

**CAMBIO TECNOLÓGICO EN EL CULTIVO DE LA PAPA  
EN LA COMUNIDAD DE SAN JOSE LLANGA**

**M Rosa Lizarraga, Mauricio Cuesta y Jorge Cespedes E**

**IBTA 163/BOLETIN TECNICO 31/SR-CRSP 29/1995**

**USAID PROGRAMA DE APOYO A LA INVESTIGACION  
COLABORATIVA EN RUMIANTES MENORES**

**Small Ruminant Collaborative Research Support Program  
(SR-CRSP)**

**CONVENIO MACA/IBTA/USAID/SR-CRSP**

**Octubre de 1995**

El Programa de Apoyo a la Investigacion Colaborativa en Rumiantes Menores (USAID Small Ruminant Collaborative Research Support Program) que es una colaboracion entre la Agencia para el Desarrollo Internacional del Gobierno de los Estados Unidos (USAID) Washington D C (Grant numero DAN 1328-G-00-0046-00) y el Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria (IBTA) dependiente de la Secretaria Nacional de Agricultura y Ganaderia del Ministerio de Desarrollo Economico

El Programa IBTA/SR CRSP cuenta con el apoyo financiero del Programa PL 480 de la Mision USAID/Bolivia

Esta publicacion es un resumen de la tesis de grado defendida por Maria Rosa Lizarraga Alvarez. Los autores agradecen al Lic Freddy Luna de la Facultad de Ciencias Economicas y Financieras, Carrera Economia, de la Universidad Mayor de San Andres de la ciudad de La Paz, por la colaboracion prestada a la investigacion expuesta en esta publicacion

Tambien se agradece la cooperacion brindada por las familias y las autoridades del Canton San Jose Llanga, Provincia Aroma del Departamento de La Paz, que ha hecho posible este trabajo y los logros del Programa IBTA/SR-CRSP

M Rosa Lizarraga A  
Mauricio Cuesta  
Jorge Cespedes Estevez

La Paz octubre de 1995

## Indice de Contenidos

	Pagina
Listado de Cuadros	vi
Introduccion	1
Revision Bibliografica	3
La economia campesina	3
Productividad	3
Tecnologia, tecnica y cambio tecnico	4
Tecnologia tradicional y moderna	4
Costos de produccion	4
Costos de oportunidad	5
Costos fijos	5
Costos variables	5
Componentes del costo de produccion	6
Beneficios	6
Ingresos (I)	7
Costos (C)	7
Materiales y Metodos	8
Descripción del area de estudio	8
Localizacion	8
Caracteristicas fisicas	8
Factores sociales y economicos	9
Metodos	10
Recoleccion de datos	10
La muestra	10
Metodo de analisis	10
Funcion de costos de produccion de papa	10
La funcion de costos Cobb-Douglas	12

	<b>Página</b>
Resultados y Discusion	14
El cultivo de la papa	14
Preparacion de la tierra	14
Siembra	15
Labores culturales	16
Costos de produccion	18
Costos de produccion con <i>tecnologia pura</i>	18
Beneficios	21
Costos de produccion con <i>tecnologia combinada</i>	23
Funcion de costos de produccion de papa para San Jose Llanga	25
Análisis de los factores determinantes de los rendimientos	26
Efecto clima (localidad)	26
Efecto suelo	27
Efecto tecnologico	27
Efecto de las interacciones sobre los rendimientos	29
Productividad de la tierra	31
Uso de nuevas tecnologias	32
Requerimiento de mano de obra	33
Mano de obra familiar y contratada	34
Conclusiones y Recomendaciones	35
Conclusiones	35
Recomendaciones	36
Bibliografia	37

## Listado de Cuadros

		Página
1	Superficie produccion rendimiento de papa en Bolivia 1970-1989	2
2	Diferencias entre tecnologia tradicional y tecnologia moderna	5
3	Clasificacion de costos fijos y costos variables	6
4	Distribucion de la poblacion de San Jose Llanga, por familias y por zonas	10
5	Uso de instrumentos en la preparacion de la tierra San José Llanga	15
6	Extension sembrada por variedades de papa en San Jose Llanga	17
7	Clasificacion de tecnologia utilizada en el cultivo de la papa, por parcela San Jose Llanga	18
8	Costos de produccion del cultivo de la papa con el uso de tecnologia moderna San Jose Llanga	19
9	Costos de produccion del cultivo de la papa con el uso de tecnologia tradicional San Jose Llanga	20
10	Contribucion de los factores al costo total de produccion de papa, con <i>tecnologia pura</i> San Jose Llanga	21
11	Beneficio por tecnologia utilizada con costos de mano de obra y yunta San Jose Llanga	23
12	Area sembrada, costos, ingresos y beneficio de la produccion de papa, segun <i>tecnologia combinada</i>	24
13	Contribucion de factores al costo total de la produccion de papa con <i>tecnologia combinada</i> San Jose Llanga	24
14	Rendimiento de papa y contenido de materia organica por zonas San Jose Llanga	27

		<b>Página</b>
15	Incrementos de rendimiento, ingreso y costo según el uso de factores de producción en el cultivo de la papa San Jose Llanga	28
16	Estimación del efecto de los factores de producción en los rendimientos de papa San Jose Llanga	31
17	Cuartiles del valor de la producción y rendimiento en el cultivo de la papa San Jose Llanga	32
18	Tecnología utilizada, por cuartiles de productividad de la tierra San Jose Llanga	33
19	Requerimiento de mano de obra por hectárea en el cultivo de la papa, por etapas de producción San Jose Llanga	33
20	Uso de mano de obra familiar y contratada, por labor en el cultivo de papa San Jose Llanga	34

# Cambio Tecnológico en el Cultivo de la Papa en la Comunidad de San José Llanga

M Rosa Lizarraga A Mauricio Cuesta y Jorge Céspedes E <sup>1/</sup>

## Introducción

La papa, producto alimenticio originario de las cumbres altas de Los Andes, es un tubérculo con gran capacidad de adaptación a diferentes medios ecológicos<sup>2/</sup> En Bolivia se produce en el Altiplano los valles y últimamente en los llanos de Santa Cruz Fue desarrollado en las punas y en las alturas del piso templado entre los 3,000 y 4,000 m s n m

Alrededor de 265,000 familias bolivianas se dedican a la producción de este cultivo alimenticio Según Vidal (1979), en Bolivia existen 200 variedades de papa entre dulces, amargas y silvestres El consumo per capita llega a 131,6 kg/año Aporta al valor bruto de la producción con 16,9% del sector agrícola (1991) Significa que el producto es el principal de los cultivos seguido por el maíz, cebada y arroz<sup>3/</sup>

Los rendimientos obtenidos en Bolivia para este producto (6,9 ton/ha) (Cuadro 1) son muy bajos respecto a los obtenidos en otros países productores de este tubérculo Por ejemplo Colombia alcanza un rendimiento de 58 ton/ha Sin embargo, en Bolivia el rendimiento promedio está influenciado por los bajos rendimientos que se obtienen en el Altiplano (5,6 ton/ha), existiendo zonas con mejores índices Los rendimientos promedio en los llanos bolivianos (Santa Cruz) son los más elevados (9,5 ton/ha) Experimentos conducidos en Cochabamba y otros lugares del país muestran que se pueden obtener rendimientos superiores a 40 ton/ha con fertilización y control de plagas adecuados (Hoopes y Sage 1982)

En el Altiplano Central el rendimiento promedio del cultivo se encuentra entre 4,4 ton/ha y 5,6 ton/ha (19% debajo del promedio del Altiplano y 49% debajo del promedio nacional) Estas diferencias en rendimientos podrían atribuirse a la presencia de diferentes condiciones climáticas (heladas, sequías y lluvias inoportunas) Adicionalmente el agricultor desconoce los adelantos en investigación agrícola y hace un reducido uso de nuevas tecnologías

---

<sup>1/</sup> Respectivamente Economista y ex-becaria del Programa IBTA/SR-CRSP Economista Agrícola Winrock International y Científico Residente IBTA/SR-CRSP Bolivia Economista Agrícola e Investigador Asociado en Economía IBTA/SR-CRSP

<sup>2/</sup> Tubérculo de la familia de las solanáceas Se desarrolla bajo tierra Se distinguen alrededor de 1,300 variedades en el mundo, de acuerdo a su color forma calidad de pulpa y época de cosecha

<sup>3/</sup> El maíz contribuyó con 11,3% al valor bruto de la producción nacional la cebada con 4,8% y el arroz con 2,8%

Cuadro 1 Superficie, Producción y Rendimiento de Papa en Bolivia 1970-1989

Años	Superficie (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
1970	95,000	655,000	6.9
1975	128,000	834,000	6.5
1980	168,000	787,000	4.7
1985	163,000	768,000	4.7
1989	127,000	631,000	4.9

Fuente MACA 1990

El tipo de tecnología que se usa en el país es variado. En valles y llanos se usa la tecnología moderna (tractor, semilla mejorada, fertilizantes químicos). En las zonas altas se usa la tecnología tradicional (yunta, semilla nativa, abono orgánico).

Las aplicaciones de mejoras tecnológicas representan uno de los principales medios para lograr el progreso económico de un país o región, ya que se hace un mejor uso de los recursos existentes (Cotlear 1989). El nivel de incorporación de estos factores en el proceso productivo es un indicador del grado de desarrollo alcanzado dentro del país y el sector.

El uso de tecnología tradicional y las condiciones climáticas adversas han reducido a la agricultura campesina en una explotación de subsistencia. El campesino produce para asegurar la reposición de la semilla, el autoconsumo familiar y, en menor medida, para el intercambio comercial cuando se generan excedentes. El reducido volumen de producción se debe a bajos rendimientos.

Son pocos y de niveles bajos los cambios tecnológicos introducidos en la producción rural de Bolivia. El uso de agroquímicos por los productores de papa en el país es de 22 kg/ha en el Altiplano y valles (70.2 kg/ha en el Perú y 192 kg/ha en Venezuela). El uso de semilla mejorada representa alrededor del 1% del total de la semilla utilizada (Gandarillas y Devaux 1992). El porcentaje de unidades agrícolas que utilizan insumos químicos y semillas mejoradas en el país no pasa del 10%. La utilización de tractor es más limitada aun (MACA y USAID 1978).

