

# Los Tubérculos Andinos: Tesoro de los Andes

Enrique Carrasco, Franz Terrazas,  
Rayne Calderón, Graham Thiele

## Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*) y otros tubérculos andinos como la oca (*Oxalis tuberosa*), la papalisa (*Ullucus tuberosus*) y el izaño (*Tropaeolum tuberosum*) tienen vital importancia en la alimentación del poblador andino, sobre todo del poblador rural.

En el presente artículo describiremos brevemente la importancia de éstos. Primero hablaremos de la papa y luego de los otros tubérculos andinos en forma conjunta.

## La Papa

### Importancia

La papa es un cultivo de importancia mundial, ya que ocupa el cuarto lugar entre los cultivos alimenticios después del arroz, el maíz y el trigo. En Bolivia su importancia también es alta debido a que constituye un artículo de primera necesidad en la canasta familiar del poblador rural y urbano. Además, se tiene evidencia de que aproximadamente el 49% de la población boliviana es agrícola y alrededor de 265,000 agricultores se hallan involucrados en la producción de papa —lo que representa el 50% de todas las unidades agrícolas del país— donde se cultivan 150,000 ha/año en promedio. Su importancia también se refleja en el consumo de papa por persona y por año en Bolivia, que es de 100 kg.

### Valor alimenticio

La papa, al contrario de lo que muchas personas piensan, no sólo aporta energía sino también minerales (hierro y magnesio), vitaminas (principalmente la C y varias del complejo B), además de nitrógeno y proteínas de alto valor biológico; por lo tanto, su aporte en la dieta y la salud del hombre es importante (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Valor alimenticio que proporcionan 300 g de papa cocida a un adulto.**

	Aporte de 300 gramos de papa	Requerimientos diarios/persona	Requerimientos suministrados por 300 gramos de papa (%)
Calorías (Kcal)	204.0	2,660.0	8.0
Proteínas (g)	6.0	77.0	8.0
Grasas (g)	0.45	80.0	0.6
Carbohidratos (g)	45.0	395.0	11.0
Calcio (mg)	30.0	880.0	3.4
Fósforo (mg)	135.0	1,400.0	10.0
Hierro (mg)	2.1	10.0	21.0
Vitamina A (mg)	0.036	1.5	2.4
Vitamina B1 (mg)	0.30	1.6	19.0
Vitamina B2 (mg)	0.15	1.7	9.0
Ac. Nicotínico (mg)	3.0	15.0	20.0
Vitamina C (mg)	36.0	72.0	50.0

Fuente: Monti, 1984.

### Factores limitantes

La producción de papa se halla limitada por diversos factores, que van desde la tenencia de parcelas con superficie mínima y suelos desgastados y el uso de semilla de mala calidad, hasta los más serios como son los factores bióticos y abióticos.

#### 1. Enfermedades más importantes

- Tizón tardío - *Phytophthora infestans*
- Verruga - *Synchytrium endobioticum*
- Virus X, Y, S, PLRV
- Rhizoctoniasis - *Rhizoctonia solani*
- Manchas foliares causadas por *Alternaria*, *Cercospora*, *Phoma*, *Serptoria*
- Marchitez bacteriana - *Pseudomonas solanacearum*
- Pudrición blanda del tubérculo y pierna negra - *Erwinia carotovora*
- Roña - *Spongospora subterranea*
- Nematodo rosario - *Nacobbus aberrans*
- Nematodo del quiste - *Globodera* spp.

#### 2. Plagas más importantes

- Gorgojo de los Andes (gusano blanco) - *Premnotrypes* spp., *Rhigopsidius tucumanus* y *Phyrdenus* spp.
- Polilla - *Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema plaesiosema*
- Pulguilla - *Epitrix* spp.
- Mosca minadora de la hoja - *Liriomyza* spp.

## **Camas protegidas para la producción de semilla de calidad**

Generalmente las semillas de papa que usan los agricultores son de baja calidad, con una alta tasa de degeneración por virus y otras deficiencias como la infección por nematodos.

Las camas protegidas son construcciones rústicas que protegen a las plantas contra heladas y otros riesgos climáticos. Éstas permiten al agricultor obtener semilla de alta calidad con pocos riesgos a un costo bajo.

Según ensayos de PROINPA, el uso de la semilla de las camas debe permitir aumentar los rendimientos del cultivo en un 15%. En el caso de Cochabamba esto representará un ingreso adicional de alrededor de US\$200 por hectárea.

Actualmente PROINPA está promoviendo la difusión de las camas en coordinación con instituciones de desarrollo. Si logramos difundir 1,000 camas en los próximos tres años, se ha calculado que los beneficios totales podrían alcanzar por lo menos unos seis millones de dólares.

## **Variedades con resistencia al tizón**

En muchos de los valles de Cochabamba, como por ejemplo Morochata, el cultivo de la papa está afectado por ataques severos de tizón tardío, enfermedad producida por el hongo *Phytophthora infestans*. Como resultado, los rendimientos bajan sustancialmente. Los agricultores, quienes logran controlar el tizón con fungicidas, tienen que hacer repetidas aplicaciones con un costo relativamente alto, lo cual reduce sus ganancias.

