total, a los 160 DDS. En ambos cultivos, las máximas coberturas del suelo por el follaje se presentaron una vez registrados los máximos porcentajes de emergencia, es decir, entre los 100 y 130 DDS en el cultivo de papa, y los 130 a 160 DDS en el cultivo de papalisa.

Cuadro 25. Fenofases de desarrollo en papa (var. Waych'a) y papalisa (Var. Manzana).

Cultivo	Días después de la siembra														
	55	60	70	75	85	95	100	110	115	130	145	155	160	175	180
Papa															
% emergencia	75		85		88		88		88	88	88		88	88	88
% floración	0		3		14		43		74	74	81		99	100	100
% cobertura follaje		21		30		54		72		72	55	38			
Inicio tuberización				SI											
Madurez fisiológica												SI			
Papalisa	55	60	70	75	85	95	100	110	115	130	145	155	160	175	180
% emergencia	23		33		40		44		51	51	51		51	51	51
% floración	0		0		16		46		51	73	90		95	100	100
% cobertura follaje	2			3		5		8		14	15		15	10	8
Inicio tuberización								SI							
Madurez fisiológica														SI	

3.4.2. Análisis de crecimiento

Se observó que la papa (var. Waych'a) acumula mayor cantidad de materia seca a nivel de planta y tubérculos, en relación de la papalisa. El cultivo de papa al final de su ciclo vegetativo llegó a acumular en promedio 1466 y 1150.46 g/m², como materia seca total y en los tubérculos, respectivamente; en cambio, la papalisa sólo llegó a acumular 557.54 y 431.26 g/m². Igualmente, el Índice de Area Foliar (IAF) de la papa fue mayor al de la papalisa, aunque la diferencia entre ambas especies no fue tan amplia, la papa no llegó a registrar índices de 3 y la papalisa no sobrepasó índices de 2 (Cuadro 26).

Al contrario, el número de tubérculos por unidad de superficie fue mayor en el cultivo de papalisa, a la madurez fisiológica (175 DDS) este cultivo produjo 411 tubérculos/m², y la papa (155 DDS) 142 tubérculos/m².

Por otro lado, se determinó que la papa es más eficiente en la producción de biomasa seca en los tubérculos por día, en relación de la papalisa. La acumulación diaria de materia seca en estos órganos en la papa llegó a 0.115g, en cambio en la papalisa este valor fue muy bajo, llegó a 0.0099 g.

Cuadro 26. Variables de crecimiento de los cultivos de papa y papalisa.

Variables de crecimiento	Cultivo	Días después de la siembra						
		85	110	130	140	155	160	175
MS total	Papa	84.6			998.1	1466.9		
	Papalisa		111.9	360.6			504.3	557.5
IAF	Papa	1.9			2.8	2.7		
	Papalisa		1.	2.0			1.3	
MS tubérculos	Papa	17.8			745.7	1150.5		
	Papalisa		6.4	146.2			298.2	431.3
No. tubérculos	Papa	25.0		61.0	142.0			
	Papalisa		57.0	139.0			400	411.0

3.4.3. Rendimiento

En la cosecha final, la papalisa (var. Manzana) rindió relativamente más que la papa (var. Waych'a) con una diferencia de 2.34 t/ha (Figura 11). Por otro lado, se observó que los rendimientos de papa como de papalisa, superaron los rendimientos promedio registrados comúnmente en Candelaria, principalmente en lo que respecta al cultivo de papalisa.

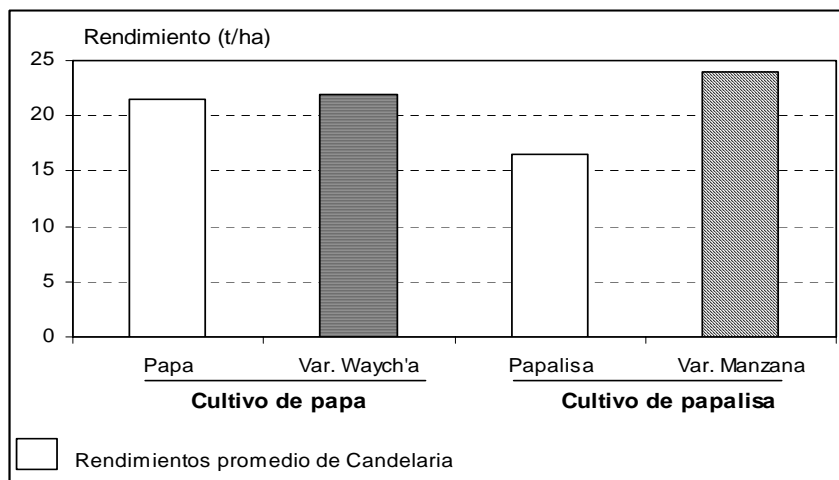


Figura 11. Rendimiento potencial de los cultivos de papa (Waych'a) y papalisa (Manzana) en relación de los rendimientos promedio de la zona de Candelaria.

En cuanto a la acumulación de materia seca en los tubérculos que se evaluó a la madurez fisiológica de cada cultivo, se observó que esta acumulación fue siempre superior en la papa (6.76 t/ha) respecto de la papalisa (2.44 t/ha). Con estos resultados, se halló que la papa en términos porcentuales contiene en promedio un 28.30% de materia seca y la papalisa 9.32%, es decir, la papalisa es el cultivo con mayor contenido de agua en sus tubérculos que la papa (Patiño, 2000).

Este fue el primer estudio agrofisiológico con el cultivo de papalisa, se debieran realizar otros incluyendo otras variedades de aptitud comercial y cuidando de que se mejoren aspectos como la calidad de la semilla, fertilidad y fertilización, entre otros.

3.5. ESTUDIOS DE POST-COSECHA

3.5.1. Almacenamiento

El almacenamiento constituye una práctica importante en la conservación de tubérculos para semilla y para consumo, porque incide en su estado fisiológico y en consecuencia en su calidad.

El tiempo de almacenamiento de los tubérculos de papalisa es corto, sin embargo existen almacenes específicos que se distinguen en función al destino de la producción de los tubérculos.

3.5.1.1. Tipos de almacenes tradicionales y formas de almacenamiento

Se identificaron cinco tipos de almacenes para tubérculos de papalisa en las zonas productoras de Colomi, Lope Mendoza-Totora, Morochata e Independencia del departamento de Cochabamba. Las más frecuentes fueron las "viviendas" que son utilizadas como almacenes en todas estas zonas. También se identificaron almacenes típicos como las "phinas" y "almacenamiento en campo" en Colomi, los "zarzos" y "almacenamiento en campo" en Lope Mendoza-Totora, y los "phutus" en Morochata (Gonzales *et al.*, 1994; Terrazas y Gonzales, 2001). Normalmente las cantidades de tubérculos que aparecen en la última columna del Cuadro 27., son guardados tanto para semilla como para consumo. Sólo cuando llega la época de siembra, los agricultores escogen la cantidad de semilla

necesaria para su siembra (Gonzales *et al.*, 1994).