El principal objetivo del estudio es determinar la conveniencia del uso de prácticas modernas o tradicionales en el cultivo de la papa desde el punto de vista del agricultor de la comunidad de San José Llanga para la gestión agrícola 1992-1993. Los objetivos específicos son el de identificar el tipo de tecnología utilizada en la producción, medir las diferencias de productividad de la tierra y la mano de obra como consecuencia del uso de diferentes tecnologías, medir costos de producción y beneficios del cultivo con tecnologías alternativas, determinar la función de costos de producción del agricultor promedio y caracterizar la producción de papa y cuantificar los rendimientos a partir del uso de diferentes técnicas.

## Revisión Bibliográfica

### La economía campesina

Una de las características más importantes de la economía campesina es su funcionamiento en torno a la unidad familiar. Los agricultores son propietarios de los medios de producción y del producto del trabajo. Los factores de producción fuerza de trabajo y medios de producción, no están separados. La disponibilidad de mano de obra depende del número y edad de cada miembro de la familia. Las necesidades de fuerza de trabajo varían según la época del calendario agrícola.

La producción es múltiple e interrelacionada. Es decir, producción conjunta de varios productos (agrícolas, ganaderos y artesanales) que son fuente de insumos para las diversas actividades. La agricultura proporciona a su propia agricultura insumos (semilla). La agricultura suministra a la ganadería forraje. La ganadería proporciona a la agricultura energía, estiércol, etc.

La producción se orienta básicamente a la satisfacción de las necesidades de subsistencia y no al incremento de la ganancia (Chayanov 1974). A medida que se vinculan con el mercado, parte de los excedentes de la producción se vende. El ingreso monetario se destina a la adquisición de mercancías e insumos de patrones de producción externos a la economía campesina (ropa y diversificación alimentaria). La incipiente participación de la economía campesina en la economía de mercado se da en la compra y venta de productos e insumos.

Schultz (1964) sostiene que los campesinos cuentan con recursos y tecnología con los cuales sería imposible tener aumentos en la productividad que se traduzcan en mejores ingresos. Tales aumentos tendrían que provenir de cambios en la tecnología utilizada (maquinaria, fertilizantes, pesticidas, semillas híbridas, etc.)

Los recursos tecnológicos son utilizados en algunas unidades de producción campesina en forma limitada. Las cantidades utilizadas varían de un lugar a otro, dando lugar a diferencias en el rendimiento de los cultivos.

### Productividad

La productividad es una medida de eficiencia considerando la tecnología con la cual se convierten los insumos y factores en producto (Simpson 1989).

La productividad parcial es la relación producto-insumo en unidades físicas. Por ejemplo, la productividad del trabajo se expresa en la cantidad de mano de obra necesaria para producir una unidad de producto. Por tanto, se expresa en el número de personas por unidad producida (persona/qq de producción) o el pago monetario por la mano de obra (Bs/qq). A menor valor, mayor productividad de la mano de obra. La productividad del trabajo aumenta cuando se elevan el grado de calificación y la experiencia del agricultor y al mejorar el equipo.

## **Tecnología, técnica y cambio técnico**

Desde el punto de vista del agricultor, tecnología es el estado de conocimientos que tiene la unidad de producción sobre las combinaciones de insumos materiales y prácticas culturales para lograr objetivos evaluados por el mismo (Figuroa 1986)

Técnica de producción es la descripción del conjunto de factores de producción en un determinado lugar dentro el proceso productivo. Incluye la organización y ejecución del trabajo y la calidad de cada uno de los factores de producción (Ballesteros 1975)

El cambio en el conocimiento tecnológico da lugar al cambio técnico. Este cambio puede tener dos orígenes: a) nuevos conocimientos de prácticas o principios en el uso de factores ya conocidos y b) conocimiento de nuevos insumos materiales y prácticas o principios que les corresponde (Figuroa 1986)

## **Tecnología tradicional y moderna**

Tecnología tradicional es el conocimiento del conjunto de prácticas y técnicas transmitidas a través de generaciones y empleadas por los agricultores en la producción. Esta tecnología incluye el uso de tracción animal (yunta), abono orgánico, semilla nativa y el no uso de otros insumos como agroquímicos y algunas labores culturales.

Tecnología moderna es el conjunto de innovaciones generadas en base a un proceso de investigación científica, probado a nivel comercial y destinado a mejorar los componentes de la producción agrícola (Mariscal 1984). Esta tecnología incluye el uso de tractor, fertilizante químico y semilla mejorada.

El Cuadro 2 contrasta las ventajas y desventajas entre la tecnología tradicional y la tecnología moderna referente a la preparación del terreno, fertilización, y uso de semilla mejorada.

La pregunta de este estudio es ¿se presentan estas diferencias de producción entre los agricultores de la comunidad?

## **Costos de producción**

Se distinguen tres diferentes conceptos de costo: costos de oportunidad, costos contables y costos económicos. Económicamente el más importante es el costo social o de oportunidad. La definición económica de costo (el cual desemboca en la idea de costo de oportunidad) indica que es aquel pago necesario que se realiza para mantener un recurso en su uso presente.

Costo es la expresión monetaria de todo lo que se debe pagar para atraer y mantener a los factores de producción en una actividad determinada. Es la suma de los gastos incurridos en la obtención de los bienes y servicios insumidos en el proceso productivo (Foulon 1963)

Cuadro 2 Diferencias entre tecnología tradicional y tecnología moderna

TRADICIONAL	MODERNA
<p><b>Yunta</b></p> <p>Roturación superficial Adecuado para pequeños cultivos familiares Lentitud en el laboreo</p> <p><b>Abono Orgánico</b></p> <p>Aporta materia orgánica y humus al suelo (mejora la estructura del suelo y reduce la erosión) El guano de oveja contiene Nitrogeno (5 0%) Fosforo (2 5%) y Potasio (5 0%) Se necesita de 15 a 30 tn de estiercol para una hectarea (FAO 1982)</p> <p><b>Semillas Nativas</b></p> <p>Ciclo vegetativo largo (5 a 6 meses) Resistentes a heladas y sequías Se adaptan a suelos pobres y con falta de fertilidad Resisten bien las condiciones de almacenamiento por periodos prolongados El rendimiento esta 77% por debajo de la semilla mejorada (Condori y Lazarte 1992)</p>	<p><b>Tractor</b></p> <p>Mayor profundidad de roturado Amplia el area de cultivo Ocupa menor cantidad de mano de obra</p> <p><b>Abono Químico</b></p> <p>Contiene nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas Para suelos del Altiplano se recomienda 200 kg de nitrogeno y fosforo 100 kg de urea</p> <p><b>Semillas Mejoradas</b></p> <p>Ciclo vegetativo corto (3 a 4 meses) Libre de enfermedades Responden positivamente a la utilización de fertilizantes (Mayer et al 1992) Resistente a enfermedades y plagas Susceptibles a heladas y granizos Problema de almacenamiento</p>

### Costos de oportunidad

Algunos insumos utilizados en el proceso productivo no son adquiridos en el mercado. Para incluir estos insumos en el costo de producción su valoración da origen al concepto de costo de oportunidad. El costo de oportunidad es el ingreso máximo que los recursos podrían haber generado en un uso alternativo (costo implícito por la transferencia de recursos de una actividad a otra).

### Costos fijos

Es la porción del costo total que no cambia con cambios en la producción. Son independientes del volumen de producción (renta de tierras, interés de capital, depreciación de equipos, entre otros). En este estudio no se toman en cuenta los costos fijos para cuantificar los beneficios económicos<sup>4/</sup>.

### Costos variables

Es aquella porción del costo la cual aumenta a medida que la fase de producción aumenta. Este tipo de costo varía en función del volumen de producción. Se incurren en estos únicamente si la producción se lleva a cabo. Por ejemplo el uso de semillas, abonos, salarios, etc. en la producción de papa (Cuadro 3).

<sup>4/</sup> Se usa el método de análisis parcial que se refiere al cambio en un componente de la finca y que implica que no hay cambios sustanciales en sus recursos o en sus planes globales de producción.

Cuadro 3 Clasificación de costos fijos y costos variables

Costos Fijos		Costos Variables	
1	Edificios y mejoras	1	Alimentación de la yunta
2	Animales de trabajo y maquinaria	2	Mano de obra
3	Administración	3	Insumos
4	Intereses		Semilla
5	Herramientas		Abono
6	Tierra		Insecticidas
		4	Transporte

La técnica utilizada en el análisis de costo-beneficio es la de *presupuesto de beneficios parciales*. Esta es una técnica de balance que examina beneficios y costos resultantes de un cambio en una parte del sistema de producción campesina.

### Componentes del costo de producción

#### 1 Mano de obra

El cálculo de la mano de obra se basa en la mano de obra contratada, si existiese, y/o en los días trabajados por los miembros de la unidad familiar. Esta última se valora al precio que se paga a la mano de obra contratada en la comunidad.

#### 2 Siembra

Para la preparación del terreno se usa yunta o tractor. El costo del uso de yunta es el valor de la alimentación que recibe la yunta durante el período de trabajo. El costo del uso de maquinaria es el precio del alquiler del tractor y su implemento.

#### 3 Insumos

Son los factores de producción que se adicionan a la tierra o la planta para el desarrollo del cultivo. El costo de estos insumos es el precio de mercado que paga el agricultor. En el caso de la fertilización, el agricultor usa estiércol de oveja (guano). Este abono se cotiza de acuerdo a su costo de oportunidad.

#### Beneficios

Es la retribución que un empresario recibe de su actividad empresarial por la toma de decisiones y asumir riesgos (Ballesteros 1975). En el caso del productor agrícola, el beneficio es el autoconsumo valorado a precio de mercado (costo de oportunidad si hubiese vendido en vez de consumido).

Los beneficios (B) son el resultado de la diferencia entre el ingreso total (I) y el costo total (C).

### Ingresos (I)

Los ingresos (I) son las entradas totales provenientes de la venta de un producto. Se determina mediante el precio de venta por la cantidad vendida,

### Costo (C)

El costo (C) es la valoración monetaria de los insumos y factores de producción utilizados en la producción. La valoración se realiza a precio de mercado o a su costo de oportunidad,

$$C = \sum_{j=1}^n P_j * W_j$$

donde,

C es el costo total

$P_j$  es el precio del  $j^{\text{ésimo}}$  insumo

$W_j$  es la cantidad de  $j^{\text{ésimo}}$  que interviene en la producción

# Materiales y Métodos

## Descripción del area de estudio

### Localización

El estudio se llevo a cabo en la Comunidad de San Jose Llanga. Esta se ubica en el Altiplano Central, Provincia Aroma, Canton Umala, Departamento de La Paz. La Comunidad se halla a una altitud que oscila entre los 3,730 y 3,785 m s n m. Tiene una superficie aproximada de 7,200 ha distribuidas en seis zonas: Espiritu Willq'ri, Inkamaya, T'olathia, Barrio, Savilani y Callunimaya. El pueblo mas importante y cercano a San Jose Llanga es Patacamaya (17 km SO). Ambos se conectan a traves de un camino de terraplen.