PROINPA acaba de liberar seis variedades resistentes al tizón tardío. En promedio, las variedades resistentes rinden 11 t/ha más que la variedad Waych'a y requieren mucho menos fungicidas (bajo las condiciones del agricultor). Como resultado, con estas nuevas variedades el agricultor gana un promedio de US\$1,300 más por hectárea.

En Cochabamba hay unas 21,000 hectáreas en zonas con problemas de tizón tardío. Si suponemos que después de cinco años un 25% de los agricultores adoptan los cultivares con resistencia, la producción de papa aumentará en unas 57 mil toneladas y los beneficios económicos, solamente en Cochabamba, serían de alrededor de US\$6.7 millones. Con un aumento de la producción de esta envergadura, probablemente los precios bajarían originando también beneficios a los consumidores.

Para liberar estas nuevas variedades, además de haber sido evaluadas en campos de agricultores por su resistencia al tizón, rendimiento y buenos caracteres agronómicos, se evaluaron por su calidad culinaria y su contenido de glicoalcaloides, lo que al final es determinante para su aceptación en el mercado.

El trabajo para la determinación de la calidad culinaria y el contenido de glicoalcaloides se realiza a través de un convenio entre el Programa de Alimentos y Productos Naturales (PAPN) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) y el IBTA-PROINPA.

Los resultados de estos análisis indican que las seis variedades resistentes al tizón tardío tienen calidad culinaria entre buena y regular (aceptable) y la mayoría tienen bajo contenido de glicoalcaloides, a excepción de la variedad Chaposa que muestra niveles altos en las dos localidades muestreadas (Cuadro 3). También se observan niveles altos de glicoalcaloides en las variedades Perla y Robusta, pero sólo en la localidad de Morochata; esto probablemente se deba al efecto del medio ambiente sobre el contenido y al tiempo que los tubérculos estuvieron almacenados antes de su envío para los análisis respectivos.

**Cuadro 3.** Contenido de glicoalcaloides (mg/100 g de peso fresco) en seis variedades resistentes al tizón (muestras tomadas en Chullchunqani y Morochata).

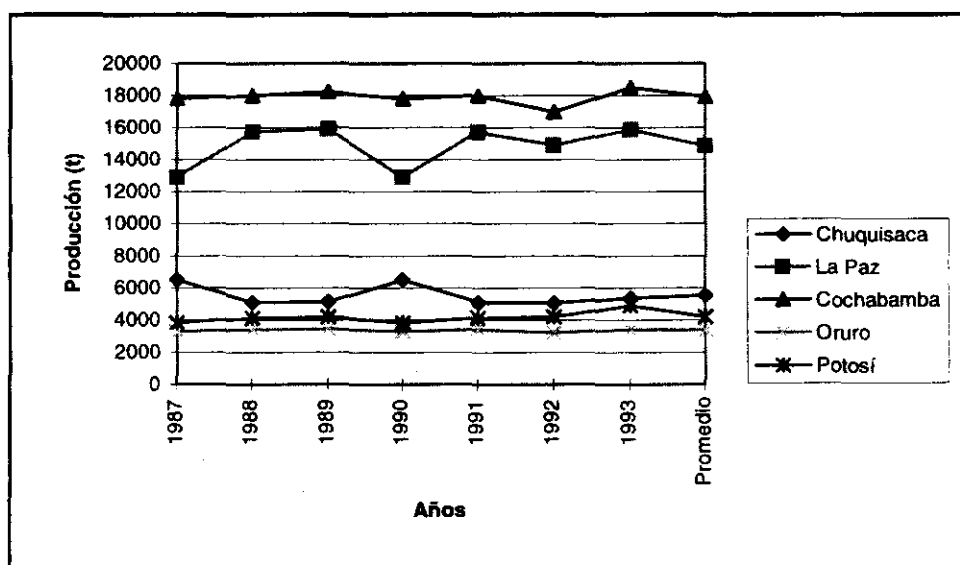
Variedad	Localidad	Glicoalcaloides
Perla	Chullchunqani	10.36
Perla	Morochata	37.56
Pukina	Chullchunqani	7.87
Pukina	Morochata	3.31
India	Chullchunqani	9.80
India	Morochata	3.85
Chaposa	Chullchunqani	37.16
Chaposa	Morochata	57.25
Robusta	Chullchunqani	36.74
Robusta	Morochata	27.17
Jaspe	Chullchunqani	1.75
Jaspe	Morochata	2.26
Alpha	Chullchunqani	10.49

Como conclusión, es importante mencionar que el IBTA-PROINPA cuenta con una oferta de tecnologías que pueden ser adoptadas por los agricultores. Tomamos como ejemplo dos de estas tecnologías y hemos estimado que el retorno económico potencial en relación a su adopción es muy alto. Sin embargo, los programas de investigación no son suficientes para asegurar este efecto positivo; se necesita de una política agropecuaria global que asegure la difusión de los resultados de la investigación en gran escala. Esto implica un fortalecimiento en la coordinación institucional entre las instituciones de investigación, producción y desarrollo del sector papero en Bolivia.