Cuadro 27. Formas tradicionales de almacenamiento de oca, papalisa e isaño en las zonas productoras de Colomi, Lope Mendoza, Morochata e Independencia.

Zona	Tipo de almacenes	Tubérculos almacenados	Propósito del almacenamiento	Cantidades almacenadas (Kg.)
Colomi	- Phinas - Vivienda - En campo	Oca, papalisa Oca, papalisa, isaño Papalisa	Consumo y semilla Semilla Semilla	200 a 500 100 a 300 -
L. Mendoza	- En campo - Zarzo	Oca, papalisa Papalisa, oca	Comercialización Consumo- Comercialización- Semilla	- 300 a 1000
Morochata	- Phutus - Vivienda	Oca, papalisa, isaño Oca, isaño	Consumo - semilla Semilla	200 a 400 100 a 200
Independencia	- Phinas	Oca, papalisa	Comercialización- consumo	200 a 500

a) Viviendas

La vivienda es el ambiente donde la familia del agricultor convive, descansa y se protege de las inclemencias del tiempo, pero también es el ambiente más común de almacenamiento de los tubérculos andinos en general. El almacenamiento consiste en apilar los tubérculos en una esquina del ambiente que ocupa el agricultor, sin embargo también existen ambientes exclusivos que se designan para almacenar estos productos agrícolas. Las semillas de papalisa generalmente son almacenadas de esta forma (Gonzales *et al.*, 1994; Gonzales *et al.*, 1995; Terrazas y Gonzales, 2001).

Las viviendas son construcciones de adobe, con techo de teja, piso de tierra o de cemento en algunos casos. Una gran parte de las viviendas tienen luz difusa y ventilación a través de las ventanas y puertas mal cerradas (Gonzales *et al.*, 1994; Gonzales *et al.*, 1995).

b) Phinas

Este tipo de almacén es típico de las zonas de Colomi e Independencia. Son montículos de papalisa (200 a 500 kg) en el piso sobre paja brava (hichj'u), que son cubiertos con otra capa gruesa de paja (hichj'u) para protegerlos del sol, lluvias o rocío y del viento, ya que están ubicados a campo abierto, en el patio de una casa o fuera de la misma. Estas phinas se ubican donde existe corriente de aire para mantener ventilados a los tubérculos amontonados y evitar el incremento de pudriciones (Gonzales *et al.*, 1994 y 1995; Terrazas y Gonzales, 2001).

Las phinas generalmente son almacenes temporales de papalisa que tienen como destino la comercialización o el consumo familiar. Este sistema en Candelaria (zona Colomi) generalmente es usado para almacenar semilla que no puede ser transportada desde las parcelas alejadas a la vivienda del agricultor o cuando no existe espacio suficiente en la vivienda para su almacenamiento. Algunas veces, las phinas son utilizadas para almacenar tubérculos semilla por 3 a 4 meses, pero antes los tubérculos son seleccionados aproximadamente un mes después de la cosecha, dependiendo de la disponibilidad de tiempo del agricultor (Gonzales *et al.*, 1994 y 1995; Terrazas y Gonzales, 2001).

c) Zarzo

Los zarzos son peculiares por su alta capacidad de almacenamiento. Son almacenes típicos de la comunidad de Laimetoro (Lope Mendoza-Totora) en los que se almacena la papalisa para consumo familiar, comercialización y semilla. Son construcciones a la intemperie y suspendidas del suelo a 1 o 1.5 m. Tienen la forma de una bandeja de 2m x 3m o más grande, que es hecha con troncos y ramas entrecruzadas de muña. Sobre este lecho se almacena entre 300 a 1000 kg de papalisa, que son cubiertos con paja para protegerlos del sol y del viento (Gonzales *et al.*, 1994 y 1995).

Estos almacenes constituyen una alternativa para almacenar papalisa ya sea para consumo o para semilla, por tiempos prolongados (junio a noviembre). Para mejorar su eficiencia, las modificaciones consistirían en construir una cubierta que proteja a los tubérculos del sol y de los vientos (Gonzales *et al.*, 1995).

En Candelaria (Colomi), el zarzo es construido en el interior de la vivienda y se utiliza principalmente para almacenar volúmenes altos de papa para consumo y para la comercialización. En estas condiciones, el principal inconveniente que presenta este tipo de almacén es la falta de control de luz y la ventilación.

d) Almacenamiento en campo

Esta forma de almacenamiento de papalisa es única y se caracteriza porque los tubérculos no son cosechados entre abril y mayo como ocurre normalmente, sino que se cosecha gradualmente entre junio y diciembre, dependiendo de las necesidades económicas del agricultor y del precio de comercialización del tubérculo en el mercado. El almacenamiento en campo se practica en las zonas de Sapanani-Morochata, Lope Mendoza-Totora y Candelaria (Colomi).

En Candelaria (Colomi), el almacenamiento en campo se utiliza para evitar que la papalisa presente problemas de verdeo, sin embargo, este procedimiento trae problemas de brotación, corazón hueco y rhizoctoniasis (q'aracha de la papalisa); este último ocurre principalmente en suelos infestados con el hongo *Rhizoctonia* sp., lo que hace que el almacenamiento en campo sea poco adecuado para períodos largos (Terrazas y Gonzales, 2001). En Sapanani (Morochata), el almacenamiento de la papalisa en campo puede prolongarse de 7 a 8 meses (mayo a diciembre). Sin embargo, durante este período de cosechas sucesivas, la papalisa sufre pérdidas de peso que fluctúan entre 15 y 54%, la principal causa son las heladas (51 a 67% del total de pérdidas), a esto se suman otras ocasionadas por noctuideos, verdeo y envejecimiento fisiológico de los tubérculos (Cossio, 1998).

e) Phutus

Los phutus son típicos de la zona de Morochata y también sirven para almacenar tubérculos de papalisa para consumo o semilla. Son construcciones de piedra que tienen la forma de cilindro de 0.7 a 1 m de diámetro y de 1 a 1.5 m de alto, y su capacidad de almacenamiento es de 200 a 400 kg. Estos almacenes se ubican donde existe corriente de aire, para permitir la ventilación de los tubérculos por las aberturas existentes entre piedra y piedra. El piso de estos almacenes que es el mismo suelo que lo recubren con paja antes de depositar la papalisa a almacenar (Gonzales *et al.*, 1994 y 1995).