### Características Físicas

#### 1 Suelos

La Comunidad de San Jose Llanga presenta suelos de tipo arenoso con un metro de profundidad (Karpoff 1968). Esta característica de los suelos le confiere una capacidad limitada de retención de agua. Miranda (1994) describe a los suelos de la comunidad (area agricola) como arenosos. La profundidad de la capa de arena disminuye de acuerdo a la altitud de la zona. La cantidad de nutrientes en general es baja, al igual que la de materia organica.

#### 2 Clima

La zona se caracteriza por un clima frio. La temperatura media anual es de 10.7°C con fluctuaciones entre -0.6°C y 17.4°C. Las temperaturas inferiores a 0°C se producen con mayor frecuencia durante los meses de abril a septiembre. Pueden totalizarse 105 dias de heladas (MACA y USAID 1978). La zona presenta sequias severas y ciclicas, cuya ocurrencia sugiere ciclos de sequia cada 10 años (Morales 1992). Las precipitaciones pluviales se concentran de octubre a febrero.

Las temperaturas bajas producen problemas fisiologicos en la planta (reduccion de fotosintesis). Entonces hay un menor crecimiento vegetativo. Este fenomeno afecta al crecimiento y desarrollo de los tuberculos (Huerta 1987).

Las heladas son el principal riesgo que enfrenta la agricultura en la zona. Las mas dañinas se presentan entre junio y octubre. El riesgo de daño por heladas es mayor al 20% en febrero, marzo y noviembre, y mayor al 50% entre mayo y septiembre. Las heladas tempranas se producen entre enero y marzo (epoca de floracion de la papa). Mas dañino que la misma helada parece ser el cambio brusco de temperaturas que se da al amanecer (Morales 1992). La zona tambien presenta precipitaciones en cinturones angostos en forma de granizo. Rara vez son lo suficientemente anchos para dañar todas las plantaciones de la comunidad.

El año agrícola empieza con la llegada de las primeras lluvias, junto a la última helada de primavera y la primera helada de otoño. El agricultor de la zona depende en alto grado del clima. Para reducir estos efectos se siembra en varias parcelas ubicadas en diferentes lugares y a distintas alturas, y utilizando variedades de semillas con diferente grado de resistencia a los fenómenos naturales.

### **3 Topografía y vegetación**

La Comunidad está demarcada en dos zonas de producción: a) los campos en descanso (CADES), donde se encuentra el área agrícola y b) los campos nativos de pastoreo (CANAPAS). Los pastizales son los prados permanentes que cubren las zonas inundables y saladas. Los suelos en su mayor parte están cubiertos por una alfombra continua de gramíneas y arbustos.

En el área agrícola de la zona de secano se cultiva papa, quinua (*Chenopodium quinoa*) y trigo para el consumo familiar, y cebada para la alimentación del ganado. En esta área se combina la agricultura con la ganadería en la mayor parte del año.

## **Factores sociales y económicos**

### **1 Población**

La población de la comunidad se constituye por 642 pobladores (98 familias) (Cuadro 4). La mayor parte de los agricultores habla el castellano y el aymara. La muestra de este estudio es de 36 familias con un total de 184 personas (41% hombres y 59% mujeres). El 74% de las personas en la muestra son mayores de 6 años. Este rango considera la población económicamente activa. De la población económicamente activa el 40% son hombres y el 60% mujeres.

### **2 Tenencia de ganado**

Todas las unidades familiares tienen ganado ovino, bovino y equino (burros). El 88% posee menos de 6 vacas. En promedio, el 72% tiene 45 ovinos y 2 asnos.

### **3 Uso de la tierra**

La tierra es controlada individualmente. La parcelación ocurre por la distribución hereditaria. Actualmente existen pequeñas extensiones de tierra comunal improductivas donde no crece ningún tipo de vegetación.

### **4 Sistemas de cultivos**

En la Comunidad se practica la rotación de cultivos alternada con períodos de descanso<sup>5/</sup>

---

<sup>5/</sup> Los ciclos de rotación papa-quinua-ajara (*Chenopodium petiolare*) (42%) y papa-quinua-cebada (42%) son los más practicados entre las familias de la muestra.

Cuadro 4 Distribución de la población de San José Llanga, por familias y por zonas

Zonas	Número de familias en la comunidad		Número de familias en la muestra	
		%		%
Barrio	28	29	7	19
Callunimaya	11	11	5	14
E Willque	11	11	4	11
Incamaya	13	13	8	22
Savilani	20	20	7	19
Tholatia	15	15	5	14
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

Generalmente el cultivo de la papa inicia el ciclo de rotacion El promedio de descanso de la tierra es de 6 años Solo el 17% de las familias permite un descanso de la tierra mayor a 7 años

## Métodos

### Recoleccion de datos

Para el estudio de las condiciones economicas y tecnologicas de la unidad de produccion se hizo un seguimiento del ciclo de produccion del cultivo, desde la preparacion de la tierra hasta la cosecha La informacion se obtuvo mediante encuesta activa en el periodo agricola 1992-1993

### La muestra

La muestra consta de 36 familias (37% de la comunidad), seleccionadas al azar entre la poblacion productora de papas Se obtuvieron datos de 55 parcelas (promedio 1.5 por productor), las que estan distribuidas en tres zonas de la comunidad<sup>6/</sup> El 61% siembra solo una parcela y el 39% dos o mas parcelas

### Método de analisis

#### Funcion de costos de produccion de papa

Las leyes de produccion invariablemente se traducen en leyes de costos Una funcion de produccion o relacion de produccion necesariamente implica una relacion de costos

<sup>6/</sup> De las seis zonas de la comunidad solo Barrio Inkamaya y Espiritu Willq 1 son aptas para el cultivo de la papa

Cuando se define la función de producción en términos de un determinado número de variables se espera que tasas mayores de producción (output) permitan la especialización de los factores (input). Esto da lugar al fenómeno económico denominado *economías de escala*.

Una función de producción o de costos se estima para: a) determinar si la producción actual obedece las leyes de producción; b) identificar los rangos de la función de producción en la que opera el agricultor, y c) probar la teoría económica de las funciones de costos y producción.

La función de costos muestra que para cualquier combinación de precios de los factores de producción y para cualquier nivel de producción el costo mínimo en que incurre el agricultor es,

$$C = c(\text{PRODUCCION}, P_{\text{FACTORES}}) \quad (1)$$

Cuando existe limitación de datos es necesario estimar los costos como función de la producción y de los precios de los factores de producción. Las observaciones son series de tiempo para un agricultor específico. También, se puede obtener de datos transversales de agricultores comparables. Este método es equivalente a estimar la función de costos indirectamente de la función de producción en base a la teoría de la *dualidad*<sup>71</sup>.

Para la estimación se utilizan datos de costos de producción, cantidad producida e índices de precios de mano de obra, fertilizante y maquinaria. La forma funcional de la Ecuación (1) es

$$C = A Q^a P_{MO}^{b_{MO}} P_{FER}^{b_{FER}} P_{MAQ}^{b_{MAQ}} \quad (2)$$

Para la estimación de la Ecuación (2) se usa el modelo de *variables transformadas*, tomando logaritmos naturales,

$$\ln C = b_0 + b_a \ln Q + b_{MO} \ln P_{MO} + b_{FER} \ln P_{FER} + b_{MAQ} \ln P_{MAQ} \quad (3)$$

---

<sup>71</sup> Para toda función de producción

$$Q = q(I_1, I_2, \dots, I_n)$$

existe una función de costos

$$C = c(Q, p_1, p_2, \dots, p_n)$$

y viceversa. Esta relación es la *dualidad* de las funciones de costo y producción (Varian 1992)

En la Ecuación (3),

ln	logaritmo natural
C	costos en Bs/ha
Q	produccion en qq/ha
P <sub>MO</sub>	precio de la mano de obra en Bs/jornal
P <sub>FER</sub>	precio del fertilizante en Bs/qq
P <sub>MAQ</sub>	precio de la maquinaria en Bs/ha
b <sub>i</sub>	coeficientes a ser estimados, i=0,a MO,FER,MAQ

### La funcion de costos COBB-DOUGLAS

Considerando la funcion de produccion Cobb-Douglas,

$$Q = B \prod_{i=1}^n I_i^{b_i} \quad (4)$$

$$= B MAQ^{b_{MAQ}} MO^{b_{MO}} FER^{b_{FER}}$$

La maximizacion de ingreso neto implica que el agricultor

- 1 maximiza Q sujeto a un nivel de C, o
- 2 minimiza C para un determinado nivel de Q

Matematicamente, para el problema de maximizacion de la produccion se plantea la funcion del Multiplicador de Lagrange (Varian 1992),

$$\mathcal{L} = B * I_{MAQ}^{b_{MAQ}} * I_{MO}^{b_{MO}} * I_{FER}^{b_{FER}} + \lambda (C - P_{MAQ} * I_{MAQ} - P_{MO} * I_{MO} - P_{FER} * I_{FER}) \quad (5)$$

donde,

I <sub>i</sub>	Son los factores de produccion
P <sub>i</sub>	Son los precios de los factores de produccion i=maquinaria (MAQ) mano de obra (MO) y fertilizante (FER)

Las condiciones de primer orden para la maximizacion son,

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial I_i} = \frac{b_i}{I_i} * Q - \lambda P_i = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = C - \sum_{i=1}^3 P_i * I_i = 0$$

Resolviendo simultaneamente las condiciones de primer orden se obtienen las expresiones de la demanda derivada de los factores  $l_i(Q, P_i)$  y el costo marginal  $\lambda(Q, P_i)$

El costo total de produccion es,

$$\sum_{i=1}^3 P_i \cdot l_i = \sum_{i=1}^3 \frac{b_i Q}{\lambda P_i} \quad (7)$$

Entonces, la produccion del costo atribuible al  $i^{\text{esimo}}$  factor de la produccion es

$$\frac{P_i l_i}{\sum_{i=1}^3 P_i l_i} = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^3 b_i} = b_i \quad (8)$$

Esta derivación provee la base para la estimacion del modelo de regresion. El modelo a estimarse es

$$\ln C = b_0 + b_a \ln Q + \sum_{i=1}^3 b_i \ln P_i + \epsilon_i \quad (9)$$

## Resultados y Discusión

### El cultivo de la papa

En la comunidad de San Jose Llanga el cultivo de la papa se produce una vez al año, por ser un cultivo de secano. El ciclo productivo abarca los meses de octubre a junio y su calendario agrícola depende del arribo de las lluvias.

