

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

ESPECIALIDAD EN AGRONEGOCIOS



“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA MICROPROPAGACIÓN Y SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A NIVEL COMERCIAL”

Tesis para optar el grado de:

Magister Scientiae

YAHIR MARTIN DELZO LAZO

Lima - Perú

2009

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

ESPECIALIDAD EN AGRONEGOCIOS

**“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA MICROPROPAGACIÓN Y
SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA PRODUCCIÓN DE
PLÁNTULAS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A NIVEL
COMERCIAL”**

Tesis para optar el grado de:

Magister Scientiae

EJECUTOR: Yahir Martín Delzo Lazo

Mg.Sc. Gorki Llerena Lazo de la Vega
PRESIDENTE

Mg.Adm. Elías Huerta Camones
PATROCINADOR

Mg.CPC. Pedro Quiroz Quezada
MIEMBRO

Mg.CPC. Demetrio Tello Romero
MIEMBRO

INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	2
2.1. OBJETIVOS	2
2.1.1. OBJETIVO GENERAL	2
2.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
2.2. HIPÓTESIS	2
2.2.1. HIPOTESIS GENERAL	2
2.2.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS	2
2.3. JUSTIFICACION	2
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
3.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA PAPA	4
3.2. ASPECTOS SINGULARES DE LA PAPA	5
3.3. PRODUCCIÓN MUNDIAL	6
3.4. PRODUCCIÓN NACIONAL	10
3.5. PRODUCTORES DE PAPA	12
3.6. LA PAPA: MERCADEO Y CONSUMO	14
3.6.1. NUTRICIÓN	17
3.6.2. PROGRAMAS DE PAPA	18
3.7. BIOTECNOLOGÍA	19
3.8. FORMAS DE PROPAGACION DE PAPA	20
3.8.1. SISTEMA CONVENCIONAL	21
3.8.2. MICROPROPAGACION	22
MICROPROPAGACIÓN DE NUDOS	24
MICROPROPAGACIÓN POR CORTE DE NUDOS EN MEDIO LÍQUIDOS	24
3.8.3. UNIDAD DE MICROPROPAGACIÓN	24
OPERACIONES BÁSICAS	25
ORGANIZACIÓN BÁSICA	25
3.9. COSTOS DE PRODUCCION	26
3.9.1. COSTOS VARIABLES	27
3.9.2. COSTOS FIJOS	27
3.9.3. COSTOS MIXTOS	27

3.9.4. COSTO ESTÁNDAR	27
3.10. RENTABILIDAD	28
3.11. CARACTERÍSTICAS DE LA MICROPROPAGACIÓN Y SISTEMA CONVENCIONAL	29
3.11.1. MICROPROPAGACIÓN	29
3.11.2. SISTEMA CONVENCIONAL	30
3.12. BIOFÁBRICA	32
IV. MATERIALES Y METODOS	33
4.1. MATERIALES DE ESTUDIO	33
4.2. METODOLOGIA	33
4.2.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS	33
4.2.2. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS	33
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
5.1. RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN	35
5.1.1. RENDIMIENTO	35
5.1.2. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS	39
5.1.3. COSTOS DE PRODUCCION	42
5.1.4. COSTOS DE PRODUCCION IN VITRO	42
5.1.5. COSTOS DE PRODUCCION SISTEMA CONVENCIONAL	44
5.2. RENTABILIDAD	45
5.2.1. RENTABILIDAD DEL SISTEMA IN VITRO	45
5.2.2. RENTABILIDAD DEL SISTEMA CONVENCIONAL	46
5.3. COMPARACIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	51
VII. RECOMENDACIONES	52
VIII. BIBLIOGRAFIA	53
IX. ANEXOS	56

