

Capítulo II

PERÚ: Estudios de impacto de las tecnologías generadas en ulluco en el Proyecto Integral “La Libertad”

Resumen de Estudio

En el caso de Perú se hizo un análisis económico comparativo de dos calidades de semillas de ulluco. Una semilla del proyecto de quinta generación clonal, es decir el quinto año de producción de semilla libre de virus, en comparación con la semilla del agricultor. Esta última corresponde a tubérculos, que el agricultor en su mayoría escoge como no aptos para la venta o el consumo por estar verdeados (expuestos a la luz solar) o por que son pequeños. El productor, al pasar de la semilla corriente a la semilla de alta calidad, obtiene un incremento promedio en los beneficios netos de aproximadamente 5 000 nuevos soles (S/.) por hectárea (US \$ 1 449,28) y una Tasa de Retorno Marginal (TRM) de 534 %.

En el análisis económico comparativo del manejo integrado de plagas (uso de ceniza y barreras vegetales) frente al control convencional con plaguicidas del gorgojo del ulluco (*Amathinoides nitidiventris*), se obtiene una ganancia de S/. 772

por hectárea (US \$ 223,77), al dejar la tecnología convencional por el MIP (promedio de cuatro sitios) La TRM corresponde a 155 %. La ceniza se obtiene de los hornos en los que a nivel casero o microempresarial se prepara el pan y las barreras vegetales son cultivos en contorno de la parcela principal, con especies que ejercen un efecto repelente al insecto.

Almacenar el producto aprovechando el incremento de precios que se da entre la época de cosecha (junio y julio) y el mes de noviembre, permite un incremento en beneficios netos. En promedio, el costo de almacenamiento es de S/. 0,08 por kg y en cada kg de ulluco el precio sube a 98 céntimos, después de los cuatro meses de almacenamiento. Almacenando 3 000 kg se obtiene un beneficio de S/. 1 965 (US \$ 569,57) frente a S/. 534 (US \$ 154,78) al no almacenar. Esto da una alta TRM de 845 %. Este volumen de 3 000 kg fue determinado por el investigador y los agricultores como factible de almacenaje, considerando las economías campesinas de la zona.

TECNOLOGÍA 1: Tubérculos-semilla de ulluco de alta calidad

A. Antecedentes

Los agricultores tradicionalmente utilizan en La Libertad, comunidad cerca la ciudad de Huancayo, tubérculos-semilla corrientes de ulluco de baja calidad y sin ninguna selección. Por otro lado, por estudios anteriores se observó que la disminución del rendimiento por efecto de enfermedades causadas por virus alcanzaba hasta

un 30 %. Sin embargo, la tasa de infección secundaria de ulluco jaspeado libre de virus en campos de agricultores por PRLV o virus del enrollamiento de la hoja de la papa alcanza más del 40 %. (Programa Colaborativo Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos, 2001). Investigadores de la Universidad Nacional del Centro del Perú y del CIP, determinaron que la limpieza de virus que infectaban la entrada priorizada de ulluco jaspeado, permitió la expresión de su potencial productivo en un 20 % más de rendimiento de tubérculos de calidad comercial (López *et al.*, 1995).

Como consecuencia se planteó un ensayo de validación de dos categorías de semilla. Una categoría corresponde a tubérculos-semilla común que usan los agricultores y la otra a una semilla de quinta generación clonal (quinto año de multiplicación de tubérculos-semilla originalmente libres de virus en la primera generación de campo). Estos ensayos tuvieron repeticiones en dos campos de agricultores, denominados sitio 1 y sitio 2 y se utilizó la variedad de ulluco jaspeado. Los análisis se presentan para los dos sitios por separado, ya que pese a estar distantes en sólo 2,5 km, presentan diferentes tipos de suelos.

B. Metodología

La metodología utilizada compara dos situaciones vía experimental: “con” la tecnología mejorada (tubérculos-semilla de alta calidad) y “sin” la tecnología mejorada (tubérculos-semilla del agricultor).