Las familias recurren principalmente a dos sucesiones de cultivos: a) descanso-papa-quinua-ajara-descanso y b) descanso-papa-quinua-cebada-descanso. En todas las sucesiones de cultivos observadas el ciclo se inicia con el cultivo de la papa. No se asocia con otro cultivo. Sin embargo, en la siembra se mezclan diferentes variedades entre nativas y mejoradas en una misma parcela. En la comunidad no se observa el uso de las *aynocas*<sup>8/</sup>.

### Preparación de la tierra

La preparación de la tierra se realiza mediante roturación, generalmente ocho meses antes de la siembra (febrero a mayo). El roturado se efectúa a una profundidad de 15 a 25 cm. Esto proporciona aireación al suelo y facilita la retención de agua y la incorporación de residuos vegetales, mejorando la calidad del suelo.

La primera cruzada de arado (*kollin*) se efectúa entre febrero y marzo en los CADES. La segunda cruzada (barbecho) se efectúa entre abril y mayo. Luego se espera hasta octubre para permitir una adecuada descomposición de los residuos vegetales. La preparación de la tierra se realiza con tractor y/o yunta. La yunta permite trabajar un solo surco a la vez, por lo que su capacidad de laboreo es limitada.

En el año agrícola 1991-1992 (febrero a junio) por la falta de lluvias al momento de la preparación del terreno (febrero a mayo) una parte de los agricultores no realizaron esta labor<sup>9/</sup>. Las primeras lluvias llegaron a mediados de octubre, poco antes de empezar la siembra.

El poco tiempo disponible para la siembra no permitió el uso de tracción animal. Solo se utilizó tractor. El resto de los agricultores recurrió al *cuti*<sup>10/</sup> (Cuadro 5).

---

<sup>8/</sup> Es una agrupación de parcelas continuas que se cultivan individualmente por la mayoría de las familias de una comunidad. Todas las tierras de la *aynoca* tienen que ser cultivadas en el mismo año con el mismo cultivo, la misma rotación, para luego entrar al descanso al mismo tiempo.

<sup>9/</sup> La precipitación media de febrero a mayo para el periodo 1951-1978 fue de 36 mm. En el año agrícola 1991-1992 fue de 19 mm (Morales 1992).

<sup>10/</sup> Siembra del mismo cultivo del año anterior (papa) en la misma parcela. De esta manera se aprovechan los nutrientes no absorbidos por la destrucción del cultivo anterior, debido a la ocurrencia de fenómenos meteorológicos que causan la pérdida casi total del cultivo.

Cuadro 5 Uso de instrumentos en la preparación de la tierra San José Llanga

ACTIVIDAD	YUNTA		TRACTOR	
	Número de parcelas	(%)	Número de parcelas	(%)
Arado	20	36	35	64
Limpieza	0	0	35	100

La elección de tractor para la preparación de la tierra dependió de la disponibilidad de dinero y del contenido de humedad del suelo. Cuando se utilizó yunta el total de la mano de obra fue familiar. El 95% de la mano de obra utilizada por el agricultor en esta etapa era contratada, debido al uso de tractor. El precio del jornal incluía el precio del uso del tractor. La mano de obra para la limpieza de las parcelas roturadas fue cubierta por la misma familia.

### Siembra

La siembra de papa se realizó en tres zonas de la comunidad: Barrio (25 parcelas), Inkamaya (24) y Espíritu Wilq'i (4). En el año agrícola 1992-1993 se sembró entre noviembre y diciembre. En un año normal se la realiza entre octubre y noviembre. En el 71% de las parcelas (39 de 55) se usó yunta y en el 29% restante se usó tractor. Las distancias entre surcos fueron de 58-90 cm y entre plantas de 35-73 cm (densidad de siembra 34 798-44 460 plantas/ha). La cantidad de semilla utilizada fue de 8 qq/ha de distinta variedad.

La siembra con tractor requirió en promedio 6 personas/3 hrs. La siembra con yunta se realizó en 4 días con un total de 12 personas/ha. El 94% de las familias usó mano de obra familiar. El restante 6% contrató jornaleros de la misma comunidad. Se les pagó Bs 6/jornal.

#### 1 Uso de semilla

La semilla utilizada en la producción es clasificada en variedades dulces (nativas y mejoradas) para el consumo familiar y la venta, y variedades amargas para la elaboración de chuño. En un 91% de las parcelas se usaron variedades mejoradas. En un 78% se mezclaron semillas nativas y mejoradas. En un 9% se utilizaron solo semillas nativas<sup>11/</sup>

<sup>11/</sup> La distribución de las variedades se realiza por días de siembra o por surcos (estrategia para reducir riesgos). El mismo agricultor sembró en la zona de Inkamaya 10 surcos de *Sani umilla* y 14 de *Sacampaya*. Por ejemplo, un agricultor sembró en Espíritu Wilq'i 10 surcos de la variedad *Sani umilla*, 22 de *Alpha* y 20 de *Kullu* (1 día de siembra).

Las variedades nativas tienen ciclos vegetativos largos (5 a 6 meses) y rusticidad para resistir heladas, granizos y sequías. Se adaptan a suelos con poca fertilidad. Tienen un alto periodo de dormancia y resisten bien las condiciones de almacenamiento por tiempos prolongados.

Las variedades mejoradas tienen periodos vegetativos cortos (3 a 4 meses). Requieren insumos de tecnología moderna para la obtención de altos rendimientos. Por su precocidad pueden escapar a la acción de ciertos factores climáticos adversos (heladas y sequías) que ocurren al comienzo y al final del periodo de cultivo. Son resistentes a enfermedades y plagas. Tienen un alto grado de precocidad en la maduración. Responden positivamente a la utilización de fertilizantes químicos.

La más utilizada de las semillas dulces fue la variedad *Sacampaya* (18% de parcelas). Entre las amargas fue la variedad *Kullu* (45%) y entre las mejoradas fueron *Sani imilla* y *Alpha*. Las variedades nativas que ocuparon una mayor área cultivada fueron *Sacampaya* (2 091m<sup>2</sup>) y *Sultana* (2 086m<sup>2</sup>). Entre las mejoradas dulces fueron las variedades *Sani imilla* (1 823m<sup>2</sup>) y *Alpha* (1 796m<sup>2</sup>) (Cuadro 6).

El 89% de la semilla utilizada es la semilla reservada de la cosecha del año anterior. Algunos agricultores adquieren la semilla en el mercado de Patacamaya<sup>12/</sup>

## 2 Fertilización

En la fertilización se usan fertilizantes químicos y orgánicos (guano)<sup>13/</sup>. La aplicación se realiza en la siembra y al momento del aporque. Los más utilizados en la siembra son el 18-46-00 y la urea (45-00-00)<sup>14/</sup>. El guano se aplica en cantidades de 18.5 qq/ha, con una variación de 9.6 qq/ha a 27 qq/ha.

Un total de 23 agricultores usó fertilizantes químicos (74% de las parcelas), 8 usaron combinación guano-fertilizantes (13%), y solo 5 agricultores usaron exclusivamente guano (13%). La dosis de fertilizante fue de 1.2 qq/ha.

### Labores culturales

- **Aporque** Se realiza solo con yunta un mes después de la siembra. Se requieren 2 personas/2 días para 1 ha.

---

<sup>12/</sup> En Patacamaya se realiza una feria dominical donde el agricultor compra y vende productos.

<sup>13/</sup> El guano contiene menos nutrientes que una fórmula química. Con él se conservan y recuperan los suelos. El fertilizante químico contiene las cantidades de nutrientes necesarias para los cultivos, pero no se logran alcanzar los beneficios derivados del uso del guano (FAO 1982).

<sup>14/</sup> Fórmulas comerciales que significan que el fertilizante contiene 18% de nitrógeno, 46% de fósforo y 0% de potasio. La urea contiene 45% de nitrógeno, únicamente.

Cuadro 6 Extensión sembrada por variedades de papa en San José LLanga

Variedad	Número de parcelas [%]	Promedio área sembrada m <sup>2</sup>	Precio Bs/pp
<b>Mejoradas</b>			
Sani Imilla <sup>1/</sup>	43 [74]	1 823 (1068)	52
Alpha	32 [58]	1 796 (1796)	60
<b>Nativas</b>			
Sacampaya	10 [18]	2 091 (1321)	32
Sultana	5 [9]	2 086 (728)	36
Kullu	25 [45]	1 819 (1265)	36
Sacko	6 [11]	1 649 (1649)	36
Sutamari	7 [13]	1 627 (861)	40
Pituaya	4 [7]	1 444 (921)	36
Roja	4 [7]	1 376 (1071)	40
Isla	2 [4]	938 (1600)	40
Ajawiri	4 [7]	733 (448)	40
Luki	3 [5]	238 (486)	36

<sup>1/</sup> Variedad nativa mejorada en estaciones experimentales del país  
Números en paréntesis son desviaciones estandar

- **Deshierbe** La realiza una sola persona durante seis días Se trata de evitar que la yerba use las nutrientes necesarias para el tuberculo
- **Fumigacion** Se aplica en dosis de 1 lt/ha De acuerdo a la recurencia de la plaga se aplica entre una o dos veces En la gestion agricola 1992-93 se aplico una sola vez<sup>15/</sup> Los productos comerciales usados fueron Folidol y Tamaron La mano de obra requerida fue de una persona por un dia

<sup>15/</sup> La plaga mas conocida es la polilla de la papa (phthorimaea operculella) En principio el daño lo realiza en el follaje y luego en el tuberculo donde perfora y abre galerias interiores

## Cosecha

La cosecha (anual) se inicio alrededor de los 180 dias despues de la siembra En el año agrícola 1992-93 se cosecho entre abril y junio Generalmente se empieza con las variedades mejoradas y se termina con las nativas Existen dos razones para ello La primera porque las variedades mejoradas maduran mas rapido (periodo vegetativo corto), y segundo por que estas son destinadas principalmente al mercado En promedio se necesitan 24 jornales para cosechar una hectarea El Cuadro 7 es un resumen de la tecnologia utilizada en la produccion de papa

Cuadro 7 Clasificación de tecnología utilizada en el cultivo de la papa, por parcela San José Llanga

ACTIVIDAD	MODERNA		TRADICIONAL	
	Insumo o Implemento	% de Parcelas	Insumo o Implemento	% de Parcelas
Preparación de la Tierra	Tractor	36	Yunta	64
Siembra	Tractor	29	Yunta	71
Semilla	Mejorada	91	Nativa	87
Fertilización	Químico	87	Orgánico	25
Insecticidas	Químico	100	Químico	100