Índice de Cuadros

Cuadro	Pág.
Nº 01: PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ALIMENTOS (2007)	6
Nº 02: ÁREA COSECHADA Y PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PAPA (1995 – 2007)	7
Nº 03: ÁREA COSECHADA DE PAPA A NIVEL MUNDIAL, EN HECTÁREAS (2003- 2007)	8
Nº 04: PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PAPA POR REGIONES, EN TONELADAS (2003-2007)	8
Nº 05: PRINCIPALES PRODUCTORES DE PAPA A NIVEL MUNDIAL, EN TONELADAS (2003-2007)	9
Nº 06: ÁREA COSECHADA DE PAPA EN PERÚ, EN HECTÁREAS Y POR DEPARTAMENTO (2003-2007)	11
Nº 07: PRODUCCIÓN DE PAPA EN PERÚ, EN TONELADAS Y POR DEPARTAMENTO (2003-2007)	12
Nº 08: PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE PAPA Y SU PRODUCCIÓN, EN MILES DE DÓLARES (2003-2007)	15
Nº 09 : CONSUMO PER CÁPITA DE PAPA EN PERÚ, EN KG/AÑO (1995-2003)	16
Nº 10: VALOR NUTRITIVO DE ALGUNOS ALIMENTOS (POR CADA 100 GRAMOS)	18
Nº11: RENDIMIENTO MUNDIAL DE PRODUCCIÓN DE PAPA (2003-2007)	35
Nº12: RENDIMIENTO MUNDIAL DE PRODUCCIÓN DE PAPA POR REGIONES, EN T/HA (2003-2007)	35
Nº13: RENDIMIENTO MUNDIAL DE PRODUCCIÓN DE PAPA POR PAÍSES DE AMÉRICA, EN T/HA (2003-2007)	37
Nº14: RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE PAPA EN PERÚ, EN T/HA (2003-2007)	38
Nº15: PRODUCCIÓN MUNDIAL SEMILLAS DE PAPA, EN TONELADAS (2003-2007)	39
Nº 16: PRODUCCIÓN MUNDIAL DE SEMILLAS DE PAPA POR REGIONES, EN TONELADAS (2003-2007)	40
Nº17: PRODUCCIÓN MUNDIAL DE SEMILLAS DE PAPA POR PAÍSES DE AMÉRICA, EN TONELADAS (2003-2007)	41
Nº 18: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PAPA IN VITRO (26,000 PLÁNTULAS)	42

N° 19:	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE PAPA POR SISTEMA CONVENCIONAL PARA 5.5 HAS.	44
N°20:	RENDIMIENTO Y PRECIOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA CON PLÁNTULAS IN VITRO	45
N° 21:	RENDIMIENTO Y PRECIOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA BAJO SISTEMA CONVENCIONAL	46
N° 22:	COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE SISTEMA DE MICROPROPAGACIÓN Y CONVENCIONAL PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA	48

Índice de Anexos

Anexo		Pág.
N°01:	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLANTUALS DE PAPA POR EL METODO IN VITRO	56
N°02:	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS BASICA DE PAPA POR EL METODO TRADICIONAL	59
N° 03:	VALORIZACION DE MAQUINARIA Y PORCENTAJE DE USO PARA LA PRODUCCION DE SEMILLA BASICA DE PAPA	61
N° 04:	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA CAPIRO EN JUNÍN	62
N° 05:	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA NATIVA EN AYACUCHO	64
N° 06:	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA CAPIRO EN HUANUCO	66
N° 07:	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA AMARILLA TUMBAY EN HUANUCO	68

DELZO, Y. 2009. Estudio comparativo entre la micropropagación y sistema convencional para la producción de plántulas de papa (*Solanum tuberosum* L.) a nivel comercial. Tesis Mg. Sc. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 69 p.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), ubicada en el distrito de La Molina (Lima, Perú), durante el segundo y tercer trimestre del año 2009. El objetivo general de la investigación fue determinar la rentabilidad de los sistemas de micropropagación y sistemas convencional de producción de plántulas y semillas de papa, a nivel comercial, esto se logró comparando las ventajas y desventajas cuantitativas y cualitativas de ambos sistemas. El trabajo se justificó en cuanto no existe información actual sobre costos de producción para ambos sistemas, haciendo que los precios adoptados sean calculados en forma empírica, además se desconoce la rentabilidad para ambos sistemas. La investigación se sustenta en el método de costeo estándar, rentabilidad y coeficientes de ponderación en base a los costos de producción. La metodología fue el costeo estándar, que implica tener unos patrones, y en base a éstos se asigna un valor para cada elemento que comprenden los costos, que fueron ajustados por expertos de la UNALM. Para la comparación se ha empleado la estructura de costos del Ministerio de Agricultura de Perú, en el caso de la micropropagación producir 26 mil plántulas de papa tiene un costo de 8,504.15 dólares, un costo por plántula de \$0.33; sembrando las plántulas, reproduciendo y usando la semilla para sembrar 5.15 hectáreas se obtiene que el Costo Unitario de Semilla Básica es de \$0.06 por kg de semilla básica, para el sistema convencional, producir 5.5 hectáreas de papa básica cuesta \$ 3,156.2 y el Costo de Semilla Básica es de \$0.26 por kg. Finalmente los resultados de rentabilidad se fueron que para la micropropagación, se tiene un retorno a la inversión de 152% y para el sistema convencional 25.70%; demostrándose que el sistema de micropropagación es más rentable que el sistema convencional.

Palabras clave: Costos de producción, papa, *Solanum tuberosum*, semilla, plántulas, micropropagación.

DELZO, Y. 2009. Comparison between micropropagation and conventional system for potato seedlings production (*Solanum tuberosum* L.) to commercial level. Thesis Mg. Sc. Lima, PE, National Agrarian University of La Molina. 69 p.