Para las comparaciones se utilizó la metodología del presupuesto parcial, que toma en cuenta únicamente los costos de los rubros que cambian de un tratamiento a otro (CIMMYT, 1982)

C. Resultados

1. Costos que cambian de un tratamiento a otro

Insumos. En el Cuadro 1 se indican las diferencias en costos con relación a los insumos utilizados. Estos tienen que ver con el costo de las dos categorías de semilla (agricultor y mejorada) y el uso de agroquímicos. En el Anexo 1 se presenta el detalle de estos datos con sus correspondientes unidades.

Las diferencias principales corresponden a un precio más alto de los tubérculos-semilla de alta calidad en relación con la semilla corriente del agricultor.

Mano de obra. En el Cuadro 2 se indican los costos de mano de obra que varían de un tratamiento a otro en el Sitio 1.

En el Cuadro 3 se indican los costos de mano de obra del sitio 2.

El costo más alto de la mano de obra con la tecnología de la semilla de alta calidad corresponde al mayor número de jornales que se requiere para cosechar, seleccionar y transportar una mayor producción obtenida con esta tecnología mejorada.

2. Resumen de los costos que varían incluyendo el costo del capital

En el Cuadro 4 se presenta un resumen de los costos que varían entre tratamientos en los dos sitios. Se incluye también otro costo adicional que varía, como es el costo del capital.

3. Rendimientos y precios por tamaño del tubérculo

En el Anexo 2 se indican los rendimientos por tamaño de tubérculo y sus respectivos precios. Con esta información se calculó el beneficio bruto que aparece en el Cuadro 5.

Los investigadores consideraron un ajuste en los rendimientos del 10% ya que la parcela tuvo un manejo

Cuadro 1. Costos de los insumos¹ que varían con dos calidades de semilla y dos sitios (La Libertad, 2001). En nuevos soles (S/.)

	Sitio 1		Sitio 2	
	Semilla Agricultor	Semilla de alta calidad	Semilla Agricultor	Semilla de alta calidad
Tubérculos-semilla	27,5	51,2	26,6	42,5
Sherpa (Permethrin)	24,3	19,9	13,9	15,5
Adherente	4,6	3,7	2,6	2,9
Furadán (Carbofuran)	13,6	11,7	8,2	10,7
Adherente	5,9	5,11	2,2	1,3
Sherpa (Permethrin)	---	---	19,1	25,0
Sacos (costales)	21,0	18,0	18,0	12,0
Total	96,9	109,6	90,6	109,9

¹ Los insumos, además de la semilla incluyen insecticidas y fijador

Cuadro 2. Costos de la mano de obra para cada calidad de semilla en el Sitio 1 (2001). En nuevos soles (S/.)

	Tubérculos-semilla del agricultor			Tubérculos-semilla de alta calidad	
	Unidad	Costo unitario	Costo total	Costo unitario	Costo total
Siembra	Jornal	10	20,9	10	11,9
Aplicación Sherpa	Jornal	10	1,9	10	2,4
Deshierba	Jornal	10	30,0	10	40,0
Aplicación Furadán	Jornal	10	1,9	10	2,4
Aporque	Jornal	10	35,0	10	40,0
Cosecha	Tarea	5	95,0	5	130,0
Transporte	Tarea	12	12,0	14	14,0
Selección	Jornal	10	80,0	10	110,0
Total			276,7		350,6

Cuadro 3. Costo de mano de obra para cada calidad de semilla, sitio 2 (2001). En nuevos soles (S/.)