## Costos de producción

Para la valoración de los recursos propios del agricultor se utilizo la metodología de costeo basada en el concepto de costo de oportunidad (lo que se hubiese tenido que pagar si es que el recurso hubiese tenido que ser adquirido en una transacción de compra y venta) (Mayer et al 1992) Este metodo se uso en el caso de mano de obra, forraje para animales semilla y guano Para el costeo del tractor se considero el alquiler dentro de la comunidad

Los costos de producción por tecnología consideran dos grupos de tecnologías *pura* (parcelas que utilizaron combinación exacta de insumos tecnológicos modernos o tradicionales) y *combinada* (parcelas que utilizaron combinación de insumos tecnológicos modernos y tradicionales)

### Costos de producción con *tecnología pura*

Se agrupa a 15 parcelas (3 con tecnología tradicional y 12 con tecnología moderna) Los Cuadros 8 y 9 son resúmenes de los costos de producción incurridos en la producción de papa con el uso de tecnologías puras moderna y tradicional

Cuadro 8 Costos de producción del cultivo de la papa con el uso de tecnología moderna San José Llanga

Rubros	Unidad	MODERNA			
		Cantidad	Valor Unitario Bs/ha	Costo Total Bs/ha	%
<b>1 Preparación del terreno</b>					
Primer arado	días	1	114	114	7
Mano de obra	jornal	1	3	3	0
Limpieza	jornal	7	6	42	2
<b>2 Siembra</b>					
Semilla	qq	7 5	56	420	25
Mano de obra	jornal	7	3	21	1
Fertilizante	qq	1 2	100	120	7
Surcado	días	1	117	117	7
Transp semilla	qq	7 5	0 3	2	0
<b>3 Labores Culturales</b>					
Aporque					
Yunta	jornal	2	18	36	2
Mano de obra	jornal	2	6	12	1
Deshierbe					
Mano de obra	jornal	10	6	60	4
Fertilización					
Mano de obra	jornal	1	6	6	0 4
Fertilizante	qq	0 25	100	25	2
Fumigación					
Mano de obra	jornal	1	6	6	0 4
Insecticida	litro	1	37 5	38	2
<b>4 Cosecha</b>					
Mano de obra	jornal	41	13	533	32
<b>5 Selección</b>					
	jornal	11	6	66	4
<b>6 Transp casa</b>					
	qq	28	0 25	7	0 4
<b>7 Trans mercado</b>					
	qq	56	1	56	3
<b>COSTO TOTAL</b>	Bs/ha			1683	100
<b>Rendimiento</b>	qq/ha	56			
<b>INGRESO TOTAL</b>	Bs/ha	56	52	2912	
<b>INGRESO NETO</b>	Bs/ha			1231	

El costo elevado de la semilla mejorada (40% mas que el costo de la semilla nativa) se justifica por la producción elevada que se consigue con ella. En promedio se espera obtener una producción 40% mayor con el uso de semillas mejoradas que con el de semillas nativas en las condiciones de San José Llanga.

Los gastos en el control de plagas incluyen el costo del insecticida y la mano de obra para su aplicación. La preferencia de uso de uno u otro insecticida depende de la severidad de la plaga (el Tamarón es un insecticida poderoso para el control de insectos).

Cuadro 9 Costos de producción del cultivo de la papa con el uso de tecnología tradicional San José Llanga

Rubros	Unidad	TRADICIONAL			
		Cantidad	Valor Unitario Bs/ha	Costo Total Bs/ha	%
<b>1 Preparación del terreno</b>					
Primer arado	jornal	5	18	90	9
Segundo arado	jornal	5	18	90	9
Mano de obra	jornal	10	6	60	6
Limpieza	jornal	7	6	42	4
<b>2 Siembra</b>					
Semilla	qq	7 5	40	300	31
Mano de obra	jornal	16	6	96	10
Guano	qq	18 5	0 5	9	1
Surcado	días	4	18	72	7
Transp semilla	qq	7 5	0 25	2	0
Transp guano	qq	18 5	0 25	4 5	0
<b>3 Labores Culturales</b>					
Aporque					
Yunta	jornal	2	1	36	4
Mano de obra	jornal	2	6	12	1
Deshierbe					
Mano de obra	jornal	6	6	36	4
Fertilización					
Mano de obra	jornal	1	6	6	1
Fertilizante	qq	0 25	100	25	3
Fumigación					
Mano de obra	jornal	1	6	6	1
Insecticida	litro	1	20	20	2
<b>4 Cosecha</b>					
Mano de obra	jornal	6	8	48	5
<b>5 Selección</b>					
	jornal	2	6	12	1
<b>6 Transp casa</b>					
	qq	6	0 25	0 75	0
<b>7 Trans mercado</b>					
	qq	6	1	6	1
<b>COSTO TOTAL</b>	Bs/ha			973	100
<b>Rendimiento</b>	qq/ha	14			
<b>INGRESO TOTAL</b>	Bs/ha	14	32	448	
<b>INGRESO NETO</b>	Bs/ha			-525	

Hay gran diferencia de costos en la mano de obra entre las dos tecnologías. Los que utilizaron tecnología moderna requirieron 35 jornales adicionales (6 veces más que los que usaron tecnología tradicional). En promedio una persona cosecha 1 5 qq/jornal.

El costo del uso de tecnología moderna fue 73% más caro que el de tecnología tradicional. La mano de obra (32% tradicional y 44% moderna) y la semilla (30% y 16%) fueron los rubros de mayor contribución al costo de producción. Juntos semilla, mano de obra, preparación del terreno y siembra representaron el 93% y 85% de los costos (tecnología tradicional y moderna respectivamente) (Cuadro 10).

Cuadro 10 Contribución de los factores al costo total de producción de papa, con *tecnología pura* San José Llanga

Actividad	n=3	n=12
	Tradicional <sup>2</sup>	Moderna <sup>3</sup>
	%	%
Mano de obra	32	44 <sup>1</sup>
Semilla nativa	31	
Semilla mejorada		25
Yunta	30	
Tractor		16
Insecticida	2	2
Guano	4	
Fertilizante		9
Transporte	1	4
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup> El alto porcentaje de mano de obra se debe a su uso en la cosecha (no mecanizada)  
<sup>2</sup> Uso de semilla nativa, yunta y guano  
<sup>3</sup> Uso de semilla mejorada, tractor y químicos

El precio recibido por la papa mejorada es 63% más alto que el recibido por las variedades criollas. Existe un 73% de costo adicional, resultante del uso de tecnología moderna, que genera un ingreso adicional del 5 500%. O sea el costo adicional (Bs 708/ha) genera un ingreso adicional de Bs 2,462/ha. Esto representa un retorno a la inversión del 24%. En otras palabras, el adoptar la tecnología genera un incremento de ingreso del 5 500% al costo de un gasto adicional del 73% en relación al ingreso y los costos de la tecnología tradicional.

### Beneficios

Con el sistema de producción moderno se obtiene un beneficio promedio de Bs 1,231/ha (Cuadro 9) mientras que con el sistema tradicional se obtiene una pérdida de Bs 525/ha<sup>16/</sup> (Cuadro 10). Los productores que innovaron su sistema de producción obtienen mayores utilidades. En la relación costo-rendimiento el costo de producir un quintal de papa es mayor para los agricultores que utilizan tecnología tradicional (Bs 69 5/qq) que para los que utilizan tecnología moderna (Bs 30 2/qq).

<sup>16/</sup> El beneficio promedio considera tres parcelas. El método de costeo utilizado considera el costo de oportunidad de la mano de obra, guano y otros factores de producción cuyo uso no representa una erogación en efectivo para el agricultor.

La pérdida en la producción de papa con tecnología tradicional resulta de la aplicación del método de cálculo de costos. Al valorar la mano de obra a su costo de oportunidad se asume que el agricultor realiza un pago por este factor. Sin embargo, en este análisis, el agricultor obtiene sus ingresos de la venta de su producción. El ingreso que percibe el agricultor es la cantidad de dinero que obtiene como resultado de la actividad agrícola. Este dinero es el que el jefe de familia destina para uso y beneficio de la unidad económica familiar. Por tanto, no corresponde imputar salarios u otros pagos por el trabajo familiar.

Si no se considera el costo de la mano de obra (32%) el costo de la producción se reduce a Bs 662/ha. Si no se considera el costo del uso de yunta (30%) el costo de producción sería de Bs 463/ha (Cuadro 11). Entonces, se puede decir que el costo de producción con tecnología tradicional es aproximadamente igual a sus ingresos (448Bs/ha). Si el costo de los *recursos base* del agricultor se valora en cero (exclusión del costo de oportunidad), el costo de producción se altera (Recuadro).

	Costo de Oportunidad		Pago en efectivo
	Bs/ha	Bs/ha	Bs/ha
<b>Preparación del terreno</b>		282	0
Yunta	180		
Mano de obra	102		
<b>Siembra</b>		484	0
Semilla	300		
Mano de obra	96		
Guano	9		
Transporte	7		
Yunta	72		
<b>Labores culturales</b>		96	45
Yunta	36		
Mano de obra	60		
Fertilizante	0		25
Insecticida	0		20
<b>Cosecha</b>		48	
Mano de obra	48		0
<b>Otros</b>	19	19	
<b>TOTAL</b>		<b>929</b>	<b>45</b>

Cuadro 11 Beneficio por tecnología utilizada con costos de mano de obra y yunta San José LLanga

RUBRO	Tradicional	Moderna
Ingreso Neto	448	2912
Costo + Mano de obra	973	1681
Costo - Mano de obra <sup>1</sup>	662	400
Costo - Mano de obra - Yunta	463	
Beneficio + Mano de obra	-214	2512
Beneficio + Mano de obra + Yunta	-15	
<sup>1</sup> 32% producción tradicional y 44% producción moderna		

Si se valora la producción (14 qq/ha) a precios de mercado (Bs 32/qq), se obtiene un ingreso de Bs 448/ha. Si el costo total (pago en efectivo incurrido) es Bs 45/ha el beneficio será Bs 403/ha. Este beneficio es el ingreso que se apropia el agricultor para pagar sus *recursos base* y para el uso en el seno de la unidad familiar.

Puede decirse que el agricultor tradicional produce para el autoconsumo y, al momento de la cosecha, vende parte de la producción únicamente para recuperar los gastos en efectivo en los que incurrió. Así se explicaría el por qué el agricultor produce con la tecnología disponible y se mantiene produciendo, a pesar de que *contablemente* pierde.