3.5.1.2. Período de almacenamiento

El período de almacenamiento de los tubérculos semilla de papalisa es corto (2 a 3 meses) y esta

comprendido entre junio y septiembre. Normalmente los tubérculos destinados para semilla son cosechados entre junio y julio, los que luego de realizar una selección, son almacenados en una esquina de la vivienda hasta fines de agosto o principios de septiembre, que es la época de inicio de su siembra.

Excepcionalmente en la zona de Colomi, la papalisa se siembra desde principios de julio utilizando como semilla, tubérculos cosechados un día antes de la siembra.

3.5.1.3. Pérdidas de almacenamiento

El conocimiento en cuanto a las pérdidas producidas por aspectos fisiológicos (respiración), enfermedades e insectos en la papalisa, ha sido generado en base a dos almacenes tipo “vivienda” en Mojón (Lope Mendoza) y Kayarani (Colomi). Las características particulares de cada uno influyeron en gran medida en las pérdidas de peso y en los daños de plagas y enfermedades (Cuadro 28).

Cuadro 28. Características de los almacenes tipo “vivienda” en el almacenamiento de tubérculos de papalisa, en las zonas de Colomi y Lope Mendoza. 1994-95.

Comunidad/zona	Tipo almacén	Luz/ ventilación	Material construcción	Material del techo	Piso	TA's almacenados
Mojón Mendoza)	(L. Vivienda 1	L= Si V= No	Adobe	Calamina	Tierra	Oca, papalisa
Kayarani (Colomi)	Vivienda 2	L= No V= Si	Adobe	Teja	Cemento	Papalisa

a) Pérdidas en peso (fisiológicas)

La papalisa presentó pérdidas promedio bajos de 8.5%, después de 60 días en los almacenes tipo “vivienda” (Cuadro 29). La eficiencia de estos almacenes se relacionó al corto tiempo de almacenamiento, al tamaño grande de los tubérculos semilla de papalisa (3 a 4 cm de diámetro) y porque los ambientes utilizados como almacén presentaron baja humedad (Gonzales *et al.*, 1995).

Por otro lado, se observó que el tamaño de los tubérculos de papalisa y su condición fitosanitaria, son más determinantes en las pérdidas de peso en almacén, que las condiciones y tiempo de almacenamiento. Es así que por ejemplo, en almacenes adecuados a las características de la papalisa y las condiciones climáticas de Candelaria, en tres meses de almacenamiento de tubérculos de 1 a 2 cm de diámetro (tubérculos pequeños), las pérdidas de peso fueron altos, llegaron a 22% (comunicación personal: Willman García⁶ y Erika Guevara⁷, 2002).

b) Pérdidas por enfermedades e insectos

En Morochata-Independencia, Colomi y Lope Mendoza, se observó que la incidencia de enfermedades e insectos es más frecuente en los tubérculos de oca que en la papalisa, aunque se realizara en ambos tubérculos selecciones rigurosas antes de almacenarlos.

3.5.1.4. Grado de brotamiento de la papalisa almacenada

La papalisa después de 60 días de almacenamiento en almacenes “vivienda” (Kayarani-Colomi y

⁶ Willman García: Coordinador del área de impacto de Colomi-PROINPA.

⁷ Erika Guevara: Tesista del Proyecto de Recursos Genéticos de la Fundación PROINPA en Candelaria (Colomi).

Mojón-Lope Mendoza), presentó 20% de tubérculos sin brote y 80% con brotes menores a 1 cm. De acuerdo a estos resultados, las pérdidas de peso por brotamiento en la papalisa son mínimos. Por otro lado, los brotes de los tubérculos evaluados fueron por lo general vigorosos, lo cual favorece una buena emergencia del cultivo en campo.

Aplicando directamente Hidrazida maleica (inhibidor de brotación) a los tubérculos, se demostró que este producto inhibe la velocidad de crecimiento de los brotes, es decir a la longitud y peso; pero no afecta el inicio de brotación y ni peso de los tubérculos a los 80 días de almacenamiento, estos efectos fueron más evidentes con las dosis de 1000 a 2000 ppm del inhibidor (García y Guevara, 2002).

3.5.1.5. Luz difusa y oscuridad en la calidad de los tubérculos semilla de papalisa

Los efectos de luz difusa y oscuridad se evaluaron en los tubérculos de papalisa (var. Holandesa) en Mojón (Lope Mendoza) en un almacén tipo “vivienda”. En este tipo de almacén, la papalisa no presentó diferencias de pérdida en peso, bajo las dos condiciones de luz, en ambas este tubérculo registró 11% de pérdida en peso (Cuadro 29) (Gonzales *et al.*, 1996).

En cuanto al grado de brotamiento, la luz difusa favoreció que los tubérculos semilla de papalisa sean en mayor cantidad con brotes entre 1 a 3 cm (Cuadro 29). Estos efectos utilizando luz difusa en almacenamiento, coincidieron con lo que ocurre en la papa bajo las mismas condiciones, es decir ocurre el rompimiento de la dominancia apical y la producción de brotes cortos y vigorosos. En cambio en condiciones de oscuridad, ocurre un mayor desarrollo de brotes largos (inclusive mayores a 3 cm). La elongación de brotes en los tubérculos almacenados tiene un efecto negativo sobre la calidad de los tubérculos semilla, en general, al tener que ser desbrotaados antes de la siembra, situación que hace que el tubérculo pierda su vigor en generar nuevos brotes vigorosos (Gonzales *et al.*, 1996).

Cuadro 29. Pérdidas en peso y grado de brotamiento de los tubérculos semilla de papalisa, almacenados bajo condiciones de luz difusa y oscuridad. Mojón (Lope Mendoza) y Toralapa (Prov. Tiraque). 1995-96.

Condiciones almacenamiento	Pérdidas peso (%)	Tubérculos sin brote (%)	Tubérculos con brote (%) (longitud de los brotes en centímetros)		
			Menor a 1 cm	1 a 3 cm	Mayor a 3 cm
	ns		(**)	(**)	(**)
Luz difusa	11.3	0	8.5	25.3	6.8
Oscuridad	11.3	0	16.7	43.8	23.5

Nota: ** p= 0.01; ns= estadísticamente no significativo

Fuente: Gonzales *et al.*, 1996.

3.5.2. Infraestructura de almacenes familiares de papalisa en la zona de Candelaria

En Candelaria existen almacenes tradicionales que se distinguen de acuerdo a la función del destino del producto. Sin embargo, casi todos no se adecuan para fines de comercialización (Cuadro 30). La oferta de papalisa en el mercado local se concentra en los meses de cosecha (marzo-mayo) (Figura 12), durante este período el mercado se satura con estos tubérculos lo cual genera una sobreoferta que ocasiona la caída de los precios en el mercado de Colomi, a extremos que no cubren los costos de producción.