	Semilla del agricultor			Semilla de calidad	
	Unidad	Costo unitario	Costo total	Costo unitario	Costo total
Siembra	Jornal	10	25,0	10	25,0
Aplicación Sherpa	Jornal	10	1,9	10	2,4
Deshierba	Jornal	10	40,0	10	42,9
Aplicación Furadán	Jornal	10	1,9	10	2,4
Aplicación Sherpa	Jornal	10	1,9	10	2,4
Aporque	Jornal	10	40,0	10	42,9
Cosecha	Jornal	10	90,0	10	120,0
Transporte	Tarea	20	20,0	32,0	32,0
Selección	Jornal	10	60,0	10	80,0
Total			280,7		349,8

Cuadro 4. Resumen de costos que varían para cada calidad de semilla y dos sitios (2001). En nuevos soles (S/.)

	Sitio 1		Sitio 2	
	Semilla Agricultor	Semilla de alta calidad	Semilla Agricultor	Semilla de alta calidad
Insumos	96,9	109,6	90,6	109,9
Mano de obra	276,7	350,6	280,7	349,8
Costo capital*	30,2	34,2	28,3	34,3
Total costos que varían	403,8	494,4	399,8	494,0

* Interés 2.6 % mensual

US \$ 1,00 = S/. 3,45 (2001)

experimental, es decir un mayor cuidado y registro de datos que una parcela bajo condiciones del agricultor.

Los precios de los tubérculos de 1ª y 2ª categoría son iguales en los dos sistemas. En la tecnología de uso de tubérculos-semilla de alta calidad se obtiene un mayor beneficio bruto en estas categorías por los mayores rendimientos obtenidos. La situación es diferente en la tercera categoría, que corresponde a los tubérculos-semilla, ya que los precios unitarios de la tecnología mejorada son mayores para la semilla de alta calidad. Adicionalmente el sistema mejorado obtiene en esta categoría mayores rendimientos.

4. Análisis económico de los tratamientos

En el Cuadro 5 se presenta el cálculo de los beneficios netos para los tratamientos.

El análisis económico indica que el uso de tubérculos-semilla de alta calidad en lugar de los tubérculos-semilla corrientes que habitualmente usa el agricultor, es una excelente alternativa económica. Es así como el productor al pasar de la semilla corriente a la semilla de alta calidad (5ª generación), aumenta el beneficio neto en S/. 548,9 en el Sitio 1 y S/. 434,6 en el Sitio 2. Estos datos corresponden a parcelas de 1 000 m². Haciendo un promedio de los sitios se tiene un incremento de S/. 4 917,5 por hectárea (US \$ 1 425,36). Esta sustitución de tubérculos-semilla corriente por tubérculos-semilla de alta calidad, da una tasa de retorno marginal de 606 % en el Sitio 1 y 462 % en el Sitio 2, con un promedio de 534 %.

TECNOLOGÍA 2: Manejo integrado del gorgojo de los Andes

A. Antecedentes

A diferencia de lo que ocurre en Ecuador, el gorgojo de los Andes en ulluco es un problema serio en Perú. Los

tubérculos con signos de ataque de esta plaga son castigados en precio, ó definitivamente no son adquiridos por los compradores. Estos tubérculos deben ser destinados a alimentación animal y tampoco pueden ser almacenados.

El Proyecto Integral La Libertad ha venido investigando, dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), el control de este insecto. Se han probado productos como la ceniza (producto de hornos caseros o micro-industriales), cal, insecticidas menos tóxicos, y barreras vegetales (cultivos de contorno con especies repelentes al insecto). Entre estas alternativas destaca el uso de la ceniza y las barreras vegetales con mashua (*Tropaeolum tuberosum*), otro tubérculo andino. A continuación se presenta una comparación entre las mejores alternativas encontradas, frente al control convencional que hace el agricultor que se basa en el uso de plaguicidas muy tóxicos.

En este caso se utilizó también la metodología del «con y sin» en parcelas experimentales. Se compara la práctica de MIP con la tecnología convencional usando plaguicidas. Para estas comparaciones se utilizó la metodología del presupuesto parcial que toma en cuenta únicamente los costos de los rubros que cambian de un tratamiento a otro (CIMMYT, 1982). Estos ensayos se realizaron en cuatro sitios de la zona de La Libertad, Junín, Perú, que presentan diferencias entre sí en cuanto a las tecnologías convencionales del agricultor y a la incidencia de la plaga. Por esta razón los análisis se hacen para cada localidad.