En un año bueno se espera que la producción sea elevada (30 qq/ha)<sup>17/</sup>. En esas condiciones el productor podría inclusive vender y almacenar.

#### Costos de producción con *tecnología combinada*<sup>18/</sup>

Una mayoría de los agricultores de San José LLanga no usan la *tecnología pura* sino que realizan una mezcla de componentes de las dos tecnologías<sup>19/</sup>. El total de las parcelas de la muestra se agrupó en dos. En las parcelas tradicionales (22) se utilizaron más de dos insumos tradicionales. En las modernas (33) se utilizaron más de dos insumos modernos (Cuadro 12).

<sup>17/</sup> Es la producción esperada por el agricultor. De acuerdo a conversaciones con los comunarios la siembra de papa la realizan con la expectativa de lograr por lo menos este nivel de rendimiento.

<sup>18/</sup> Para el cálculo de costos y beneficios se siguió la misma metodología y se adoptó la misma estructura de costos como en el caso de *tecnología pura* (Cuadro 6.1).

<sup>19/</sup> Por ejemplo, un agricultor preparó la tierra con tractor, sembró con yunta, usó semillas nativa y mejorada, y utilizó solamente abono orgánico. Otro agricultor en su parcela no realizó la preparación de la tierra, sembró con yunta, usó semillas nativa y mejorada y fertilizante.

Cuadro 12

Area sembrada, costos, ingreso y beneficios de la producción de papa, según *tecnología combinada*

	Area Sembrada	Costo (Bs/ha)	Ingreso (Bs/ha)	Beneficio (Bs/ha)
<b>TECNOLOGIA MODERNA (n=33) (60%)</b>				
Promedio	0 50	702	1684	982
Máximo	1 00	1511	4990	3646
Mínimo	0 25	315	166	-201
Desv estandar	(0 19)	(341)	(1273)	(968)
<b>TECNOLOGIA TRADICIONAL (n=22) (40%)</b>				
Promedio	0 41	464	895	431
Máximo	0 50	960	2960	2000
Mínimo	0 07	105	36	-336
Desv estandar	(0 14)	(242)	(880)	(685)

Si en cada caso se descuentan los costos de oportunidad, en ninguna de las tecnologías se obtiene perdidas. La mano de obra también es el de mayor contribución en ambas tecnologías, seguido por la semilla. Aquí la yunta (9%) no representa mayor contribución al costo (9%). El guano es 2.5 veces más importante como componente de los costos (10%) en *tecnología combinada*, respecto de su importancia en *tecnología pura* (Cuadro 13).

Cuadro 13

Contribución de factores al costo total de la producción de papa, con *tecnología combinada* San José Llanga

Actividad	n=22 Tradicional %	n=33 Moderna %
	Mano de obra	41
Semilla nativa	35	
Semilla mejorada		28
Yunta	9	
Tractor		12
Insecticidas	3	3
Guano	10	
Fertilizante		10
Transporte	1	1
<b>Total</b>	<b>199</b>	<b>100</b>

n Parcelas clasificadas según el tipo de tecnología

### Función de costos de producción de papa para San Jose Llanga

El resultado de la estimación del modelo de regresión (Ecuación 3), utilizando el programa estadístico SAS (SAS Institute 1988), es

$$\ln C = 6.394^{**} + 0.274^{**} \ln Q + 0.012 \ln P_{FER} - 0.102 \ln P_{MAQ} - 0.152 \ln P_{MO} \quad (10)$$

$(19.68) \quad (6.51) \quad (-0.49)$   
 $(-1.16) \quad (-1.85)$

numeros en parentesis son valores  $t$  para  $H_0: b=0$

significación estadística al 99% y 90% respectivamente

$F_{\text{CALCULADO}} = 32.231 \Rightarrow \text{Valor } p = 0.0001$

$R^2 = 0.7246$

La función de costos para la producción de papa en San Jose Llanga se obtiene tomando antilogaritmos de la Ecuación 10

$$C = 598.24 Q^{0.274} P_{FER}^{-0.012} P_{MAQ}^{-0.102} P_{MO}^{-0.152} \quad (11)$$

La suma de los coeficientes de  $P_{FER}$ ,  $P_{MAQ}$  y  $P_{MO}$  ( $0.012 + 0.102 + 0.125$ ) es  $0.266$ . Este valor ( $0.266 < 1$ ) indica que un aumento proporcional en todos los precios produciría un aumento de los costos menos que proporcionalmente<sup>20/</sup>. Esto se explica por el método de costeo utilizado. Los índices de precios de los factores se calcularon utilizando el costo de oportunidad de aquellas actividades e insumos que no representan desembolso de efectivo al agricultor. Entonces, una subida de precios de los insumos elevaría el costo de producción en menor proporción que la proporción de aumento de los factores de producción porque el agricultor estaría dispuesto a vender el factor antes que autoconsumirlo.

<sup>20/</sup> La función de producción es homogénea de grado  $< 1$ . Es decir, una duplicación de precios de los factores de producción produciría un incremento en el costo de producción menor que el doble.

Utilizando la teoría de la dualidad se ve esta forma de estimación de costos asume una tecnología de producción que sigue la forma de la función de producción Cobb-Douglas con los coeficientes de los factores iguales a

$$\frac{b_{FER}}{a} = \frac{0.012}{0.274} = 0.044$$

$$\frac{b_{MAQ}}{a} = \frac{0.102}{0.274} = 0.372$$

$$\frac{b_{MO}}{a} = \frac{0.152}{0.274} = 0.555$$

Significa que la función de costos describe la función de producción de la forma,

$$Q = B * FER^{0.044} MAQ^{0.372} MO^{0.555} \quad (12)$$

donde  $B$  es la influencia de otros factores determinantes del nivel de producción

La suma de los exponentes de los factores cercana a la unidad (0.971) indica que la escala de producción de papa en San José Llanga es de **retornos constantes**. Significa que la producción aumenta en proporción directa con el incremento proporcional de los factores de producción y que estos factores son homogéneos. La determinación empírica de la función de producción modela las expectativas que tiene el agricultor. Al duplicar los factores de producción él espera duplicar la producción. La destreza administrativa es la misma para todos los agricultores en el sentido de que todos manejan igualmente la producción y persiguen la misma estrategia en su afán de reducir riesgos. De otra forma se observarían niveles de escala crecientes o decrecientes.

### Analisis de factores determinantes de los rendimientos

#### Efecto clima (localidad)

Los datos meteorológicos sobre temperatura y precipitación (1992) usados en este análisis corresponden a registros de la Estación Experimental de Patacamaya. Estos pueden considerarse representativos del clima existente en el área de la comunidad.

La producción de la papa depende directamente de la disponibilidad suficiente y oportuna de humedad. La precipitación en el área durante febrero y marzo fue en promedio 51.2 mm y 15.2 mm, respectivamente. Tal precipitación ocurrió durante la etapa de crecimiento de la papa que es cuando el cultivo requería buena humedad para la tuberización y maduración. La temperatura media registrada durante el período vegetativo del cultivo fue de 10°C. Esta no fue la ideal pero no afectó a la fase de tuberización la que ocurrió en el período de enero a marzo.

Durante el ciclo de producción se registraron heladas en los días 7 (-1 3°C) y 8 (-4 5°C) de febrero. Estas temperaturas afectaron los rendimientos en las parcelas (24) localizadas en la zona más elevada (Barrio). La diferencia de rendimientos de estas parcelas (48 qq/ha) respecto a las de Inkamaya (80 qq/ha) y Espiritu Willq'ı (73 qq/ha) representa una pérdida de producción de 23% respecto de la producción media (59 qq/ha) (Cuadro 14)

Cuadro 14 Rendimiento de papa y contenido de materia orgánica, por zonas San José Llanga

Zona	Producción qq/ha	Número de parcelas	Mat orgánica <sup>1</sup> (%)
Barrio	48	24	0 05
Inkamaya	80	24	1 00
E Willq'ı	73	7	1 16
PROMEDIO	59	55	

<sup>1</sup> Miranda 1994

### Efecto suelo

Biologicamente la producción del cultivo está relacionada con la calidad del suelo. Una medida de esta calidad es su contenido de materia orgánica. A mayor contenido de materia orgánica, mayor disponibilidad de nitrógeno para el cultivo y, por tanto, mayor producción. Las mayores producciones de Inkamaya y Espiritu Willq'ı están relacionadas con un mayor contenido de materia orgánica del suelo. Sin embargo, el rendimiento en Inkamaya es de 10% mayor que el de Espiritu Willq'ı a pesar de que el contenido de materia orgánica es 16% menor. Esto indica que la materia orgánica no es determinante, aunque sí importante.

### Efecto tecnológico

#### 1 Preparación de la tierra

El roturado en la preparación de la tierra permite incorporar materia orgánica en el terreno. El uso de maquinaria permite roturar el suelo a mayor profundidad<sup>21/</sup>. La profundidad de roturado es de 25 cm con tractor y 15 cm con yunta.

Esta práctica cultural que sigue al descanso de la tierra explica la diferencia de rendimientos entre los agricultores que utilizaron esta técnica y los que no lo hicieron. El rendimiento en las parcelas (35) donde se roturó fue 72 qq/ha. En las parcelas (20) que no se preparó la tierra fue 43 qq/ha. Esto representa un 67% de incremento de la producción atribuible a la preparación del terreno.

<sup>21/</sup> La mayor profundidad del surcado permite obtener mayor granulación del suelo, lo que facilita la retención de agua y proporciona mayor protección al tubérculo contra los insectos del suelo.

Agrupando parcelas sembradas con tractor, se determina un rendimiento de 73 qq/ha, comparado con el observado en la siembra con yunta de 60 qq/ha. Esto representa un incremento del 21% en la producción.

## 2 Variedad de semilla

Las variedades mejoradas responden positivamente a la utilización de fertilizantes químicos y presentan precocidad en su crecimiento. Las nativas no responden adecuadamente a la fertilización. Con el uso de variedades mejoradas se consigue un incremento de la producción del 44%. El rendimiento de las variedades mejoradas es 42 qq/ha (50 parcelas) contra 29 qq/ha (48 parcelas) de las nativas.

## 3 Fertilización

La cantidad de abono orgánico que se usa en la comunidad es alrededor de 1 ton/ha (18 qq/ha en promedio). Esta cantidad equivale al 4.4% de la dosis recomendada para obtener resultados de fertilización con esta fuente de nutrientes. Una hectárea necesita de 15 a 30 toneladas de guano.