## Contexto Nacional de la Producción de Tubérculos Andinos

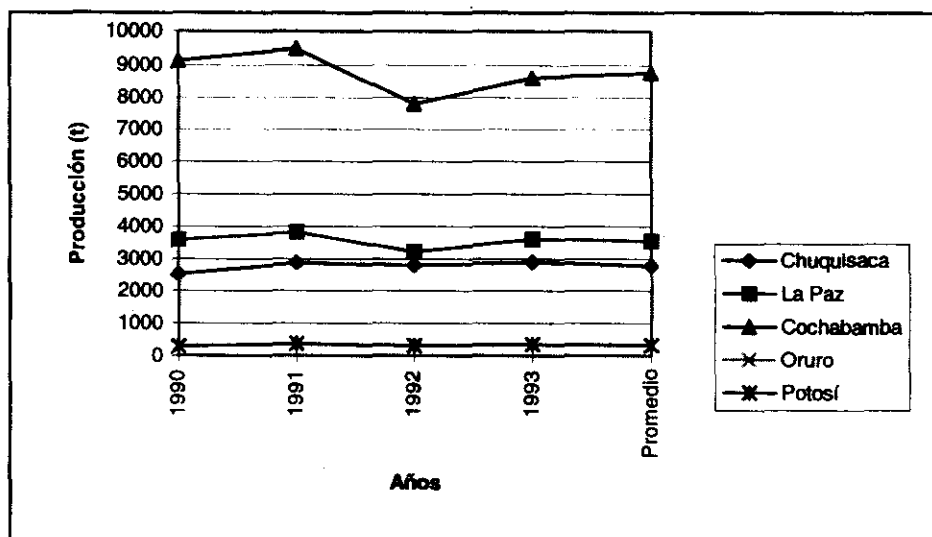
Los tubérculos andinos son cultivos rústicos que crecen en abundancia, requieren poco cuidado y pocos insumos, pero lo más importante es que toleran climas severos en ecologías de altitudes elevadas con rendimientos que a veces duplican los de la papa.

La producción de oca y papalisa a nivel nacional está distribuida geográficamente en las cabeceras de Valle y Puna del departamento de Cochabamba, la región altiplánica de La Paz y Oruro y al sur del país en los departamentos de Chuquisaca, Potosí y Tarija, en ecologías con altitudes mayores a los 3000 msnm. La producción nacional alcanza a 46,500 t de oca y 16,700 t de papalisa. Más del 70% de la producción de oca y papalisa se concentra en los departamentos de Cochabamba y La Paz (Figuras 2 y 3). No se observan incrementos por años en la producción de oca y papalisa. Tomando en cuenta el crecimiento poblacional, se asume que existe una tendencia a la disminución del consumo per cápita de estos productos.



**Figura 2.** Producción de oca por departamento en Bolivia.

Fuente: SNAG, Dpto. de Estadísticas Sectoriales, 1994 (AGRODATA, La Paz, 1994).



**Figura 3. Producción de papalisa por departamento en Bolivia.**

Fuente: SNAG, Dpto. de Estadísticas Sectoriales, 1994 (AGRODATA, La Paz, 1994).

### **Factores limitantes en la producción de tubérculos andinos**

PROINPA ha realizado diagnósticos multidisciplinarios para identificar y priorizar los factores limitantes en la producción de oca, papalisa e izaño. Con base en esta información se han establecido las necesidades de investigación en las alternativas de solución, cuyos resultados se resumen en el Cuadro 4.

### **Aspectos nutricionales de la oca, papalisa e izaño**

La oca es una fuente importante de carbohidratos y minerales como calcio y hierro. La papalisa constituye una fuente adecuada de aminoácidos esenciales y vitamina C que se esperaría encontrar en un gramo de proteína con un 100% de valor biológico, lo cual confiere a este producto una alta calidad nutritiva. El izaño presenta un mayor contenido proteico que los otros tubérculos, con aportes vitamínicos también importantes (Cuadros 5, 6 y 7).

Los valores promedios que se muestran en estos cuadros provienen de variaciones altas en las muestras que indican amplias posibilidades para la selección.