SUMMARY

This research was conducted at the National Agrarian University of La Molina (UNALM), located in the district of La Molina (Lima, Peru) during the second and third quarter of 2009. The overall research objective was to determine the profitability of micro propagation and conventional systems of production of potato seedlings and seeds to commercial level, this was achieved by comparing the advantages and disadvantages of both quantitative and qualitative systems. The work was justified as there is no current information on production costs for both systems; making prices adopted are calculated empirically, besides profitability is unknown for both systems. The research is based on the method of standard costing, profitability and weightings based on production costs. The methodology was standard costing, which involves taking patterns, and assign a value to each element including the costs, which were adjusted by experts UNALM. For comparison has been used the cost structure of the Ministry of Agriculture of Peru, in the case of micropropagation produce 26 thousand potato seedlings has a cost of \$ 8504.15, a cost of \$ 0.33 per seedling, planting seedlings, reproducing and using the seed to plant 5.15 hectares is obtained that the Basic Seed Unit Cost is \$ 0.06 per kg of basic seed for the conventional system; producing 5.5 hectares of potatoes costs \$ 3156.2 Basic and Basic Seed Cost is \$ 0.26 per kg. Finally the results were that profitability for micropropagation; we have a return on investment of 152% for the conventional system and 25.70%, showing that the micropropagation system is more profitable than the conventional system.

Key words: *Production costs, potato, Solanum tuberosum, seed, seedlings, micropropagation.*

I. INTRODUCCION

Es evidente que la agricultura ha evolucionado en los últimos tiempos, los agricultores se han modernizado adoptando rápidamente gran cantidad de innovación tecnológica procedente de sus proveedores de insumos (maquinarias, fertilizantes, biotecnología) y desarrollados por ellos mismos, logrando tener un importante “Know How” que les ha brindado una mayor competencia.

Sin embargo en los países en desarrollo existen problemas estructurales que están limitando su crecimiento. Es importante tomar a la agricultura no como una actividad aislada sino como el elemento central de un sistema, que es llamado en la actualidad el de los agronegocios, que está conformado por la suma de operaciones relacionadas con la producción, la distribución de medios de producción, las operaciones de explotación agrícola, el almacenamiento procesado y distribución de productos.

Uno de los productos que tiene una importancia en cuanto a su origen, alimentación y estudios técnico-científicos es la papa, pues a lo largo de los siglos fue importante para la alimentación de sin número de poblaciones y a la fecha sigue siendo materia de estudio para su preservación, aumento de producción, mejoras para su transporte y almacenamiento, sólo por mencionar algunas en forma general.

En el presente trabajo se compararán dos métodos para la obtención de plántulas de papa, determinando así que una herramienta biotecnológica como la micropropagación presenta ventajas sobre el sistema tradicional usado en la actualidad, que es por semillas.

Los resultados demostrarán que cuantitativamente (costos) y cualitativamente (calidad) el sistema de micropropagación tiene un impacto positivo para el agricultor, los usuarios finales y demás involucrados en la cadena productiva de la papa.

II. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la rentabilidad de los sistemas de micropropagación y sistemas convencional de producción de plántulas y semillas de papa

2.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las ventajas y desventajas, cualitativas y cuantitativas, del sistema de micropropagación y sistema convencional, a nivel comercial, de plántulas de papa (*Solanum tuberosum* L.)
- Verificar la rentabilidad económica del sistema tradicional y la micropropagación.

2.2. HIPÓTESIS

2.2.1. HIPOTESIS GENERAL

El sistema de micropropagación de plántulas para la producción de semillas presenta mayor rentabilidad que el sistema convencional de producción de semillas de papa.

2.2.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS

- El sistema de micropropagación de plántulas de papa tiene mayores ventajas cualitativas y cuantitativas con respecto al sistema tradicional de producción de semillas de papa.
- El sistema de micropropagación muestra una mayor rentabilidad económica que el sistema convencional de producción de semillas de papa.

2.3. JUSTIFICACION

Es indudable que la agricultura peruana, especialmente el sector de agroexportación ha crecido notablemente en los últimos años, motivo por el cual las universidades, institutos, laboratorios y empresas buscan nuevas formas de hacer rentable las actividades referidas a

la agricultura, como nuevas variedades de vegetales, nuevos sistemas de cultivo, nuevas técnicas de cultivo, nuevas normas de calidad, etc.

Generalmente se piensa que los rendimientos y la producción de papa podrían ser sustancialmente elevados en los países en desarrollo, empleando las tecnologías existentes. Sin embargo, las recomendaciones basadas en los resultados de las investigaciones en otras partes del mundo no serán adoptadas por los agricultores, si ellos no las consideran apropiadas para sus necesidades y recursos. Es improbable que los agricultores adopten nuevos insumos o prácticas que no tengan ventajas económicas sobre sus prácticas tradicionales de producción.

Es difícil predecir que tecnologías nuevas serán adoptadas por los agricultores, por la gama de las promisorias puede ser reducidas comparando las tecnologías alternativas contra las prácticas tradicionales de producción de los agricultores, mediante ensayos a nivel de campo.