El abono orgánico presenta una baja composición de nutrientes disponibles para la planta. Esta se agrava por su mal manejo (exposición y almacenamiento a la intemperie) que causan una pérdida mayor (30% a 50%) de nutrientes. En cambio, el fertilizante químico está formulado de acuerdo a requerimientos de la planta.

La diferencia en la calidad del fertilizante usado en la producción se expresa en su incremento (94%). Con el uso de guano la producción alcanza a 34 qq/ha (14 parcelas) y con fertilizante químico a 66 qq/ha (48 parcelas) (Cuadro 15).

Cuadro 15 Incrementos de rendimiento, ingreso y costo, según el uso de factores de producción en el cultivo de la papa San José Llanga

LABOR	INCREMENTO					
	Rendimientos		Ingreso		Costo	
	%	Bs/ha	%	Bs/ha	%	
Preparación tierra <sup>1</sup>	67	2575	67	63	54	
Siembra <sup>2</sup>	21	136	22	32	37	
Variedad <sup>3</sup>	44	1190	32	85	48	
Fertilización <sup>4</sup>	98	948	52	74	42	

Incremento de producción (rendimiento) atribuible a

<sup>1</sup> Uso de tractor vs yunta  
<sup>2</sup> Surcado con tractor vs surcado yunta  
<sup>3</sup> Uso de variedades mejoradas vs variedades nativas  
<sup>4</sup> Uso de fertilizante químico vs guano

### Efecto de las interacciones sobre los rendimientos

El efecto geografía, suelo y tecnología asume que la producción de papa ( $Q$ ) es función de

$$Q = f \left( \begin{array}{ll} \text{clima} & [\text{localidad}], \\ \text{suelo} & [\text{materia orgánica}], \\ \text{tecnología} & [\text{fertilizante, semilla, tractor}] \end{array} \right) \quad (13)$$

El análisis considera el efecto de la variación de un factor de producción a la vez. Se considera al factor en cuestión como el único responsable del aumento de la producción ignorando otros factores determinantes de la producción. Sin embargo, en Biología los factores no actúan independientemente sino que existe interacción entre ellos. Por ejemplo, el efecto del contenido de la materia orgánica del suelo está relacionada con la cantidad y tipo de fertilizante usado. Estos dos factores (materia orgánica-fertilizante) a la vez actúan sinérgicamente con el clima (temperatura) aumentando, reduciendo o neutralizando el efecto individual de estos insumos. Así, considerando los efectos marginales en la ecuación (13),

$$\frac{\partial Q}{\partial \text{LOCAL}} = \text{Incamaya} > \text{E Willque} > \text{Barrio} \quad (14)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \text{MAT ORG}} = \text{Incamaya, E Willque} > \text{Barrio} \quad (15)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \text{FERT}} = 0.94 \quad (16)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \text{SEMI}} = 0.44 \quad (17)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \text{PREP}} = 0.62 \quad (18)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \text{SIEM}} = 0.21 \quad (19)$$

Para conocer ese efecto interactivo de factores se usó un modelo de regresión que determine la contribución conjunta de las variables a la variación de la producción

El modelo considera la producción (Q) como función de

$$Q = f \left( \begin{array}{ll} \text{Zona} & [\text{Barrio, E Willq'í, Inkamaya}] \\ \text{Tractor} & [\text{Preparación, zurcado}] \\ \text{Semilla} & [\text{mejorada, nativa}] \\ \text{Fertilización} & [\text{Química, orgánica}] \end{array} \right) \quad (20)$$

La forma funcional es una combinación lineal de los factores considerados como determinantes en los rendimientos,

$$Q = a + b_1 BARR + b_2 EWIL + b_3 PREP + b_4 ZURC + b_5 SMEJ + b_6 SNAT + b_7 FERQ + b_8 FERO + \epsilon_i \quad (21)$$

donde,

<i>Q</i>	Rendimiento en qq/ha
<i>BARR</i>	Barrio
<i>EWIL</i>	Espíritu Willq'í
<i>PREP</i>	Preparación del terreno con tractor
<i>ZURC</i>	Zurcado a la siembra con tractor
<i>SMEJ</i>	Semilla mejorada
<i>SNAT</i>	Semilla nativa
<i>FERO</i>	Fertilizante orgánico
<i>b<sub>i</sub></i>	Coefficientes a ser estimados
<i>e<sub>i</sub></i>	Error de estimación Asume distribución normal $\epsilon \sim N(0, \sigma)$

Los resultados indican que Espíritu Willq'í (*EWIL*) no contribuye significativamente a la determinación de la producción (Cuadro 16). Sin embargo, la contribución marginal de localidad que explica rendimientos coincide con el efecto reportado.

El uso de tractor en la siembra (*ZURC*) no es determinante ( $p=0.872$ ) tampoco el uso de variedades mejoradas (*SMEJ*) o nativas (*SNAT*). La variedad utilizada no contribuye a explicar los rendimientos. El uso del tractor en la preparación del terreno (*PREP*) sí es significativo, en unión con la fertilización química (*FERQ*) cuyos efectos marginales son los más elevados  $\partial Q / \partial PREP = 15.15$  y  $\partial Q / \partial FERQ = 16.73$ .

Los rendimientos de papa son explicados mediante las variables

$$Q = b_0 + b_1 BARR + b_2 PREP + b_3 FERQ \quad (22)$$

Cuadro 16 Estimación del efecto de los factores de producción en los rendimientos de papa San José Llanga

Coficiente $b_i$	Parámetro Estimado	Error Estandar	t para $H_0$ $b_i=0$	Prob> t  Valor p
INTERCEP	40 309	23 313	1 729	0 0905*
BARR	-17 740	10 529	-1 685	0 098*
EWIL	-9 002	17 101	-0 526	0 601
PREP	15 146	11 256	1 346	0 185*
ZURC	1 846	11 407	0 162	0 872
SMEJ	-1 846	22 013	-0 085	0 933
SNAT	8 416	18 441	0 456	0 653
FERQ	16 729	15 135	1 105	0 275*
FERO	6 396	19 373	0 330	0 742
Valor F	1 523		Probabilidad>F	0 175
R <sup>2</sup>	0 209		n	55
	Significación a $t \geq 1$ ( $p \geq 0.27$ )			

La estimación del modelo regresional resulta en,

$$Q = 47.17^{***} - 17.08^{**} BARR + 17.46^{**} PREP + 14.16^* FERQ$$

(3.98)
(1.84)
(1.81)
(1.35)

, , , significacion al 1%, 10% y 19% , respectivamente

numeros en parentesis son valores t

### Productividad de la tierra

La productividad de la tierra o valor de la producción en San José Llanga es el rendimiento por hectárea para la gestión 1992-1993. Para medir las diferencias de productividad de la tierra se divide la productividad observada en cuartiles. Cada cuartil muestra la productividad media dentro de cada grupo.

La productividad de las parcelas incluidas en el primer cuartil (847) es 5.5 veces menor que la productividad de las parcelas incluidas en el cuarto cuartil (4,673). La del cuartil segundo (1,994) es 1.6 veces menor que la del tercer cuartil (2,995). Este agrupamiento muestra el potencial de ingresos que podrían alcanzar las unidades de producción en la comunidad. Las diferencias de valor de la producción se deben a la existencia de diferencias en los rendimientos. Esta diferencia se puede explicar mediante el efecto de las interacciones entre variables.

### Uso de nuevas tecnologías

El uso de innovaciones químicas, biológicas y/o mecánicas están generalizadas en la comunidad. La división en cuartiles de la productividad observada permite medir sus diferencias resultantes de la aplicación de nuevas tecnologías (Cuadro 17).

Cuadro 17 Cuartiles del valor de la producción y rendimientos en el cultivo de la papa San José Llanga

Cuartiles	Valor de la producción <sup>1</sup> (Bs/ha)	Rendimiento (qq/ha)
1	847 (418)	20 (10)
2	1994 (318)	45 (8)
3	2995 (392)	71 (9)
4	4673 (882)	111 (21)
TOTAL	2565 (1509)	61 (36)

<sup>1</sup> Rendimiento (qq/ha) por precio (Bs/qq)  
Números en paréntesis son desviaciones estándar

La cantidad de fertilizante utilizado aumenta a medida que se pasa del primer cuartil al cuarto cuartil. La cantidad de fertilizante usado en el cuarto grupo es mayor en 1.6 veces respecto al primer cuartil. Las parcelas de menor productividad son aquellas que tienen menor grado de adopción de las tecnologías nuevas. Esto coincide con los valores bajos observados en el cuartil uno (Cuadro 18).

Si se usarían tecnologías homogéneas los rendimientos serían similares. Por ejemplo, si se usan solo insumos tradicionales los rendimientos serán mucho más homogéneos entre los agricultores incluidos en un grupo (valores más bajos de desviación estándar respecto a la desviación estándar de la muestra (Cuadro 17)).

Cuadro 18 Tecnología utilizada, por cuartiles de productividad de la tierra San José Llanga

Cuartil	1	2	3	4
	<b>Innovaciones químicas</b>			
% de parcelas que utilizan pesticidas	100	100	100	100
% de parcelas que utilizan fertilizantes	71	100	86	100
Intensidad de la fertilización				
Total de Nitrógeno (kg/ha)	11	13	13	17
Total de Fósforo (kg/ha)	16	19	21	26
Total fertilizantes (kg/ha)	27	32	34	43
% de parcelas donde se fraccionó el N	93	86	93	100
<b>Innovaciones biológicas</b>				
% de parcelas con semilla mejorada	79	93	86	93
<b>Innovaciones mecánicas</b>				
% de parcelas donde se utilizó tractor				
Preparación de la tierra	21	79	79	77
Siembra	21	28	36	31

### Requerimiento de mano de obra

La disponibilidad de mano de obra depende de la composición de la unidad familiar. Su escasez muchas veces no está en relación con el número de hijos. En el sistema tradicional se requieren 49 jornales/ha (325 hrs/ha) y en el moderno se requieren 85 jornales/ha (624 hrs/ha). Esto se explica por el mayor rendimiento de este último sistema de producción (36 jornales adicionales) (Cuadro 19)

Cuadro 19 Requerimiento de mano de obra por hectárea en el cultivo de la papa, según etapas de producción San José Llanga

Actividad	Horas de Trabajo		No de Personas	
	Tradicional	Moderno	Tradicional	Moderno
Arado	70	35	10	1
Limpieza	49	49	7	7
Surcado	88	21	16	7
Aporque	10	10	2	2
abonado	6	6	1	1
deshierbe	48	80	6	10
fumigado	6	6	1	1
caba	48	448	6	56
<b>Total</b>	<b>352</b>	<b>624</b>	<b>49</b>	<b>85</b>
Rendimiento (qq/ha)	14	56	14	56
Productividad mano de obra			45	15

La productividad del trabajo consiste en ahorrar tiempo en un proceso productivo cualquiera. En la preparación de la tierra (arado) y el surcado de la siembra se ahorran 86 horas (12 personas) con el uso de tractor en vez de yunta.