C. Resultados

1. Costos que varían de un tratamiento a otro

Costos de mano de obra. En el Anexo 3 se presentan los costos de mano de obra que varían entre tratamientos (tecnología convencional usada por el agricultor y la tecnología propuesta MIP) Para el caso de la tecnología

Cuadro 5. Beneficios netos de los tratamientos con dos calidades de semilla y dos sitios, 2001. (Nuevos Soles/1 000 m²)

	Sitio 1		Sitio 2	
	Semilla Agricultor	Semilla de alta calidad	Semilla Agricultor	Semilla de alta calidad
Costos que varían	403,8	494,4	399,8	494,1
Beneficio bruto	407,9	1047,4	384,1	913,0
Beneficio neto	4,1	553,0	-15,7	418,9
Tasa de Retorno Marginal	606 %		462 %	

convencional se considera la mano de obra necesaria para aplicar los plaguicidas. En tres de los sitios (1, 2 y 3) el agricultor hizo tres aplicaciones de insecticidas. El cuarto agricultor sólo hizo una aplicación. En estos costos se toma en cuenta también la mano de obra necesaria para acarrear el agua hasta la parcela para diluir los productos y aplicarlos con sus bombas. En la zona es poco común tener agua en la misma parcela.

En el caso de la ceniza se toma en cuenta la mano de obra necesaria para aplicarla en tres oportunidades: siembra, emergencia y aporque. Esta aplicación, en una cantidad aproximada de “un puñado” es aplicada al cuello de cada planta. En la tecnología MIP se toma también en cuenta la mano de obra necesaria para sembrar la barrera vegetal con mashua. En los dos casos se considera el costo respectivo de la cosecha y la clasificación.

Costos de insumos y alquiler de equipo. En el Anexo 4 se presentan los costos de los insumos que varían de un tratamiento a otro. En el caso de la tecnología convencional del agricultor, los productores en los sitios 1, 2 y 3 realizan tres aplicaciones de diferentes plaguicidas. La primera con Force (*Tefluthrin*), la segunda con Furadan (*Carbofuran*) y la tercera con Sherpa (*Permethrin*). El agricultor del sitio 4 sólo hace una aplicación con Furadan. Dentro de estos costos se toma también en cuenta el costo del alquiler del pulverizador, práctica muy común en la zona.

En la tecnología MIP se considera el costo de la ceniza y el de su transporte hasta la parcela. La cantidad de ceniza que se produce en el hogar no es suficiente para las aplicaciones y los agricultores deben adquirirla afuera (por ejemplo, en los hornos de pan). Adicionalmente se considera el costo de los tubérculos-semilla de mashua para el establecimiento de las barreras vegetales.

2. Rendimientos por categorías, precios y beneficio bruto

En el Anexo 5 se presentan los rendimientos para cada uno de los tratamientos. Considerando las diferencias de precio y el material de descarte que queda en la finca se registraron esos datos para las siguientes categorías: Primera, segunda, tercera, tubérculos con signos de enfermedad (por ejemplo: Rizoctoniasis), tubérculos con ataque de gorgojo, tubérculos verdeados y tubérculos con ataque del «gusano de tierra». Los rendimientos se multiplicaron por el precio del mercado, obtenido en cada sitio para determinar el beneficio

bruto. Para el caso de tubérculos con daño que se quedan en la finca, se estimó un precio comercial aproximado.

En el caso del tratamiento MIP se adicionó el beneficio por venta de la mashua proveniente de las barreras vegetales.

3. Comparación económica entre tratamientos

En el Cuadro 6 se presenta una comparación económica entre los dos tratamientos con datos promedios de las cuatro localidades. Además de los costos antes tratados se incluye el costo del capital (intereses a préstamos). En el Anexo 6 se presentan los datos para cada localidad.