Dentro de la biotecnología, existe una herramienta llamada micropropagación que permite clonar plantas en cantidades industriales y éstas pueden ser sembradas, obteniendo resultados ventajosos, tanto de calidad como de cantidad. Lamentablemente no existen datos actualizados de los costos de estas microplantas o vitroplantas a nivel comercial, ni tampoco cual sería el impacto de quienes se deciden a aplicar esta tecnología.

En el presente trabajo se mostrarán los costos de dos sistemas: el convencional y el de micropropagación; los cuales serán comparados en principio por su estructura de costos y segundo aplicados en la siembra de papa para fines comerciales.

Los resultados obtenidos permitirán tener una idea clara de la rentabilidad que puede significar la utilización de ésta herramienta biotecnológica así como sus características de calidad.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA PAPA

Según el Centro Internacional de la Papa - CIP (2009) la papa (*Solanum tuberosum*) se originó en las tierras altas de Sudamérica, donde ha sido consumida durante más de 8000 años. Los exploradores españoles llevaron la planta a Europa en el siglo XVI como una curiosidad botánica. Ya por el siglo XIX la papa había sido esparcida a través del continente, proporcionando alimento barato y abundante para los trabajadores de la Revolución Industrial.

Los conquistadores españoles se encontraron primero con la papa cuando ellos llegaron en Perú en 1532 en busca de oro. Los colonizadores españoles no estuvieron enterados, sin embargo, que la papa fue el tesoro verdadero de los Andes, no el oro ni plata (CIP, 2009).

En 1830, durante el viaje de Charles Darwin alrededor del mundo, él encontró una planta de papa en el sur de Chile que él pensó fue el *tuberosum* de la especie *Solanum* L. Esto lo dirigió a creer que el tubérculo fue originario de Chile. Sin embargo más de 100 años después, el Profesor Carlos Ochoa del Centro Internacional de la Papa, dijo que la "papa de Darwin" fue una papa común que probablemente fue traída a las islas por cazadores o pescadores. Las papas a menudo fueron comidas a bordo de buque para prevenir escorbuto, una enfermedad causada por deficiencia de vitamina C (CIP, 2009).

La papa fue tomada primero a Europa en los 1500 por los españoles donde se adaptó bien al clima y llegó a ser finalmente un alimento importante y popular básico. Las papas fueron vendidas en Sevilla, España, tan temprano como 1573. Traído allí por marineros españoles, las papas fueron alimento para el ganado en Europa, mucho tiempo antes que ellos llegaran a ser parte de la dieta humana. La papa llegó en Norteamérica acerca de 50 años después cuando el gobernador inglés de las Bahamas envió una caja de regalo de *tuberosum de Solanum* al gobernador de la colonia de Virginia (CIP, 2009).

Según el CIP (2009) es creído que la papa fue domesticada primero en el Lago Titicaca hace más de 6000 años, donde en sus cercanías se encuentra la diversidad más grande de especies nativas actualmente.

3.2. ASPECTOS SINGULARES DE LA PAPA

(Horton, 1988) menciona que la papa, es genéticamente, uno de los cultivos más complejos y variados de todos los cultivos alimenticios. Esta es una de las cualidades más notables de la papa, que le permite ser cultivada bajo una amplitud, extraordinariamente grande de condiciones ambientales. Las papas no forman tubérculos, a menos que las temperaturas nocturnas promedio estén por debajo de los 20 grados centígrados, y por esta razón no constituyen un cultivo económico en zonas con altas temperaturas durante todo el año. Estas son sin embargo, cultivadas en muchas tierras bajas de clima tropical con tres o cuatro meses de temperaturas nocturnas moderadas.

Según Horton (1988) los agricultores generalmente siembran una o dos toneladas de tubérculos-semillas por hectárea. La escasez y alto costo de semilla de calidad, limita la producción de papa en muchos lugares particularmente en zonas cálidas donde los insectos vectores propagan rápidamente enfermedades causadas por virus y donde los costos de almacenamiento son altos. Los rendimientos de la papa responden muy positivamente a la semilla mejorada, variedades, labranza, irrigación, fertilización y control de plagas y enfermedades.

La aplicación de la ciencia en las papas en las últimas décadas ha incrementado notablemente, según Horton (1988), los rendimientos y reducido los riesgos de producción en muchas zonas en desarrollo. En promedio, actualmente las papas por lo general rinden más energía alimenticia por hectárea que los cereales. Debido a su alta relación proteína-caloría y a su corto ciclo vegetativo, ellas también rinden más energía y proteína comestible por hectárea y por día que los cereales y la yuca. El alto rendimiento del cultivo de papa por unidad de superficie y por tiempo es una característica especialmente valiosa en zonas en desarrollo donde el clima permite obtener en el campo más de un cultivo por año.

En relación con otros productos alimenticios de origen agrícola, la papa se encuentra en un cuarto lugar de producción, como se observa en el Cuadro N°1; de ahí la importancia de este cultivo en la alimentación mundial.