**Cuadro 4. Priorización de los problemas generales en la producción y uso de tubérculos andinos.**

<b>Factor limitante</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Tema de investigación</b>
<b>Heladas</b>	Ocasional, con relativa frecuencia	– Caracterizar las variedades existentes por su ciclo de cultivo y su tolerancia a heladas
<b>Comercialización</b>		
Fluctuación marcada de precios por épocas	Generalizado, muy importante	– Seguimiento a la fluctuación de precios – Estacionalidad de la producción (oferta / demanda)
<b>Plagas</b>		
Gusano de la oca	Generalizado, muy importante	– Ecología y biología del gusano de la oca – Determinación de enemigos naturales y plantas repelentes – Eficiencia de agroquímicos en campo y almacén
Silvi, Laqatu (Noctuidae, Scarabeidae)	Generalizado, importante en años secos	– Estrategias de control integrado
<b>Enfermedades</b>		
<i>En el follaje</i>		
Amarillamientos en oca y papalisa	Generalizado, causado tal vez por virus	– Identificación del patógeno – Priorización y limpieza viral de cultivares nativos
Roya de papalisa	Localizado muy importante	– Buscar estrategias de control integrado
<i>En el tubérculo</i>		
Lesiones en el tubérculo (chancros)	Generalizado	– Caracterización de la enfermedad y estrategias de control integrado
Pudriciones en campo y almacén en oca y papalisa	Generalizado, muy importante	– Determinación del porcentaje de daño en campo y almacén – Selección de tubérculos sanos
<i>En la raíz</i>		
MuK'uru de la papalisa (pudrición radicular)	Localizado disminuye considerablemente la producción	– Identificación y seguimiento a los patógenos causantes – Buscar estrategias de control integrado
<b>Nematodos</b>		
Nematodos de la oca	Localizado	– Evaluar pérdidas en rendimiento – Uso de material resistente o tolerante
Naccobus en papalisa	Localizado muy importante	– Evaluación de variedades resistentes a partir del banco de germoplasma
<b>Semilla</b>		
Falta de semilla de buena calidad	General	– Conocer los flujos de semilla tradicionales – Localización de zonas semilleras
Degeneración (cansancio) de la semilla	General	– Determinar la importancia de los virus – Limpieza de patógenos – Prácticas de selección positiva

Fuente: Diagnóstico interdisciplinario en RTA, PROINPA, Cochabamba, 1994.

**Cuadro 5. Composición química de los tubérculos andinos (g/100 g).**

<b>Composición</b>	<b>Oca</b>	<b>Izaño</b>	<b>Papalisa</b>
Energía (Kcal)	61.0	50.0	62.0
Materia seca	25.9	23.6	16.3
Proteína	1.0	1.5	1.1
Grasa	0.6	0.7	0.1
Carbohidratos	13.3	9.8	14.3
Cenizas	1.0	0.6	0.8
Fibra	1.0	0.9	0.8

Fuente: Collazos et al., 1975.

**Cuadro 6. Aminoácidos esenciales en oca y papalisa (mg de aminoácidos/g de proteína).**

<b>Aminoácido</b>	<b>Oca</b>	<b>Papalisa</b>
Isoleucina	79-111	s/d
Lisina	103-108	41-55
Metionina + cistina	72-97	27-34
Triptofano	54-80	7.6-10.6
Treonina	s/d	23-30
Valina	s/d	33-37
Leusina	s/d	41-57

Fuente: King y Gershof (1987).

**Cuadro 7. Contenido de minerales y vitaminas en tubérculos (por 100 g de materia húmeda).**

	<b>Oca</b>	<b>Izaño</b>	<b>Papalisa</b>
<b>Minerales</b>			
Calcio (mg)	22.0	12.0	3.0
Fósforo (mg)	36.0	29.0	28.0
Hierro (mg)	1.6	1.0	1.1
<b>Vitaminas</b>			
A (mg)	1.3	10.0	3.8
B1 (mg)	0.1	0.1	0.1
B2 (mg)	0.1	0.1	0.0
Niacina (mg)	0.4	0.7	0.2
C (mg)	38.4	77.5	11.5

Fuente: Collazos, 1975.

**Usos múltiples de la oca, papalisa e izaño en las comunidades campesinas**

A nivel de las comunidades campesinas, la alimentación de la familia constituye el principal uso de los tubérculos andinos con diversas aplicaciones. La oca, la papalisa y el izaño son alimentos comunes en muchos hogares que se prestan para diferentes gustos y tradiciones, lo que demuestra su versatilidad culinaria. Los tubérculos pueden



comerse hervidos al horno o en watia (cocidos bajo tierra), además de su uso frecuente para espesar sopas y guisos.

Los cultivares con tubérculos de diferentes formas y colores se asocian a diferentes propiedades culinarias. Algunos son de consistencia harinosa, otros son duros y aguanosos. Su sabor varía desde dulces (inclusive no necesitan ser soleados en estado fresco) hasta amargos; la cocción de algunos puede ser rápida y demandan poca energía y otros demoran mucho, lo cual brinda a los agricultores amplias posibilidades de selección y combinación de estas propiedades para su uso. Pero también para fines productivos, los tubérculos andinos presentan variabilidad de genotipos con aptitudes diversas a través de la resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, adaptación a condiciones variables edáficas y climáticas.

### **Otras formas de uso**

Además de su uso en la alimentación, la oca, la papalisa y el izaño se usan también para fines medicinales, principalmente para controlar la fiebre en humanos; para los animales la oca, junto con las cucurbitáceas, constituye un excelente paliativo para las lesiones internas causadas por la fiebre aftosa. El izaño negro se usa para curar el bocio en humanos.

El follaje de la oca se usa como forraje para bovinos y el tubérculo para la alimentación de cerdos. El tubérculo del izaño, previa cocción, se usa principalmente en la alimentación de cerdos para engorde.