Cuadro 30. Principales sistemas tradicionales de almacenamiento de papalisa manejados

por agricultores de la zona de Candelaria.

Sistema de almacenamiento	Tubérculos almacenados	Propósito del almacenamiento	Cantidades almacenadas (kg)
Vivienda	Oca, papalisa, papa, isaño	Consumo, semilla y venta	300 a 1200
En la misma parcela sin cosechar	Papalisa	Venta	Mayor a 500

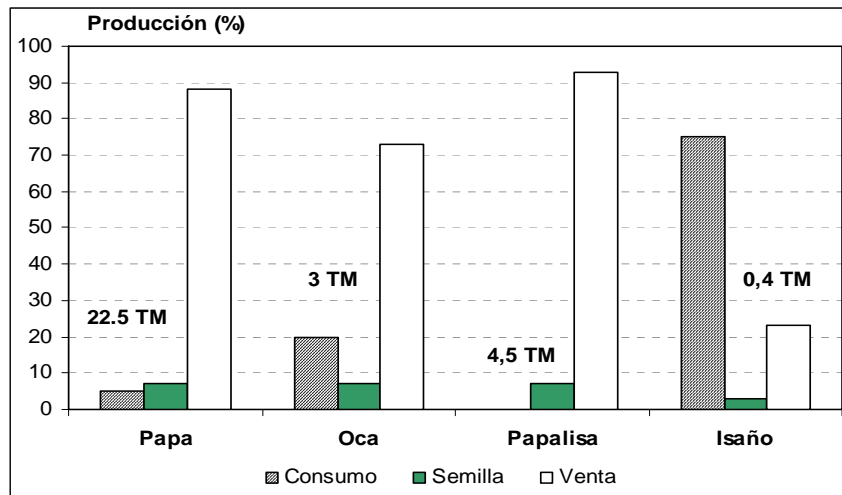


Figura 12. Volumen de venta, consumo y semilla con respecto al total de producción de la papalisa y otros tubérculos andinos en la zona de Candelaria, en los meses de marzo a mayo.

Para evitar estos problemas de sobreoferta y los agricultores no pierdan la oportunidad de vender sus productos cuando el precio sea conveniente, se diseñó y construyó participativamente con los agricultores un modelo de almacén familiar adecuado a las condiciones sociales y climáticas de Candelaria en base a un modelo de almacén rústico construido en Toralapa (Provincia Tiraque). A sugerencias de los agricultores se realizaron algunas modificaciones en el diseño de este almacén, como la construcción de una puerta que mejore la funcionalidad para la carga y descarga del producto, tomando en cuenta al mismo tiempo los principios de almacenamiento como la ventilación, control de luz o semioscuridad, humedad y mantenimiento de bajas temperaturas (Figura 13) (Oros y Villaruel, 1999).

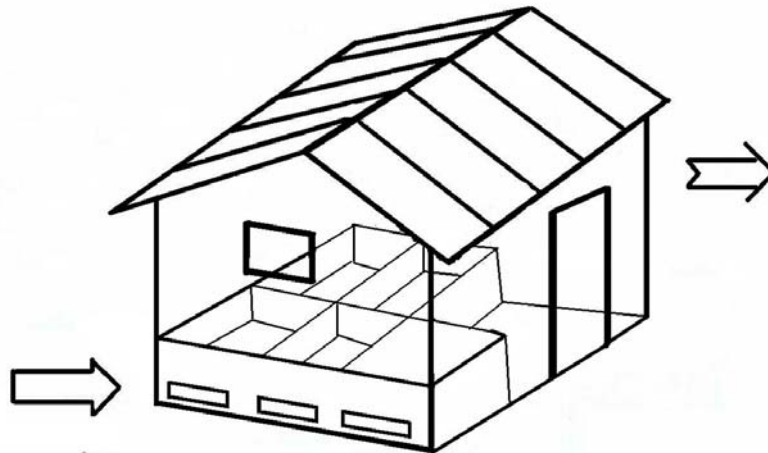


Figura 13. Modelo definitivo de almacén familiar para tubérculos de oca y papalisa destinados a la comercialización y también para tubérculos de papa e isaño.

Siguiendo los lineamientos del modelo de almacén consensuado, hasta la gestión 1999-2000 se construyeron tres de estos almacenes, cada una con capacidad máxima de una tonelada y media en las comunidades de Rodeo Alto y Chimpa Rancho y con material propio de estos lugares (Terrazas y Gonzales, 2001). Al presente estos almacenes están siendo validados con los mismos agricultores en base al almacenamiento de determinadas cantidades de tubérculos de oca y papalisa. Con la utilización de estos almacenes se espera almacenar oca y papalisa por 3 a 5 meses, de tal manera que el producto almacenado también se pueda comercializar en los meses de noviembre y diciembre que es cuando los precios son mayores (Figura 14) .

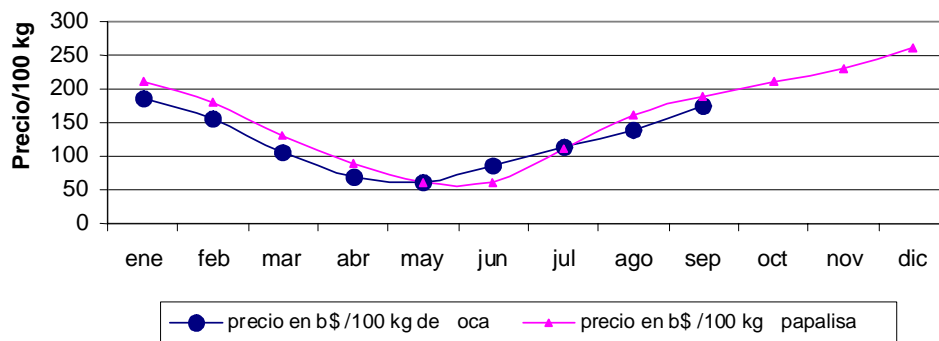


Figura 14. Variación de los precios de oca y papalisa en el mercado de Colomi. 2000-2001.

CAPITULO IV.
INVESTIGACIONES SOBRE LA APTITUD AGROINDUSTRIAL DE LA
PAPALISA

APTITUD AGROINDUSTRIAL DE LA PAPALISA

Para promocionar un mayor uso de la papalisa por parte de la población urbana en general, se han realizado evaluaciones sobre aptitudes agroindustriales de este tubérculo. Los resultados fueron expectables, sin embargo los siguientes pasos de PROINPA para consolidar su apoyo a la cadena agroalimentaria de este tubérculo son a corto y mediano plazo, y depende sobretodo de lograr indicadores optimistas en los levantamientos de demanda de la población por los productos transformados de la papalisa, una vez se hayan operativizado estrategias de promoción y estudios de mercado.