Cuadro N° 01: Producción Mundial de Alimentos (2007)

N ro.	Bien	Producción	
		Miles de Dólares	TM
		38,394,49	791,794,58
1	Maíz	0	4
		130,994,0	659,590,62
2	Arroz	00	3
		72,917,38	605,994,94
3	Trigo	0	2
		34,821,63	309,344,24
4	Papa	0	7
		41,856,90	245,079,45
5	Verduras frescas	0	0
		44,666,58	220,532,61
6	Soya	0	2
		14,051,95	214,515,14
7	Yuca	0	9
		30,327,20	129,942,41
8	Tomates	0	6
		31,183,82	
9	Uvas	0	67,221,000
		18,832,01	
10	Manzanas	0	65,970,706
		17,092,21	
11	Palta	0	37,144,128
		37,736,33	
12	Algodón	0	25,420,570

Fuente y Elaboración: FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>)

3.3. PRODUCCIÓN MUNDIAL

Dentro de la producción de alimentos, vemos que la producción mundial de papa fue de aproximadamente 135 millones de toneladas al comienzo del presente siglo, 250 millones de toneladas en 1950, y a mediados de la década del 80 fue de aproximadamente 290 millones de toneladas. Durante la primera mitad del siglo XIX, Europa (incluyendo lo que fue la URSS) produjo alrededor del 90% de la producción mundial de papa del mundo. Luego de la segunda guerra mundial, dicha producción comenzó a disminuir (Horton, 1992).

En el cuadro N° 02 se muestra que el año 2007 la producción mundial de papa alcanzó 309,344,247 Tn, lo cual representa un crecimiento del 3% respecto del año 2006 y un 8% respecto al año 1995.

Cuadro N° 02: Área Cosechada y Producción Mundial de Papa (1995 – 2007)

Año	Área cosechada (Ha)	Producción (Tn)
1995	18,327,902	285,927,170
1996	18,681,642	311,771,920
1997	18,727,938	303,370,997
1998	18,788,962	300,807,646
1999	19,700,871	300,669,440
2000	20,127,983	328,743,067
2001	19,731,468	312,633,311
2002	19,148,715	317,112,427
2003	19,030,353	313,975,898
2004	18,928,266	331,208,647
2005	19,003,459	319,862,455
2006	18,262,781	299,335,252
2007	18,531,194	309,344,247

Fuente: FAOSTAT

En América del Sur, donde la papa siempre ha sido un alimento tradicional, la producción de este tubérculo ha crecido a un ritmo menor, debido en parte a que los consumidores están diversificando sus dietas y apartándose de los alimentos tradicionales. En algunos países como Perú, las políticas agrícolas y de comercialización también han desalentado el cultivo de la papa (Horton, 1992).

En el Cuadro N° 03 apreciamos que en Asia tiene la mayor cantidad de área cosechada, seguida de Europa, África, América y Oceanía respectivamente, durante el año 2007

Cuadro N° 03: Área Cosechada de Papa a Nivel Mundial, en Hectáreas (2003-2007)

País	Años				
	2003	2004	2005	2006	2007
	1,333,54	1,458,80	1,537,93	1,616,00	1,647,57
África	7	6	7	8	7
América	1,651,80	1,589,99	1,540,54	1,607,99	1,614,86
a	4	2	6	0	3
Asia	7,861,37	7,909,31	8,291,48	7,628,98	8,037,63
	1	1	5	4	5
Europa	8,136,41	7,922,53	7,584,56	7,362,32	7,186,48
Oceanía	2	7	5	9	3
a	47,219	47,620	48,926	47,470	44,636

Fuente: FAOSTAT

Horton (1992) afirma que en las regiones en desarrollo, con la excepción de Asia, los rendimientos de la papa han aumentado por lo menos en igual medida que los rendimientos de los cultivos de cereales, y mucho más que los rendimientos de otros cultivos de raíces. La mejora de las variedades, de los sistemas de producción de semillas, y de la tecnología y de postcosecha han ayudado a disminuir el costo de producción de la papa, mejorando su competitividad en las fincas de muchas regiones en desarrollo. Asimismo, el crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo, y el cambio de los hábitos alimentarios han estimulado la producción de papa.

Al respecto de la producción de papa, según el Cuadro N° 04 es Europa quien tiene la mayor producción de papa durante el año 2007, seguido por Asia, América, África y Oceanía. Observamos que a diferencia del Cuadro N° 03 donde se muestra que Asia tiene la mayor área cosechada; lo cual demuestra que en Europa existen mejores rendimientos.