Uno de los productos apropiados para la transformación es la oca, de la cual se puede obtener un producto deshidratado por congelación y secado naturalmente. Este producto es conocido como "chuño de oca". A la vez, del chuño de oca se pueden obtener otros subproductos como harinas, que se usan en varias formas para la elaboración de "buñuelos" (harina amasada en hojuelas redondas y planas de tamaño variable de 5 a 10 cm cocidas en aceite), pan, "k'ispiña" (harina cocida y amasada con la mano en trozos pequeños) y para espesar sopas. La k'isa de oca es un producto de sabor dulce que se obtiene deshidratando al sol mitades del tubérculo partidas longitudinalmente.

### **Perspectivas del uso de tubérculos andinos en centros urbanos**

El consumo de los tubérculos andinos está restringido a las zonas rurales y no goza de popularidad en los centros urbanos. Las razones de su poca difusión se deben principalmente al desconocimiento del producto o al desconocimiento de las formas de preparación o porque la preparación es difícil. Superando estos aspectos se presenta la expectativa de que estos productos se conviertan en alimentos comunes para los

pobladores urbanos, lo cual significa una ampliación de la demanda en los mercados con una mejora en los precios y mayor volumen de producción.

Los tubérculos andinos son productos cuya valoración necesita ser consolidada en diferentes niveles poblacionales (centros urbanos y rurales) para incrementar mucho más su competitividad.

### 3. Factores abióticos

- Heladas
- Sequía
- Granizo

Para dar solución a los problemas expuestos, en 1989 el Ministerio de Agricultura creó el "Proyecto de Fortalecimiento de la Investigación y de la Producción de Semilla Prebásica en Bolivia" (PROINPA) que es ejecutado por el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) y el Centro Internacional de la Papa (CIP), con el apoyo económico de la Cooperación Técnica Suiza (COTESU). El IBTA-PROINPA actualmente funciona en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, y su centro de operaciones es la Estación Experimental de Toralapa, ubicada a 71 km de la ciudad de Cochabamba, sobre la carretera Cochabamba - Santa Cruz. Cuenta con una Unidad de Investigación compuesta por los departamentos de Ciencias Sociales, Fitomejoramiento, Fitopatología, Entomología, Nematología, Fisiología y Tecnología de Poscosecha, y Producción de Semilla Prebásica. Todos estos departamentos trabajan en forma interdisciplinaria para dar solución a los factores que afectan la producción y productividad del cultivo de papa.

El trabajo que el IBTA-PROINPA realiza tiene cobertura nacional y en la actualidad cuenta con regionales en los departamentos de Potosí (Estación Experimental de Chinoli), Tarija (E.E. de Iscayachi), Chuquisaca, La Paz (E.E. de Patacamaya) y trabajos colaborativos en los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz (Figura 1).

Actualmente, el IBTA-PROINPA cuenta con tecnologías comprobadas por y con los productores, que pueden ser difundidas (Cuadro 2).

Quisiéramos tomar como ejemplo dos de estas tecnologías, explicando a qué problema responden y en qué consisten, para después estimar el impacto económico potencial que implicaría su adopción.



**Figura 1.** Cobertura geográfica del IBTA-PROINPA.

**Cuadro 2.** Ofertas tecnológicas del IBTA-PROINPA.

Alternativas tecnológicas para difusión	Altiplano y valles	Valles mesotérmicos
Bioinsecticida para el control de la polilla en almacén	✓	✓
Manejo integrado de la polilla	✓	✓
Detección de nematodos	✓	✓
Manejo integrado de nematodos	✓	✓
Fertilización mineral y enmiendas orgánicas	✓	✓
Cultivares limpios		
• Radosa Rosada		✓
• Americana		✓
• Kallpa Runa	✓	
• Gendarme	✓	
• Imilla Negra	✓	
• Runa Toralapa	✓	
• Runa	✓	
• Revolución	✓	
Nuevos cultivares con resistencia al tizón tardío	✓	✓
Multiplicación de semilla a partir de brotes	✓	✓
Selección positiva a partir de brotes	✓	✓
Camas orgánicas protegidas	✓	
Almacenamiento de semilla a nivel de:		
a) empresas productoras	✓	
b) pequeños agricultores	✓	✓

# Especies Icticas (Trucha)

Didí Flores Cruz

## Consideraciones Generales

En el altiplano peruano-boliviano se localizan dos tipos de especies ícticas: las nativas de los géneros *Trichomycterus* (mauri y suche) y *Orestias* (carachi, ispi y boga) y las introducidas (pejerrey del titicaca y trucha arco iris).

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) fue introducida en Junín, Perú, en 1925 y en el lago Titicaca en 1940, mediante la importación de 50,000 y 234,000 ovas, respectivamente, de los Estados Unidos. El pejerrey (*Basilichthys bonariensis*) fue introducido en el lago Poopó en 1946 procedente de Argentina y de allí emigró al lago Titicaca entre 1955 y 1956.

El pejerrey ha logrado no sólo aclimatarse en el altiplano sino desarrollarse con éxito en franca competencia con las especies nativas. En cuanto a la trucha, las especies que han logrado aclimatarse son la trucha arco iris, la trucha de arroyo y la trucha morena, de las cuales la primera es la de mayor importancia comercial debido a su rápido crecimiento, razón por la cual es la de mayor difusión a nivel mundial.