4.1. Evaluación de la calidad y aptitud industrial de la papalisa

Antes de procesar diferentes productos en base a tubérculos de papalisa, se evaluó las características intrínsecas de los mismos en dos variedades (Criolla y Holandesa) tales como materia seca, contenido de glucosa y de sólidos totales; características que son importantes para calificar la calidad de la materia prima, pues de estos parámetros depende la aptitud industrial del material que es de interés transformar. Existen diferentes clases de calidad culinaria de acuerdo a su peso específico, contenido de materia seca total y almidón; por ejemplo, para un contenido de materia seca total en un rango de 15.99 a 17.05% la calidad culinaria es muy mala, de 18.10 a 19.16% la calidad es mala, de 20.21 a 22.23% la calidad es regular, de 23.38 a 24.44% la calidad es buena y de 25.49 a 26.55% la calidad culinaria de la materia prima es excelente.

Las características externas de la papalisa, también son importantes, la industria de transformación por ejemplo para hojuelas de papa, busca que la forma sea redondeada y que tamaño de los tubérculos sea mediano; estas características proporcionan hojuelas circulares de tamaño medio uniforme, y son ideales para embolsar sin problemas. Con los tubérculos de papalisa para hojuelas y bastones, se prefiere que estos sean de forma uniforme y su tamaño varíe de 2 a 3 cm de diámetro. En el Cuadro 31., se muestran las características intrínsecas de las variedades de papalisa en estudio.

Cuadro 31. Características intrínsecas de tubérculos de dos variedades de papalisa.

Variedad	Materia seca (%)	Sólidos solubles totales (°Brix)
Criolla	16.8	7
Holandesa	14.3	6

4.2. Hojuelas y bastones deshidratados de papalisa

Las hojuelas y bastones deshidratados constituyen una alternativa de uso de la papalisa en la elaboración de sopas y otros platos, especialmente en épocas donde no existe oferta de este producto. Sin embargo, también es una alternativa en donde la elaboración de alimentos requiere productos más acabados que exigen menor tiempo de preparación y cocción.

Se observó que la elaboración de hojuelas y bastones deshidratados de papalisa es un proceso que requiere que los trozos de la materia prima pasen por un Blanching para fijar el color y evitar oxidaciones enzimáticas y no enzimáticas (inmersión en agua hirviendo entre 80 y 90°C) por el lapso de un minuto y medio (Irigoyen *et al.*, 2002).

El espesor ideal para secar más rápidamente las hojuelas fue de 2 mm y para los bastones de 10 mm, estos espesores fueron de fácil manipulación tanto de húmedos como de secos, además que se perdió menos producto por efecto de la manipulación durante el secado (Cuadro 32). Respecto al secado, se observó que este procedimiento en estufa es mejor en relación al secado solar, aunque este fuera menos económico. Con el secado en estufa, el producto mantuvo su mejor color y aroma, que son características atractivas para el consumidor.

Cuadro 32. Resultados en la obtención de hojuelas y bastones deshidratadas de papalisa.

Concepto	Rodajas de 1mm de espesor		Rodajas de 2 mm de espesor		Bastones de 8 mm de espesor	Bastones de 10 mm de espesor	
	Criolla	Holandesa	Criolla	Holandesa	Criolla	Criolla	
Humedad materia prima (%)	85.7	85.7	85.7	85.7	85.7	85.7	
Materia prima (kg)	2.6	2.4	1.4	1.3	3.8	3.3	
Desperdicios (%)	1	0.7	0.8	0.7	1.4	0.4?	
Rendimiento (%)	11.7	12.4	12	12.4	11	11.5	
Tiempo escaldado (min)	-	1.5	5	-	-	1.5	
Tiempo secado (horas)	Secado solar	12	13	10	12	12.5	16
	Estufa (60°C)	6.5	5.5	12	14	-	14

4.3. Harina de papalisa

La obtención de harina de papalisa como un subproducto de las hojuelas y bastones deshidratados, se vio como una alternativa para dar uso a las hojuelas y bastones que son descartados por su menor tamaño o forma muy irregular y también como una forma de aprovechar los desperdicios de la materia prima, en la elaboración de hojuelas y bastones. La harina de papalisa sería utilizada para la elaboración de sopas instantáneas junto con otros productos deshidratados y aderezos, ya que la

harina es más fácil de manipular y combinar con otros productos (Irigoyen *et al.*, 2002)

Para la harina de papalisa, fueron molidas hojuelas deshidratadas solarmente (Cuadro 33), la harina así obtenida fue de diferente granulometría, tuvo 24% de polvo fino (que pasó los tamices mesh 80: apertura de 180 micrometros), 3.5% de polvo que paso tamices de 60 mesh (apertura de 250 micrometros), 13.9% de polvo mesh 32 (apertura de 500 micrometros) y 33.2% de granulometría menor a 32 mesh.

Cuadro 33. Resultados en la obtención de harina de papalisa.

Concepto	Papalisa (variedad Criolla)
Humedad materia prima	85.7
Materia prima (kg)	1.58
Desperdicios (%)	1
Tiempo escaldado o Branching (min)	1.5
Temperatura secado solar	10 a 60°C

Sin embargo, como el secado de las hojuelas y bastones de papalisa (materia prima) en estufa, mantiene su mejor color y aroma, fue recomendable obtener la harina de estas hojuelas o bastones, de tal forma que una vez molidas también la harina fuera de mejor color y aroma, y por lo tanto, más atractivo al consumidor en relación de una harina obtenida de hojuelas y bastones secadas al sol.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, G., A. G. BADANI, V. IRIARTE, E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE. 1996. Limpieza viral de papa nativa y otros tubérculos andinos. En: Informe anual 1995-96 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX34-IX38.
- ALMANZA, J., J. FRANCO, G. REVOLLO, G. PLATA, S. GONZALES. 1996. 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., S. GONZALES, G. REVOLLO, R. COSSIO. 1996. 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.
- 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.
- ARBIZU, C. 199?. Borrador de los descriptores de oca, papalisa e isaño. CIP, Perú.
- BADANI, A., C. L. VILLARROEL, T. VILLAFANE. 1996. Limpieza viral de papa nativa, oca y papalisa. En: Informe anual 1995-96 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. IX39-IX42.
- BADANI, A., G. AGUIRRE, C. L. VILLARROEL. 1997. Limpieza viral. En: Informe anual 1996-97 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. 943-946.
- 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.
- BLANCO, A., M. L. UGARTE, X. CADIMA, S. GASPAS. 1996. Documentación de la colección de oca, papalisa e isaño. En: Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 26-VI 28.