Cuadro N° 04: Producción Mundial de Papa por Regiones, en toneladas (2003-2007)

País	Años				
	2003	2004	2005	2006	2007
África	14,894,089	16,681,532	17,024,164	17,501,729	17,992,138
América	41,451,658	41,098,145	39,051,824	40,866,012	41,600,229
Asia	125,643,688	130,610,629	131,364,829	112,743,809	116,476,185
Europa	130,236,353	141,004,846	130,629,835	126,469,459	131,555,024
Oceanía	1,750,110	1,813,495	1,791,803	1,754,243	1,720,671

Fuente: FAOSTAT

En otro aspecto, vemos en el cuadro N° 05 que China es el primer productor mundial de papa, con una producción de 56,196,000 toneladas durante el año 2007, seguido de Rusia que alcanzó una producción de 36,784,200 toneladas el mismo año, representando un 53% de la producción China; una diferencia significativa que India el alto nivel de productividad que posee China. En este contexto internacional, Perú es el décimo octavo productor de papa.

Cuadro N° 05: Principales Productores de Papa a nivel Mundial, en toneladas (2003-2007)

Nro.	País	Años				
		2003	2004	2005	2006	2007
1	China	68,139,260	70,036,280	73,036,500	54,075,569	56,196,000
2	Federación de Rusia	36,746,510	35,914,240	36,400,000	38,572,640	36,784,200
3	India	25,000,000	25,000,000	25,000,000	23,905,300	22,090,000
4	Estados Unidos de América	20,766,100	20,685,670	19,111,030	19,712,630	20,373,267
5	Ucrania	18,453,000	20,754,800	19,480,000	19,467,100	19,102,000
6	Polonia	13,731,500	13,998,650	11,009,390	8,981,976	11,791,072
7	Alemania	10,231,740	13,044,000	11,157,500	10,030,600	11,643,769
8	Belarús	8,649,400	9,902,100	8,185,000	8,329,412	8,743,976
9	Francia	6,348,126	7,254,221	6,347,000	6,354,333	7,205,800
10	Países Bajos	6,468,762	7,488,000	6,835,985	6,239,600	7,200,000
11	Reino Unido	5,918,000	6,316,000	6,300,000	5,864,000	5,635,000
12	Rep. Islámica de Irán	3,750,000	4,180,000	4,200,000	4,218,522	5,240,000
13	Bangladesh	3,386,000	3,908,000	3,908,000	4,161,000	5,167,000
14	Canadá	5,282,420	5,170,790	4,850,000	5,091,140	4,970,938
15	Turquía	5,300,000	4,800,000	4,170,000	4,397,305	4,246,207
16	Rumania	3,947,177	4,230,210	3,985,000	4,015,899	3,712,410
17	Brasil	3,089,020	2,931,180	2,950,990	3,151,721	3,550,510
18	Perú	3,151,355	2,996,090	3,200,000	3,248,416	3,383,020
19	Bélgica	2,522,095	3,229,622	2,653,949	2,592,820	3,189,800
20	Malavi	1,100,000	1,784,749	1,800,000	2,309,426	2,858,811
21	Japón	2,939,000	2,884,000	2,900,000	2,635,000	2,800,000
22	España	2,664,955	2,745,400	2,591,700	2,515,001	2,515,001
23	Colombia	2,872,284	2,836,187	2,623,194	2,173,291	2,379,575

Fuente: Dirección de Estadística del Departamento Económico y Social (FAO)

3.4. PRODUCCIÓN NACIONAL

Según Egúsquiza (2000) el cultivo de papa en el Perú ocupa actualmente el segundo lugar en superficie de siembra respecto a los cultivos de mayor importancia. Además que la presencia de temperaturas bajas y la disponibilidad de agua en el período de crecimiento son los dos factores principales que determinan la posibilidad de siembra y producción de papa en el país.

Egúsquiza (2000) también afirma que gracias a los dos factores mencionados en el párrafo anterior, la papa se puede sembrar a lo largo de toda la sierra peruana, desde la sierra de Piura, Cajamarca y Amazonas en el norte, hasta el Altiplano de Puno y la sierra de Tacna, por el sur.

Es decir, continúa Egúsquiza (2000), en el Perú se siembra y produce papa en gran número de condiciones: punas secas, punas húmedas, valles interandinos de la sierra, vertientes orientales húmedas, vertientes occidentales sub áridas y en los valles costeros subdesérticos.

Ubicado Perú como el décimo octavo productor de papa a nivel mundial, en el año 2007, vemos en el Cuadro N° 06 la producción nacional distribuida por departamentos; así es que el área cosechada pasó de 258,003 hectáreas en el año 2003 a 268,160 en el año 2007, equivalente a casi un 4%.