La trucha arco iris está circunscrita a la zona pelágica profunda del lago Titicaca, aunque puede encontrarse también en lugares aledaños a la desembocadura de los ríos tributarios. La producción de trucha se realiza mediante el cultivo en piscigranjas y piscifactorías. Las primeras son centros de cultivo de trucha dedicadas únicamente a la recría, es decir, desde ovas y alevinos hasta que obtengan la talla comercial. En cambio, una piscifactoría es un centro de producción de peces que cubre todo el ciclo vital de la trucha, desde el plantel de reproductores hasta alcanzar especies de talla comercial y reproductores. Estas piscifactorías cuentan con sistemas de procesamiento o transformación (trucha congelada, eviscerada, ahumada, etc.)

El pejerrey y el ispi también son especies pelágicas, pero el ispi realiza su proceso de reproducción en la zona litoral. Las otras especies ícticas dependen de la zona litoral rica en vegetación acuática y constituyen el principal lugar de nutrición y reproducción.

La trucha, al igual que el pejerrey, es eminentemente carnívora; se alimenta de peces (principalmente *Orestias*), crustáceos, moluscos, insectos, ranas, larvas acuáticas, etc.

El pejerrey es magro, de carne blanca, delicada y sabrosa; la trucha es grasosa, de carne rosada y de gran exquisitez. Dado el alto precio de estas especies, particularmente el de la trucha, los pescadores prefieren venderla en lugar de consumirla.

Por otro lado, es conveniente destacar que la carne de pescado es considerada un alimento de alto valor nutritivo y de fácil digestión, pues contiene muy poco colágeno no digerible y como contrapartida mucha proteína de alto valor nutritivo; asimismo, carece de tejido conjuntivo (de difícil digestión) a diferencia de las carnes rojas. Las proteínas del pescado poseen casi todos los aminoácidos necesarios para la alimentación humana y se asimilan casi en su totalidad; es también rica en enzimas que favorecen la digestión y aceleran los procesos catabólicos.

El contenido de grasa en la mayoría de las especies piscícolas es muy reducido, además es más sano que el de las carnes rojas, ya que su contenido de ácidos grasos insaturados es mejor aprovechado desde el punto de vista dietético y nutritivo. La carne de pescado contiene todas las vitaminas, especialmente las vitaminas A, B y D y se consideran una fuente valiosa de calcio y fósforo, así como también de hierro y cobre. Por las razones antes indicadas, la carne de pescado es especialmente adecuada en la dieta alimentaria de madres gestantes, lactantes, niños y personas de edad avanzada. Su consumo disminuye el riesgo de sufrir afecciones cardíacas, ataques diversos, algunos tipos de cáncer, hipertensión, arteriosclerosis, diabetes y obesidad entre otros.

### **Situación Actual y Perspectiva de Desarrollo**

La extracción y producción piscícola de la cuenca del lago Titicaca ha disminuido significativamente desde 1991, tanto en lo que respecta a la extracción como a la crianza de truchas. En la parte peruana, en 1995 se ha registrado una producción de 3,296.3 toneladas frente a las 7,805.6 toneladas obtenidas en 1990. La mayor captura corresponde al pejerrey (52.66%), seguido del carachi (32.02%) y del ispi (14.03%); en cambio las capturas de mauri (0.56%) y boga (0.03%) son insignificantes; esta última sólo se encuentra en la laguna Arapa, Perú. Tanto el mauri como la boga se encuentran en serio peligro de extinción. Más grave aún es el caso del suche (*Orestias pentlandii*), que desde 1988 no registra captura alguna, y el umanto (*Orestias cuvieri*) que prácticamente se ha extinguido. Esto no sólo afecta la biodiversidad y el ecosistema, sino que perjudica directamente a los pescadores y pobladores que dependen de los recursos pesqueros.

La trucha, que alcanzó su apogeo en la década del 60, ha sufrido una disminución catastrófica registrándose una captura de tan solo 0.27% y la producción de trucha de crianza 0.43% del volumen total. La disminución de la producción de trucha de crianza en los últimos años se debe a la falta de un mercado que absorba la producción ya que en la región no existen plantas de procesamiento que permitan una adecuada manipulación, conservación y transformación para su traslado a los mercados nacionales e internacionales.

La extracción pesquera del Titicaca de la parte boliviana representa aproximadamente el 20% de la extracción peruana. En Bolivia, el lago Poopó participa

con el 40% de la producción pesquera . En el lago Poopó la especie dominante es el pejerrey y ocasionalmente el carachi. Asimismo, cabe indicar que la población íctica de este lago está amenazada por una creciente contaminación por metales pesados (Hg, Pb, Sn, Zn, Ag y eventualmente As) procedentes de los relaves mineros de la zona.

En general, la rápida disminución de la población íctica se atribuye a diversos factores ligados a los aspectos naturales como las fluctuaciones de las lluvias, la competencia y la depredación, así como a la intervención humana en cuanto a contaminación acuática, introducción de especies foráneas, sobrepesca y empleo de métodos de extracción destructivos.