- BRUSH, S., E. TAYLOR. 1992. Diversidad biológica en el cultivo de papa. In: La chacra de la papa: economía y ecología. E. Meyer y M. Glave (Eds.). Centro Peruano de Estudios Sociales. Lima, Perú. Pp. 217-221.
- CADIMA FUENTES, X. 1996. Conservación *in vitro* a mediano plazo de papa y otros tubérculos andinos. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Martín Cárdenas", U.M.S.S. 86p.
- CADIMA, X., M. L. UGARTE. 1996. Mantenimiento *in vitro* de las colecciones de oca, papalisa e isaño. En: Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 37-VI 38.
- CADIMA, X., V. GUZMAN, G. VALDIVIA. 1997. Conservación (campo, invernadero, almacén, *in vitro* y como semilla sexual). En: Informe anual 1996-97 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. 930-933.
- CADIMA, X., A. BLANCO, 1997. Documentación y sintetización de la información. En: Informe anual 1996-97 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. 942.
- CADIMA, X., A. BLANCO. 1997. Documentación y sintetización de la información. En: Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 942-942.
- CADIMA, X., G. VALDIVIA, V. GUZMAN. 1997a. Conservación (campo, invernadero, almacén, *in vitro* y como semilla sexual). En: Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 930-933.
- CADIMA, X., G. VALDIVIA, V. GUZMAN. 1997b. Caracterización morfológica y bioquímica (pruebas preliminares). En: Informe anual 1996-97 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 934-936.
- CADIMA, X., M. L. UGARTE, J. ZEBALLOS, V. GUZMAN, C. VILLARROEL. 2002. Manejo y conservación de las colecciones del Banco de germoplasma. En: Informe anual 2001-2002 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- CADIMA, X., M. L. UGARTE, J. ZEBALLOS, V. GUZMAN, W. GARCIA, J. ALMANZA. 2002. Dinamización, promoción y relación del Banco de germoplasma. En: Informe anual 2001-2002 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- CARDENAS, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. Enciclopedia Boliviana 2ed. Editorial Los Amigos del Libro. Cochabamba, Bolivia.
- 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, 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., E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, M. ORTUÑO. 1995. 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. 1995. Estrategias de control integrado de las pudriciones radiculares 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., V. ALVAREZ, E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, S. GONZALES. 1995. 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. 1995. 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.
- 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 Cárdenas", 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.
- FANO, H., M. BENAVIDES. 1992. Los cultivos andinos en perspectiva: Producción y utilización en el

- Cuzco. Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de las Casas"- Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 86p.
- GARCIA, W. 1992. Mantenimiento de la colección de otros tubérculos altoandinos. En: Informe anual 1991-92 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. 288-289.
- GARCIA, W. 1993. Mantenimiento de la colección de otros tubérculos altoandinos. En: Informe anual 1992-93 IBTA-PROINPA. . Cochabamba, Bolivia. Pp.456-458.
- GARCIA, W. 1993. Mantenimiento de la colección de otros tubérculos altoandinos. En: Informe anual 1992-93 IBTA PROINPA. 486p: 456-458pp..
- GARCIA, W., M. L. UGARTE. 1999. Promoción y relación del Banco de germoplasma de cultivos andinos con comunidades campesinas. En: Informe anual 1998-99 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- GARCIA, W., R. GONZALES, J. ALMANZA. 2002. Documentar el manejo de la biodiversidad y sus usos de los tubérculos andinos en Candelaria. En: Informe anual 2001-2002 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- GARCIA, W., E. GUEVARA. 2002. Evaluación de un inhibidor de brotación de la papalisa en almacén en Candelaria. . En: Informe anual 2001-2002 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- GARCIA, W., E. GUEVARA. 2002. Ensayo comparativo de calidades de semilla de papalisa en Candelaria. . En: Informe anual 2001-2002 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- GASPAR, S. M. 1998. Caracterización morfológica y nivel de ploidia de cultivares de oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum* R & P). Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y pecuarias "Martín Cárdenas", UMSS., Cochabamba, Bolivia. 90p.
- 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, S., A. DEVAUX, P. CONDORI, G. VALDIVIA. 1995. Estudios de fertilización en las RTA's: Estudio de los niveles de fertilización mineral y orgánica aplicada por los agricultores en la siembra de RTA's. En: Informe anual 1994-95 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX51-IX52a.
- GONZALES, S., A. DEVAUX, P. CONDORI. 1995. Determinación de los niveles de pérdidas fisiológicas y patológicas en las diferentes formas de almacenamiento de tubérculos semillas de RTA's a nivel de agricultores. En: Informe anual 1994-95 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX29-IX33.
- GONZALES, S., J. ALMANZA, A. DEVAUX. 1996. Efecto de las condiciones de almacenamiento de luz difusa y oscuridad sobre la calidad de tubérculos semilla de oca, papalisa e isaño. En: Informe anual 1995-96 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX59-IX62.
- GONZALEZ, S., J. ALMANZA, E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, R. COSSIO. 1996. Selección positiva para la obtención de tubérculos semilla de papalisa (*Ullucus tuberosus*) y oca (*Oxalis tuberosa*) de mejor calidad. En: Informe anual 1995-96 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp.IX69-IX72.
- GONZALES, S., V. IRIARTE. 1997. Selección positiva en oca y papalisa. En: Informe anual 1996-97 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 10p.
- GONZALES, R., F. TERRAZAS, R. OROS. 1999. El mantenimiento de la diversidad de tubérculos andinos como componente en la educación primaria de la escuela comunal "Candelaria". In: Memorias II Reunión Boliviana de Recursos Fitogenéticos de Cultivos Nativos (9-11 de noviembre de 1999, Cochabamba, Bol.). Cochabamba, Bolivia. pp. 73-75.
- 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 qarach'a (*Rhizoctonia* sp.) de la papalisa. En: Informe anual 2001-02 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. irr.
- HERNANDEZ, B. J. E., J. LEON. 1992. Cultivos marginales: otra perspectiva de 1492. En: Producción y protección vegetal No. 26. FAO. Roma, Italia.