**Cuadro N° 06: Área Cosechada de Papa en
Perú, en Hectáreas y por Departamento (2003-2007)**

Departamento	Años				
	2003	2004	2005	2006	2007
Amazonas	4,175	3,874	3,441	3,593	5,062
Ancash	10,317	9,567	11,731	10,317	10,548
Apurímac	16,547	14,134	14,778	15,170	19,241
Arequipa	4,663	6,146	6,955	6,168	7,838
Ayacucho	10,306	9,410	11,292	13,728	12,739
Cajamarca	28,887	23,683	26,197	26,030	26,978
Cuzco	24,719	23,483	27,836	29,936	29,699
Huancavelica	14,943	13,706	15,280	14,447	8,163
Huánuco	34,846	36,126	32,620	31,607	33,128
Ica	2,167	1,782	1,089	1,378	2,278
Junín	21,830	21,579	24,217	21,480	20,739
La Libertad	21,810	18,820	19,858	19,171	23,510
Lambayeque	830	487	1,509	1,293	950
Lima	5,483	8,294	7,105	6,867	7,562
Loreto	--	--	--	--	--
M. De Dios	--	--	--	--	--
Moquegua	572	537	683	551	577
Pasco	7,594	6,907	9,435	8,349	7,974
Piura	904	802	1,022	1,321	1,310
Puno	46,670	46,928	48,354	48,741	49,119
San Martín	--	--	--	--	--
Tacna	741	506	652	701	746
Tumbes	--	--	--	--	--
Ucayali	--	--	--	--	--
Total Nacional	258,003	246,771	264,055	260,847	268,160

Fuente: Dirección General de Información Agraria (MINAG)

Análogamente, como se presenta en el Cuadro N° 07, la producción del Perú pasó de 3,143,874 toneladas en año 2003 a 3,383,020 toneladas en el año 2007, lo que significa un incremento del 7%.

Cuadro N° 07: Producción de Papa en Perú, en toneladas y por Departamento (2003-2007)

Departamento	Años				
	2003	2004	2005	2006	2007
Amazonas	57,641	50,171	47,543	53,307	74,439
Ancash	102,525	88,953	118,195	103,947	110,263
Apurímac	180,229	142,642	153,826	154,710	201,173
Arequipa	112,205	155,688	164,284	162,986	226,517
Ayacucho	129,407	87,074	129,370	182,261	169,481
Cajamarca	309,321	272,050	300,939	288,752	293,218
Cuzco	188,920	187,923	237,221	285,709	288,272
Huancavelica	135,757	120,021	140,590	129,776	76,239
Huánuco	431,800	479,214	406,434	406,288	447,470
Ica	69,995	54,327	34,209	43,093	72,011
Junín	342,992	318,462	355,381	335,258	293,520
La Libertad	343,418	285,550	344,070	291,909	337,156
Lambayeque	5,130	3,832	10,756	9,472	7,000
Lima	126,649	222,738	180,634	174,154	182,882
Loreto	--	--	--	--	--
M. De Dios	--	--	--	--	--
Moquegua	6,237	6,984	8,429	6,915	7,588
Pasco	103,933	82,647	130,030	110,264	81,132
Piura	9,198	8,998	12,563	16,163	15,125
Puno	477,741	433,100	503,857	481,736	486,310
San Martín	--	--	--	--	--
Tacna	10,776	7,786	11,370	11,715	13,223
Tumbes	--	--	--	--	--
Ucayali	--	--	--	--	--
Total Nacional	3,143,874	3,008,159	3,289,699	3,248,416	3,383,020

Fuente: Dirección General de Información Agraria (MINAG)

3.5. PRODUCTORES DE PAPA

Algunos de los más grandes y más pequeños, más ricos y más pobres, más progresistas y más atrasados agricultores del mundo cultivan papas. Los productores de papa para autoconsumo de las zonas montañosas aisladas de Ruanda y Bolivia se encuentran entre los agricultores más pobres del mundo. Los productores comerciales en el norte de México y Brasil están entre los más ricos. Los horticultores del mercado en ciertos lugares de Guatemala y las Filipinas cuentan con los cultivos más intensivos y productivos. Un sinnúmero de propiedades familiares, tanto rurales como urbanas, también cultivan papas conjuntamente con otros cultivos en huertos caseros (Horton, 1988).

Horton (1988) asevera que las papas se cultivan bajo condiciones más variadas de altitud, latitud y clima que cualquier otro cultivo alimenticio de importancia, desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altitud y desde el Ecuador hasta más de 40 grados norte y sur. La diversidad de zonas agroecológicas en las cuales se cultivan las papas hace prácticamente innecesaria su clasificación. Sin embargo, se pueden identificar tres zonas extremas de producción: zonas de tierras bajas de clima tropical y subtropical, desde Paquistán hasta India y Bangladesh, la costa peruana, y el norte de México); y las zonas de clima templado (sur de Argentina y Chile, la península Coreana, el norte de Turquía, y el norte de China).

Horton (1988) extiende su explicación, mencionando que en las zonas de tierras altas y de clima templado, la mayor parte de las papas son sembradas en la primavera y cosechadas en el otoño. El clima frío del invierno facilita el almacenamiento para consumo doméstico, la venta al final del año, y la siembra en la siguiente temporada. La exposición a condiciones climáticas tales como helada, granizo, y sequía son fuentes importantes de riesgos en la producción. El tizón tardío, la enfermedad fungosa que causó el fracaso del cultivo y llevó a Irlanda a una situación de hambruna en 1840, afecta la mayoría de zonas de tierras altas y clima templado; los insectos y nematodos son un problema en algunos lugares.