Adicionalmente, si se compara la productividad media de un jornal trabajado en el cultivo de papa por tecnología utilizada, se ve que con tecnología tradicional se requieren 4.5 jornales/ha para producir un quintal de papa. Con tecnología moderna se requieren sólo 1.5 jornales/ha para producir la misma cantidad (Cuadro 19).

### Mano de obra familiar y contratada

La mano de obra utilizada en la Comunidad de San José Llanga es de origen familiar y por contrato. Su contratación proviene de miembros de la misma comunidad y depende de la extensión cultivada, del número de parcelas sembradas, de los rendimientos obtenidos y de la estructura física del suelo.

La totalidad de los agricultores que utilizan tecnología tradicional recurren a la mano de obra familiar. Si bien la contratación de mano de obra se observa entre aquellos agricultores que utilizan tecnología moderna, podría decirse que esta es mínima. La actividad que requiere mayor mano de obra es la cosecha. Para esta misma labor la mano de obra contratada es sólo el 22% del requerimiento total (Cuadro 20).

Cuadro 20. Uso de mano de obra familiar y contratada, por labor en el cultivo de papa. San José Llanga.

Labores	Tecnología Tradicional		Tecnología Moderna	
	Mano de Obra		Mano de Obra	
	Familiar (%)	Contratada (%)	Familiar (%)	Contratada (%)
Preparación de la tierra	100	0	90	10
Siembra	100	0	94	6
Labores culturales	100	0	100	0
Cosecha	100	0	78	22

## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

El área de San José Llanga se caracteriza por ser una zona agrícola donde se practica la agricultura de secano. El calendario agrícola da comienzo de acuerdo al inicio de la época de lluvias.

La producción de papa comprende varias etapas. Luego del periodo de descanso de la tierra, el agricultor prepara la tierra (surcado y limpieza de la parcela), siembra, y practica varias labores culturales (aporque, deshierbe, abonado y fumigado) antes de llegar la época de cosecha. En cada una de estas etapas se recurre a diferentes combinaciones de factores de producción.

En la preparación de la tierra, 36% de los agricultores recurren al uso de yunta y 63% al tractor. En la siembra, el uso de yunta es mayor que el uso de tractor. El uso de semilla mejorada (91% de las parcelas) está difundida en la comunidad. Esta también se combina con semilla nativa (78%) dentro de una misma parcela para minimizar riesgos. Las variedades de papa mejoradas más utilizadas son Sani Imilla (74%) y Alpha (58%). Entre las nativas son Kullu (45%) y Sacampaya (18%). Las que ocuparon mayores extensiones de terreno fueron Sacampaya (2,091 m<sup>2</sup>) y Sultana (2,086 m<sup>2</sup>). La fertilización se hace con abonos químicos (siembra y aporque) y orgánico (siembra).

Se distinguen dos formas de cultivos en la comunidad: *tecnología tradicional* (yunta, semilla nativa y fertilizante orgánico) y *tecnología moderna* (tractor, semilla mejorada y fertilizante químico).

El costo de la producción con tecnología moderna (Bs 1,681/ha) es un 73% más caro que el costo con uso de tecnología tradicional (Bs 973/ha). El rubro más caro es mano de obra (32% con tecnología tradicional y 44% con tecnología moderna). El rendimiento promedio de la producción con tecnología tradicional es 14 qq/ha y 56 qq/ha con tecnología moderna. En la relación costo-rendimiento, el costo por quintal producido es menor para aquellos que usan tecnología moderna.

El beneficio promedio obtenido de la producción con el uso de la tecnología moderna es Bs 1,231/ha y con tecnología tradicional es Bs -525/ha (incluyendo costos de oportunidad). Sin considerar los costos de oportunidad (no son desembolsos en efectivo), ningún agricultor pierde.

Los rendimientos varían según la zona de producción. El rendimiento más bajo (Barrio) fue 48 qq/ha. El más alto (Inkamaya) fue 80 qq/ha. Estos rendimientos están en directa relación con el contenido de materia orgánica de los suelos.

La interacción existente entre los factores de producción indica que la preparación de la tierra con tractor y el uso de fertilizantes químicos en la siembra son los factores de producción más significativos que contribuyen a la explicación de los rendimientos.

Las diferencias de rendimiento observadas en este estudio se deben fundamentalmente al uso de fertilizantes, semillas mejoradas y tractor. La buena preparación del terreno, más el uso de semillas mejoradas y la aplicación de fertilizantes ayudan al desarrollo de la planta y a la explotación del potencial biológico de la especie cultivada.

La adopción o uso de un paquete tecnológico no es total. En general, los fertilizantes no son aplicados en dosis recomendadas, no hay renovación de semillas cada tres años y el tractor y la yunta son combinados en la preparación del suelo y la siembra. La no adopción de un paquete tecnológico en esta comunidad se debe a que el agricultor encara un evidente conflicto con los precios relativos para su toma de decisiones. Por ejemplo, el agricultor tradicional para sembrar con tractor debe incurrir en un gasto incremental (inversión) del 37% para obtener tan solo un 22% de incremento en el ingreso. En términos absolutos, la inversión adicional para sembrar con tractor es Bs 32/ha para obtener un retorno de Bs 136/ha. Aquí deben considerarse los costos de oportunidad que significan esos Bs 32/ha para el productor. Este tomará siempre con mucha cautela cualquier propuesta de cambio tecnológico (aversión al riesgo), cuando se trate de tomar decisiones.

La teoría de la dualidad establece que la producción es de *retornos constantes*, es decir que la producción aumenta en relación directa con el incremento proporcional de los factores de producción.

### **Recomendaciones**

Se recomienda realizar una mayor inversión en investigación y extensión agrícolas. El desarrollo de nuevos y/o modificaciones de insumos y factores productivos, que respondan a las características físicas de la región, permitan desarrollar la agricultura en general y el país en particular.

La función de producción encontrada en el estudio dice: la producción aumentará en proporción directa al aumento de los factores productivos. Por esta razón se recomienda a las instituciones públicas y privadas dotar, en los momentos más apropiados y de la forma más directa posible, de insumos a los agricultores. De esta manera se logrará reducir costos de producción significativamente y al mismo tiempo, tecnificar las explotaciones agrícolas.

Debido a que el cierre del Banco Agrícola de Bolivia ha eliminado toda posibilidad de acceso al crédito campesino, se recomienda la creación de instituciones de crédito y el diseño de políticas crediticias que respondan a los requerimientos del agricultor campesino. Estas posibilitarán al productor encarar las restricciones de adopción tecnológica con menores riesgos.

## Bibliografía

- Ballesteros E 1975 *Principios de la Economía de la Empresa* Ed Alianza  
Madrid, España
- Cotlear, D 1989 *Desarrollo Campesino en los Andes Cambio Tecnológico y Transformación Social en la Sierra del Perú* Instituto de Estudios Peruanos (IEP) Lima, Perú
- Condori, E y S Lazarte 1992 Parcelas Comparativas de Variedades en Chuquisaca y Potosí En *II Reunión Nacional de la Papa* Cochabamba, Bolivia
- Chayanov, A V 1974 *La Organización de la Unidad Económica Campesina* Ed Nueva Vision Argentina
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 1982 *Papas Área de Protección Vegetal* Ed Sep/Trillas Roma
- Figueroa, A 1986 *Productividad y Educación en la Agricultura de América Latina* Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y ECIEL Ciudad Brasil
- Foulon, L 1963 *Esquemas de Economía Rural* Ed CEABA Buenos Aires, Argentina
- Gandarillas, A y A Devaux 1992 La Investigación Agrícola Aplicada a los Sistemas de Producción de Papa En *Memorias 14 Seminario Panamericano de Semilla* Santa Cruz Bolivia
- Hoopes, R y C Sage 1982 *Factores que Restringen la Producción de Papa en Bolivia y Perspectivas para su Mejoramiento* Consortium for International Development (CID) Cochabamba, Bolivia
- Huerta, A 1987 El Sistema de Cultivo de Papa en las Comunidades Alto Andinas de Yauyos En *Sistemas Agrarios en el Perú* Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) e Instituto Frances de Investigación Científica (ORSTOM) Lima, Perú
- Karpoff R 1968 *Estudio Hidrológico de los Sectores de Patacamaya y Pucarani sobre el Altiplano Boliviano* Misión Francesa para el Desarrollo de Altiplano (MFPDA) La Paz Bolivia
- MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos Agropecuarios) 1990 Situación Papera a Nivel Nacional y sus Tendencias En *Semillas Bolivianas* Ed Proyecto de Fortalecimiento del Sistema de Multiplicación y Distribución de Semilla de Papa en Bolivia (PROSEMPA) Cochabamba Bolivia

- MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos Agropecuarios) y USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) 1978 *Reconocimiento de Suelos* La Paz, Bolivia
- Mariscal J 1984 *Adopcion de Tecnologia Mejorada en el Cultivo de la Papa, en San Rafael Aoxolota y Cautapehual* Tesis no Publicada de Doctorado en Economia Mexico
- Mayer, E , M Clavel , S Brush, y J Taylor 1992 *La Chacra de la Papa Economia y Ecologia* Centro Peruano de Estudios Sociales (CEPES) Lima, Peru
- Miranda, R 1994 *Caracterizacion Fisico-Quimica de los Suelos de la Comunidad de San Jose Llanga y su Relacion con Asociaciones Vegetales* Tesis no Publicada de Ingeniero Agronomo Universidad Mayor de San Andres (UMSA) La Paz, Bolivia
- Morales, D 1992 *Analisis de Informacion Secundaria del Altiplano Boliviano* Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria (IBTA) y Centro Internacional de Investigacion para el Desarrollo (CIID) Boletin Tecnico No 124 04/SIPAB 02/92
- SAS Institute, Inc 1988 *SAS/STAT™ User's Guide Release 6 03 Edition* Cary, North Carolina
- Shultz, T W 1964 *Modernizacion de la Agricultura* Ed Aguilar Madrid, España
- Simpson, J 1989 *Economia de Sistemas de Produccion Ganadera en America Latina* Ed Agropecuaria Latinoamericana Florida, Estados Unidos
- Varian, H R 1992 *Microeconomic Analysis* W W Norton & Company New York, U S A
- Vidal, D 1979 *La Agricultura de la Papa en Bolivia* Cochabamba, Bolivia