- INSTITUTO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS (IPGRI). 1994. Memorias sobre el Curso de documentación de Recursos Fitogenéticos IPGRI/CIAT 19*94. Cali, Colombia.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, INE. 1999. Estadísticas Agropecuarias 1984-1998. La Paz, Bolivia. 207p.
- IRIARTE, V., S. GONZALES, G. AGUIRRE. 1998. Selección positiva de papa y papalisa. En: Informe anual 1997-98 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 9p.
- IRIARTE, V. 1999. Identificación de un microcentro de variabilidad de tubérculos andinos en la zona circunlacustre del Lago Titicaca. En: Memorias II Reunión Boliviana sobre Recursos Fitogenéticos de Cultivos Nativos (9-11 noviembre de 1999, Cochabamba, Bol.) Cochabamba, Bolivia. pp. 58-60.
- IRIARTE, V. 2000. Identificación de flujos de semilla de tubérculos andinos en la zona circunlacustre del lago Titicaca, La Paz. En: Informe anual 1999-2000 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- IRIARTE, V., J. INTIMAYTA, N. ARCE. 2001. Identificación de la variabilidad y los flujos tradicionales de comercialización de los tubérculos andinos en la zona circunlacustre del Lago Titicaca. En: Informe anual 2000-2001 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- IRIGOYEN, J., X. CADIMA, M. L. UGARTE. 2002. Evaluación de la calidad y aptitud industrial de tubérculos andinos del Banco Nacional de Germoplasma. En: Informe anual 2001-2002 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 16p.
- LESCANO, J. L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos. Programa interinstitucional de Waru Waru. Proyecto Especial Binacional. Convenio INADE/PELT COTESU. La Paz, Bolivia.
- MORALES, D. 1988. Cultivos andinos y su aporte en la alimentación. La Paz, Bolivia.
- OROS, R., T. VILLARROEL. 1999. Estudios de post cosecha para mejorar el sistema de almacenamiento tradicional en papalisa. En: Informe anual 1998-99 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 3p.
- OROS, R., F. TERRAZAS, R. GONZALES. 2000. Mejoramiento de los sistemas tradicionales de almacenamiento de tubérculos andinos (semilla y comercialización) en Candelaria. En: Informe anual 1999-2000 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- 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 Cardenas”, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 105p.
- PAINTING, K., PERRY, M., DENNING, R., AYAD, W. 1993. Guía para la documentación de recursos genéticos. Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos. Italia. 310p.
- PATIÑO, F. 2000. Rendimiento potencial de papa nativa (*S. tuberosum* ssp. *andigena* y *S. stenotomum*), papalisa (*U. tuberosus*), oca (*O. tuberosa*) e isaño (*T. tuberosum*), en la localidad de Candelaria (prov. Chapare, Cochabamba). Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias “Dr. Martín Cárdenas”, UMSS. Cochabamba, Bolivia. 94p.
- PROGRAMA COLABORATIVO DE BIODIVERSIDAD DE RAICES Y TUBERCULOS ANDINOS. 1995. Manejo y conservación de germoplasma de RTA en Bolivia. En: Memorias del PBRTA 1993-94. Centro Internacional de la Papa (CIP)- Cooperación Técnica Suiza (COTESU). La Molina, Lima, Perú. pp. 27-28.
- SALAZAR, D. 2000. Línea de Base del Proyecto Integral Candelaria (1993-1999). Programa Colaborativo de Manejo y Conservación de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos, Programa de Alimentos (PAPN-UMSS), Fundación PROINPA, Proyecto de Mercadeo y Comercialización de Tubérculos Andinos (PROMETAS-IESE-UMSS). Cochabamba, Bolivia.

- TAPIA, M. E. 1982. Agricultura andina, el medio, los cultivos y los sistemas agrícolas de los Andes del Sur del Perú. Proyecto de Investigación de los Sistemas Andinos. Lima, Perú.
- TAPIA, M. E. 1985. Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los Andes. PISA – IICA – CIID. Lima, Perú. 114p.
- TAPIA, M. E. 1993. Semillas andinas, el Banco de oro. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú.
- TERRAZAS, F., J. QUIROGA. 1994. Identificar y priorizar los microcentros de biodiversidad de raíces y tubérculos andinos. En: Informe anual 1993-94 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX1-IX5.
- TERRAZAS, F., J. QUIROGA. 1994b. Incrementar la biodiversidad en campos de cultivo. En: Informe anual 1993-94. IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- TERRAZAS, F., J. ALMANZA. 1995a. Estudio del manejo de zonas de producción y microzonas por agricultores. En: Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX5-IX6.
- TERRAZAS, F., J. ALMANZA. 1995b. Análisis de los factores que contribuyen al aumento o disminución de la biodiversidad de RTAs in situ. En: Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX7-IX13.
- TERRAZAS, F., M. L. UGARTE, J. ALMANZA, X. CADIMA. 1995a. Identificación y priorización de microcentros de biodiversidad de raíces y Tubérculos Andinos. En: Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. IX1-IX4.
- TERRAZAS, F., M. L. UGARTE, J. ALMANZA, X. CADIMA. 1995b. Manejo y uso de germoplasma tradicional de Raíces y Tubérculos Andinos en comunidades campesinas (in situ): Inventariación detallada de cultivares de RTAs. En: Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. IX16-IX20.
- TERRAZAS, F., M. L. UGARTE, J. ALMANZA, X. CADIMA. 1995c. Manejo y uso de germoplasma tradicional de Raíces y Tubérculos Andinos en comunidades campesinas (in situ): Estudio del nivel de ploidia de especies cultivadas de oca y papalisa en microcentros de biodiversidad identificados en Cochabamba. En: Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. IX21-IX22.
- TERRAZAS, F., M. L. UGARTE, G. VALDIVIA, X. CADIMA. 1996. Elaboración de catálogos de cultivares nativos de raíces y tubérculos andinos en los microcentros identificados. En: Informe anual 1995-96 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. IX1-IX7.
- TERRAZAS, F., G. VALDIVIA. 1996. Caracterización y desarrollo de microcentros de biodiversidad de tubérculos andinos en la región de Cochabamba. En: Informe anual 1995-96 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. IX8-IX13.
- TERRAZAS, F., G. VALDIVIA. 1996b. Organización de ferias intercomunales de exposición de biodiversidad de raíces y tubérculos andinos. En: Informe anual 1995-96 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. IX14-IX17.
- TERRAZAS, F., G. VALDIVIA, X. CADIMA, M. L. UGARTE. 1997. Inventariación y caracterización múltiple de cultivares nativos. En: Informe anual 1996-97 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. 903-906.
- TERRAZAS, F., GONZALES, S., CONDORI, P., QUISPE, I. 1997. Tubérculos andinos en la zona de Independencia: Diagnóstico multidisciplinario. IBTA-PROINPA (Convenio IBTA-CIP-COSUDE). Cochabamba, Bolivia. 42 p.
- TERRAZAS, F., A. BADANI. 1998. Inventariación y caracterización múltiple de cultivares nativos. En: Informe anual 1997-98 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- TERRAZAS, F., G. THIELE. 1998. Apoyo y fortalecimiento a la conservación in situ de tubérculos andinos en el microcentro Candelaria. En: Informe anual 1997-98 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- TERRAZAS, F., G. THIELE. 1998. Estudio de la dinámica del manejo de germoplasma a nivel familiar y comunal. En: Informe anual 1997-98 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- TERRAZAS, F., V. IRIARTE, W. GARCIA. 1999. Determinación de flujos de semilla de tubérculos andinos en Candelaria y la zona circunlacustre del Lago Titicaca. En: Informe anual 1998-99 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- TERRAZAS, F. 1999. Rol de género en el manejo de la biodiversidad. En: Informe anual 1998-99 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.