En relación a la sobrepesca, cabe destacar que la mayoría de las especies ícticas dependen de la zona litoral o de los ríos tributarios para realizar sus ciclos biológicos. Es en esta zona donde se practica precisamente la más fuerte presión de extracción, que se intensifica durante los períodos de reproducción. En cambio, la zona pelágica a pesar de constituir una zona subexplotada (91,000 toneladas en 1985: ispi 57.1%, pejerrey 22.0%, trucha 14.3% y otras especies 6.6%), no se aprovecha por falta de embarcaciones y artes de pesca adecuadas (Cuadros 1 y 2).

**Cuadro 1.** Volumen de extracción y producción piscícola de la cuenca del Lago Titicaca, Perú, según especies y por años (toneladas).

Especies	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	%
Boga	36.5	65.3	52.5	52.0	8.2	0.6		1.7	3.0	1.0	0.03
Carachi	3270.1	2974.2	3367.7	3000.2	3170.3	2617.6	3336.8	2166.4	1533.7	1055.6	32.02
Ispi	1135.7	1198.5	276.1	86.2	39.4	0.3	145.3	453.6	1086.5	462.5	14.03
Mauri	154.3	202.1	174.9	159.6	96.3	1.8	1.4	5.8	70.0	18.3	0.56
Suche	11.4	4.1									0.00
Pejerrey	2034.7	2574.1	3250.1	4228.8	4413.4	2827.7	2806.8	1413.9	1822.3	1735.8	52.66
Trucha natural	55.3	123.4	104.7	46.4	6.1	2.4	0.5	2.5	31.8	8.8	0.27
T. de crianza	35.0	33.2	117.6	140.8	71.9	24.6	30.3	15.1	17.2	14.3	0.43
Total	6733.0	7174.9	7343.6	7714.0	7805.6	5475.0	6321.1	4059.0	4564.5	3296.3	

Fuente: Dirección Subregional de Pesquería, MIPE, Puno, Perú (1996).

**Cuadro 2.** Volumen de extracción piscícola del Titicaca y a nivel nacional de Bolivia, durante el período 1982-1991 (toneladas).

Producción	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Titicaca	1121	982	991	750	1005	750	820	914	987	850
Nacional	2879	3082	3305	3531	3871	4262	4413	5270	5995	4294

Fuente: Diagnóstico y estudio de desarrollo pesquero. Convenio ALA Perú-Bolivia (1993).

Mientras que la acuicultura de las especies nativas se realiza sólo a nivel de laboratorio, con el objeto de lograr su reproducción y el repoblamiento de diferentes cuerpos de agua, se observa un desarrollo creciente de la piscicultura de la trucha en la cuenca del lago Titicaca. En este sentido es imprescindible mejorar los recursos lóticos (ríos, manantiales y arroyos) y lénticos (lagos y lagunas) de la zona. El número de alevinos requeridos por cada recurso léntico fluctúa entre 10 mil y 50 mil. La base para desarrollar esta industria es lograr un manejo adecuado del recurso, para lo cual se requiere mejorar los sistemas de crianza (piscigranjas) y optimizar los costos para lograr un producto de mejor calidad y menor precio.

La producción de truchas en el altiplano peruano esta a cargo de pequeñas empresas que trabajan directamente con instituciones como el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT), Proyecto Especial Titicaca (PET), la Universidad Nacional del Altiplano (UNA), el Ministerio de Pesquería (MIPE) y el Instituto de Desarrollo del Sector Informal (IDESI). Para 1996 se proyectó una producción de 40 toneladas que representa sólo el 40% de la capacidad instalada. En Bolivia, la producción intensiva de trucha la realizan dos empresas, una estatal asociada a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) con una producción aproximada de 20-30 toneladas/año y otra privada, la Empresa Pesquera Titikaka S.R.L., con una producción aproximada de 70-100 toneladas/año. Estas dos empresas están próximas al estrecho de Tiquina. También hay pequeñas empresas como la Crillón Tours y otras.

En cuanto a la transformación de la trucha, en Perú la Piscifactoria de los Andes S.A. ubicada en el departamento de Junín es la única empresa que elabora productos congelados y ahumados; su producción está orientada al mercado de exportación (Suecia, Colombia, Bolivia y Holanda). En el altiplano peruano esta actividad la realizan sólo a nivel de la planta piloto dos instituciones públicas: el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT) y el Proyecto Especial Titicaca (PET) que elaboran principalmente conservas y filetes ahumados. En Bolivia, el procesamiento de la trucha en forma de filetes y ahumados la realiza la Empresa Pesquera Titikaka S.R.L. la cual abastece el mercado de La Paz y exporta cantidades considerables principalmente al mercado brasileño. Esta empresa importa además trucha del Perú, lo cual indica la baja producción y la necesidad de potenciar la industria truchícola boliviana.

Dentro de esta problemática, el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT) de Puno, Perú, viene desarrollando estudios para:

- Conocer la biomasa íctica del lago Titicaca a fin de establecer una adecuada política de administración pesquera que posibilite un desarrollo sostenible y que asegure la satisfacción de las necesidades humanas para el presente y el futuro. Este desarrollo sostenible debe conservar los recursos pesqueros, para lo cual es necesario controlar



la pesca indiscriminada, por un lado, y la contaminación de ríos y lagos que habitan estas especies ícticas.