En promedio se obtiene un incremento en beneficio neto de S/. 773 (US \$ 224,06) por hectárea, al pasar de la tecnología convencional a la tecnología MIP. Esto da una tasa de retorno marginal del 155 %. El incremento en beneficio neto se debe principalmente a la mayor proporción de tubérculos comerciales para la venta y el ingreso adicional por la venta del cultivo que conforman las barreras vegetales. Otra contribución principal, no medida en este estudio, está en la no-contaminación del medio ambiente, la no-exposición de los agricultores a productos nocivos a la salud, como Furadan y la menor dependencia de insumos producidos fuera del país que necesitan una erogación de capital, factor más escaso en esas comunidades.

Cuadro 6. Comparación económica entre la tecnología MIP y la tecnología convencional. Datos promedios de cuatro sitios en la zona de La Libertad (S./1 000 m²)

Concepto	Tecnología del agricultor	Tecnología MIP
Costos que varían		
Mano de obra	165,2	195,2
Insumos	55,1	70,2
Costo capital	17,2	21,9
Total costos que varían	237,5	287,3
Beneficio bruto	688,1	815,2
Beneficio neto	450,6	527,9
Tasa de Retorno Marginal	155 %	

US \$ 1,0 = S/. 3,45 (2001)

TECNOLOGÍA 3: **Análisis económico comparativo con y sin almacenamiento de ulluco.**

A. Antecedentes

A diferencia de Ecuador donde se puede obtener ulluco fresco durante todo el año, en Perú existen marcadas épocas de cosecha donde el producto abunda y su precio baja. En La Libertad las cosechas se realizan entre junio y julio, consecuentemente los precios son bajos y no suben hasta noviembre. Frente a esta situación en el Proyecto Integral La Libertad se ha venido investigando el almacenamiento del tubérculo, práctica que no es usada por los agricultores.

Durante el almacenamiento del ulluco para consumo, por períodos mayores a los tres meses, los factores que contribuyen a las altas pérdidas son: la excesiva deshidratación y el abundante brotamiento, ocasionando pérdidas de peso y materia seca de los tubérculos y además la formación de cavidades internas que son la causa para el rechazo del producto, al momento de la comercialización. Dependiendo de las condiciones físicas y sanitarias de los tubérculos antes del almacenamiento. La pudrición puede llegar a ser un factor importante. Tubérculos que se almacenan con heridas causadas por el gorgojo del ulluco o que hayan sufrido daño por heladas y aquellos que tengan pudriciones incipientes y que no se hayan descartado, pueden desarrollar pudriciones en el almacén.

El Proyecto Integral La Libertad propuso un sistema para reducir las pérdidas de almacenamiento de ulluco para consumo humano. Este proceso comprende básicamente tres puntos: (1) limitación de la excesiva deshidratación de los tubérculos mediante el diseño y uso de un cajón rústico de almacenamiento construido de madera no labrada de eucalipto; (2) uso de un inhibidor de brotamiento; y (3) selección rigurosa del material para almacenamiento. Al inicio se trabajó con cajones de 50 kg de capacidad para luego pasar a cajones de 500 kg.

Al inicio los investigadores experimentaron con volúmenes pequeños, dando énfasis a los aspectos tecnológicos como el diseño de los almacenes, uso de inhibidores de brotamiento, determinación de pérdidas. A partir de 1998 se ha trabajado con volúmenes más grandes, por lo general 3 000 kg, aunque existen casos de agricultores que trabajaron con 6 000 kg. La nueva situación que se presenta obliga a determinar si la

ganancia de precio del ulluco entre julio y noviembre supera al costo de almacenamiento de cuatro meses. En este último se debe incluir las pérdidas en volumen del producto por almacenamiento (pérdida de agua).