- TERRAZAS, F., J. ALMANZA, R. GONZALES. 2001. Valorización y mantenimiento de variedades locales de oca, papa nativa, papalisa e isaño por agricultores en Candelaria. En: Informe anual 2000-2001 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- TERRAZAS, F., R. GONZALES. 2001. Estudio de las dinámicas temporales y espaciales del mantenimiento in situ de variedades locales de oca, papa nativa, papalisa e isaño en Candelaria. En: Informe anual 2000-2001 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- TERRAZAS, F., R. GONZALES. 2001. Mejoramiento de lo sistemas de almacenamiento de papalisa y oca en Candelaria. En: Informe anual 2000-2001 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 5p.
- UGARTE, M. L. 1992. Mantenimiento de la colección de otros tubérculos alto andinos. En: Informe anual 1991-92 IBTA PROINPA. PP 297: 288-289.
- UGARTE, M. L. 1994a. Inventariar instituciones y Bancos de germoplasma de RTA's existentes. En: Informe anual 1993-94 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX13-14.
- UGARTE, M. L. 1994b. Colectar germoplasma en los microcentros de biodiversidad de los RTAs. En: Informe anual 1993-94 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX15-17.
- UGARTE, M. L., X. CADIMA, F. TERRAZAS, J. ALMANZA, S. GUAMAN. 1995a. Exploración y recolección de oca, papalisa e isaño. En : Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 24-VI 30.
- UGARTE, M. L., X. CADIMA, P. CONDORI, S. GONZALES. 1995b. Caracterización y evaluación de la colección de oca, papalisa e isaño. En : Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 19-VI 21.
- UGARTE, M. L., X. CADIMA. 1995a. Mantenimiento de la colección de oca, papalisa e isaño. En : Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 15-VI 18.
- UGARTE, M. L., X. CADIMA. 1995b. Documentación de la colección de oca, papalisa e isaño. En: Informe anual 1994-95 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 22-VI 23.
- UGARTE, M. L., X. CADIMA. 1996. Exploración y recolección de oca, papalisa e isaño. En: Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 29-VI 36.
- UGARTE, M. L., X. CADIMA, S. GASPAR, V. GUZMAN. 1996a. Mantenimiento de la colección de oca, papalisa e isaño. En: Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 19-VI 21.
- UGARTE, M. L., X. CADIMA, S. GASPAR. 1996b. Caracterización y evaluación de las colecciones de oca, papalisa e isaño. En: Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 22-VI 25.
- UGARTE, M. L., A. BLANCO. 1997. Documentación de la información generada. En: Informe anual 1996-97 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. 929.
- UGARTE, M. L. 1998. Caracterización bioquímica y molecular. En: Informe anual 1997-98 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- UGARTE, M. L. 1998. Conservación del Banco de germoplasma (campo, almacén, in vitro y como semilla sexual). En: Informe anual 1997-98 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- UGARTE, M. L. 1998a. Documentación y sistematización de la información generada. En: Informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 1p.
- UGARTE, M. L. 1998b. Caracterización bioquímica y molecular (papa) y morfológica (oca, papalisa e isaño). En: Informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 4p.
- UGARTE, M. L. 1998c. Conservación (campo, almacén, invernadero, in vitro y como semilla sexual). En: Informe anual 1997-98 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 5p.
- UGARTE, M. L., A. BLANCO. 1998. Documentación y sistematización de la información generada. En: Informe anual 1997-98 IBTA- PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- UGARTE, M. L. A. BLANCO. 1999. Dinamización del uso de la base de datos del banco de germoplasma de cultivos andinos. En: Informe anual 1998-99 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 2p.
- UGARTE, M. L., A. BLANCO. 1999. Dinamización del uso de la base de datos del Banco de germoplasma de cultivos andinos. En: Informe anual 1998-99 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.

- UGARTE, M. L., C. L. VILLARROEL. 1999. Caracterizaciones complementarias de los Bancos de germoplasma de cultivos andinos: morfología, bioquímica y citología. En: Informe anual 1998-99 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 3p.
- UGARTE, M. L., C. L. VILLARROEL. 1999. Conservación (campo, in vitro y semilla sexual) del germoplasma de raíces y tubérculos andinos en Toralapa. En: Informe anual 1998-99 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 5p.
- UGARTE, M. L., C. L. VILLARROEL. 2000. Mantenimiento (campo, in vitro y semilla sexual) de las colecciones de papa, oca, papalisa e isaño y sistematización de la información (1989-99). En: Informe anual 1999-2000 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 5p.
- UGARTE, M. L., R. OROS. 2000. Relación del Banco de Germoplasma con la conservación *in situ*. En: Informe anual 1999-00 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 3p.
- UGARTE, M. L., R. OROS. 2000. Relaciones de género en el manejo de la biodiversidad en Candelaria. En: Informe anual 1999-2000 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. irr.
- UGARTE, M. L., X. CADIMA, A. LOPEZ, V. GUZMAN. 2001. Manejo y conservación de las colecciones del Banco de Germoplasma. En: Informe anual 2000-2001 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 4p.
- UGARTE, M. L., X. CADIMA, A. LOPEZ, V. GUZMAN. 2001b. Dinamización, promoción y relación del banco de Germoplasma. En: Informe anual 2000-01 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 2p.
- UGARTE, M. L., A. BLANCO. 2001. Documentación electrónica del Banco de Germoplasma. En: Informe anual 2000-01 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 2p.
- UGARTE, M. L., J. ZEBALLOS, X. CADIMA. 2002. Actualización del sistema de información y documentación del Banco de germoplasma. En: Informe anual 2001-2002 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- USSA/ ARS/ IPGRI. 1998. Guía de manejo de datos pcGRIN. Agricultural Research Service. International Plant Genetic Resources Institute.
- VILLARROEL, C. L. , Ma. L. UGARTE. 2000. Saneamiento de variedades del grupo elite de papa, oca y papalisa en Toralapa. En : Informe anual 1999-2000 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 3p.