- Desarrollar la piscicultura de las especies nativas y de la trucha, mediante un manejo ecológico racional y compatible con la naturaleza del lugar de producción.
- Lograr el aprovechamiento integral y racional de los recursos ícticos disponibles y potenciales, otorgándole un valor agregado con fines comerciales.

En el contexto internacional, los principales productores de trucha son Italia, Francia, Reino Unido, España y Alemania y los principales mercados de exportación de trucha congelada, fresca refrigerada, conservas y otras formas de representación son los países de Europa, Japón y Estados Unidos.

Cabe destacar que Chile es un gran productor y exportador de truchas en el mercado internacional. Sus precios son competitivos y ha ganado prestigio en la crianza y procesamiento de la trucha en sus diferentes formas. Es un buen ejemplo que debe servir de base para proyectar el desarrollo de la industria de la trucha en el altiplano.

## **Transformación**

Diversos productos o formas de presentación del pescado, y en particular de la trucha, son comercializados en el mercado internacional. Dentro de estos productos tenemos:

- Trucha fresca entera o eviscerada
  - Trucha eviscerada congelada
  - Filetes de trucha congelada
  - Filetes de trucha ahumada
  - Trucha eviscerada ahumada
  - Trucha en conserva (enlatada)
- a. Trucha fresca. Puede ser entera o eviscerada, con o sin cabeza, de peso aproximado entre 250 y 400 g. Este producto es empacado en hielo en escamas, en cajas de polietileno expandido de alta densidad, cubierta con una lámina de polietileno delgada. La capacidad es de 50 lb/caja.
  - b. Trucha congelada. La trucha eviscerada o fileteada es sometida a bajas temperaturas ( $-2^{\circ}\text{C}$ ) con el fin de conservar sus propiedades físico-químicas y organolépticas. Se empaca en cajas de cartón parafinas, cada trucha en forma individual en bolsa plástica. La capacidad de la caja es de 50 lb.
  - c. Trucha ahumada. Es la trucha que ha sido previamente salada y sometida a la acción del humo producido por la combustión incompleta de madera dura no resinosa, con el propósito de proveer al producto el sabor y el color de pescado ahumado,

aprovechando las propiedades físico-químicas del humo. Debido al proceso seguido, la conservación de la trucha ahumada es buena; se puede mantener almacenada a medio ambiente por varios meses, dependiendo del tipo de empaque y condiciones ambientales (temperatura y humedad).

- d. Trucha en conserva. Pueden ser filetes, medallones, pastas, ahumadas o no, en diferentes líquidos de relleno: aceite, salsa de tomate, sal, etc., envasadas en recipientes de hojalata de diferentes dimensiones. Este producto es esterilizado comercialmente para eliminar cualquier posibilidad de deterioro ulterior.

## **Comercialización**

La comercialización del pescado fresco se realiza en un 90% en el mercado interno de Puno, 2% en las zonas fronterizas, 2% en el mercado externo (Tacna, Arequipa, Moquegua, Cusco, etc.) y el resto se destina al autoconsumo del pescador. En Bolivia, las especies nativas se comercializan en las zonas urbano-populares de La Paz y la Ciudad El Alto. El pejerrey y la trucha se comercializan en los mercados más exigentes de La Paz. Del total de la extracción, un 27.7% es comercializado en el mercado rural.

La trucha procesada (ahumada y congelada) es comercializada a través de diferentes canales de distribución, especialmente en pescaderías y lugares de autoservicio. Estos productos son producidos en el Perú por Piscifactoria Los Andes S.A. ubicada en el departamento de Junín y en Bolivia por la empresa pesquera Titikaka S.R.L.

Cabe señalar que el producto procesado bajo la forma ahumada o como filete congelado es sumamente escaso en los mercados nacionales, debido a la escasa demanda y a su alto precio, sólo se percibe un interés en el estrato socioeconómico alto. En cambio, el mercado de exportación es altamente competitivo para los diversos productos elaborados a base de trucha, por eso la mayor producción de las empresas antes señaladas se dirigen al extranjero.

El mayor comercio de la trucha es en forma fresca refrigerada entera o fileteada, seguido por los congelados. La comercialización de la trucha ahumada y en conserva es pequeña. Los principales mercados de exportación de la trucha procesada son Europa, Japón y Estados Unidos. El mayor interés se muestra para la trucha congelada en Japón y Francia, debido a las altas importaciones del primero y al incremento del consumo en el segundo. En cuanto a los productos de truchas en conserva pueden tener cierto éxito con la Comunidad Económica Europea, especialmente en Alemania y Francia.

Para ingresar a mercados tan exigentes como los de Japón, Canadá, Estados Unidos, Alemania, Francia, etc. deben diseñarse productos que cumplan con las normas nacionales e internacionales de calidad, presentación, empaques, etiquetado, etc. Para

asegurar la calidad de los productos elaborados debe aplicarse al sistema HACCP (hazard analysis critical control point) —análisis de riesgos y control de puntos críticos. Además, el sistema de comercialización tiene que involucrar una estrategia de promoción y sobre todo obtener precios competitivos.