B. Metodología

Al igual que en los otros casos se utilizó la metodología del «con y sin» almacenamiento. Se usó el presupuesto parcial donde sólo se consideran los costos que varían en los dos tratamientos (CIMMYT, 1982). La información proviene de seis almacenes. Como los costos de producción en campo son similares en los dos casos, no se incluyen en el análisis.

C. Resultados

1. Costos que varían entre los dos tratamientos (con y sin almacenamiento)

Mano de obra. En el Anexo 7 se presentan los costos detallados de mano de obra. Estos gastos básicamente se incurren cuando se almacena el producto, al tener que realizar una segunda selección para asegurar que no entren al almacén tubérculos afectados por el gorgojo u otra plaga o enfermedad. Adicionalmente se considera la mano de obra para mover el producto, desde y hacia el almacén y la supervisión necesaria.

Insumos. Entre los insumos se incluye únicamente al inhibidor de brotamiento. Este fue seleccionado como la mejor alternativa después de algunos años de investigación (Anexo 8). Este inhibidor fue utilizado originalmente para papa y es conocido como CIPc. El principio activo es *cloro propaphan*. Se formula 2 kg / t mezclándolo con talco o yeso. Dos kilogramos tienen 2 % de principio activo.

Materiales y construcciones. Entre los materiales requeridos para el almacenamiento se encuentran la madera, clavos y demás materiales necesarios para construir los almacenes que tienen 1.5 m de ancho, 1 m de altura y 4 m de largo. Adicionalmente se incluyen las mallas y la construcción donde está el almacén. Como estas construcciones y adecuaciones tienen una duración de más allá de un ciclo, se aplica el concepto de la depreciación anual (Anexo 9).

2. Resumen de los costos que varían entre tratamientos

En el Cuadro 14 se presenta un resumen de los costos que varían entre tratamientos. A estos costos se ha

Cuadro 14. Resumen costos que varían en el almacenamiento de 3 000 kg de ulluco. La Libertad 2001 (nuevos soles)

Concepto	Promedio de seis almacenes	Sin almacenamiento
Mano de obra	95,3	60
Insumos	71,2	0
Depreciación	51,3	0
Costo capital	17,3	6,2
Total	235,2	66,2

US \$ 1,0 = S/. 3,45 (2001).

adicionado el costo del capital (interés de un préstamo para cubrir las inversiones necesarias).

3. Comparación económica entre tratamientos

En el Cuadro 15 se presenta la comparación económica con y sin almacenamiento. El almacenar ulluco constituirá una alternativa económica si el costo de almacenar un kg es inferior al incremento de precio después del almacenamiento. En este cuadro se aprecia que en todos los almacenes el beneficio neto es superior frente a la alternativa de no almacenar, pese al costo del almacenamiento y una pérdida de peso por deshidratación, entre el 16 al 28 % después del almacenamiento.

Cuadro 15. Comparación económica de con y sin almacenamiento (3 000 kg). La Libertad 2001 (nuevos soles)

Concepto	Promedio de seis almacenes	Sin almacenamiento
Costos que varían	235,2	66
Volumen¹ (kg)	3 000	3 000
Precio venta²	---	0,2
Volumen³ (kg)	2 242	---
Precio⁴	0,98	---
Beneficio bruto	2 200	600
Beneficio neto	1 964,8	534

Tasa de Retorno Marginal **845 %**

¹ Antes almacenamiento.

² Precio al momento de la cosecha.

³ Después de almacenamiento (16 al 28 % de pérdida).

⁴ Precio 4 meses después de la cosecha.

Almacenar durante cuatro meses constituye una alternativa económica en la Libertad. En promedio, en los seis almacenes estudiados, se obtuvo un incremento en el beneficio neto de S/. 1 431 (US \$ 414,78) con una tasa de retorno marginal del 845 %. En promedio almacenar cuesta S/. 0,08 por cada kg de ulluco y este sube en precio a S/. 0,98 después de 4 meses.