En las zonas de tierras bajas, los agricultores generalmente siembran papas al comienzo de la temporada fría en zonas con irrigación o abundante humedad residual en el suelo. Las papas están expuestas a menos riesgos debidos al clima, pero a mayores plagas y enfermedades que en las zonas más frías. Las temperaturas altas del verano después de la cosecha hacen difícil el almacenamiento, y en algunos lugares se hace necesario utilizar almacenes refrigerados de alto costo. Debido a las altas temperaturas del ambiente de tierras bajas producir y almacenar tubérculos-semillas de alta calidad, muchos de ellos compran semilla producida en zonas de tierras altas o de clima templado. Tradicionalmente sólo algunas de las variedades disponibles eran adecuadas para las condiciones de cultivo de las tierras bajas. Los recientes progresos en tecnología de semilla, variedades, manejo de plagas y almacenamiento han dado como resultado una expansión significativa de la producción de papa en muchas zonas de tierras bajas y clima cálido, como las llanuras de India y Bangladesh (Horton, 1988).

3.6. LA PAPA: MERCADEO Y CONSUMO

Para Horton (1988) las proyecciones convencionales de la demanda asumen que los cambios en ingresos, precios y hábitos alimenticios tienen poco impacto sobre la demanda de papas. Estudios recientes muestran que en la mayoría de países en desarrollo, los ingresos crecientes y el cambio en los hábitos de consumo, asociados con el desarrollo económico y el urbanismo, llevan a su consumo mucho mayor de papa. Mejoras en la producción y en la tecnología de postcosecha han ayudado a reducir los precios relativos de la papa lo que también ha estimulado la demanda. Como resultado de todo lo indicado, la demanda por papas en los países en desarrollo ha crecido más rápidamente que la demanda por la mayoría de otros alimentos. Desde que el consumo promedio de papa es aún menos de un cuarto del de Europa occidental es muy posible que la demanda por papas continúe incrementándose rápidamente en el futuro.

**Cuadro N° 08: Principales Países Productores
de Papa y su Producción, en miles de dólares (2003-
2007)**

Nro.	Área	Años				
		2003	2004	2005	2006	2007
1	China	9,877,180	10,153,500	10,588,650	6,588,676	6,743,942
2	Federación de Rusia	5,330,082	5,209,360	5,279,820	3,026,002	3,067,328
3	India	3,626,250	3,626,250	3,626,250	3,123,986	2,856,034
6	Ucrania	2,676,608	3,010,484	2,825,574	998,361	997,636
4	Estados Unidos de América	3,012,123	3,000,456	2,772,055	2,661,483	2,773,520
5	Alemania	1,484,114	1,892,032	1,618,395	1,338,899	1,572,889
8	Polonia	1,991,754	2,030,505	1,596,912	861,738	938,048
7	Francia	920,796	1,052,225	920,632	859,034	950,918
9	Países Bajos	938,294	1,086,134	99,156	849,935	918,601
10	Irán, Rep. Islámica de	543,938	606,309	60,921	581,436	729,601
11	Reino Unido	858,406	916,136	913,815	750,633	717,417
12	Bangladesh	491,139	566,855	566,855	553,510	691,163
13	Canadá	766,215	750,023	703,493	680,449	677,519
14	Turquía	768,765	69,624	604,858	593,066	615,912
15	Brasil	448,062	425,168	428,041	418,568	477,188
16	Perú	457,104	434,583	46,416	425,862	451,810
17	Malavi	159,555	258,878	261,090		388,701
18	Japón	426,302	418,324	420,645	356,760	381,679
19	Belarús	1,254,596	1,436,300	1,187,234	316,123	380,607
20	Rumania	572,538	613,592	578,024	321,308	
21	Bélgica	365,830	468,457	384,955		
22	España	386,552	398,220	375,926	322,736	
23	Colombia	416,625	411,389	380,494		

Fuente: FAOSTAT

En el Cuadro N°08 se observa que el año 2007 China tuvo una producción de 6,743,942 miles de dólares; superando a la Federación Rusa obtuvo menos del 50% que China.

Según Horton (1988) más el 98% de las papas cultivadas en los países en desarrollo son consumidas internamente en vez de ser exportada. Sin embargo, en algunas regiones, como el norte de África y el Medio Este, son un cultivo de exportación importante que genera ingresos significativos de moneda extranjera (divisas).

Algunos gobiernos han intentado controlar los precios de las papas o amortiguar sus fluctuaciones comprando las papas al momento de la cosecha y almacenándola para su

venta posterior. La mayoría de estos programas han tenido muy corta vida debido a que los cambios en los precios eran difíciles de predecir, el manejo deficiente, y los costos de almacenamiento eran superiores a lo estimado. Los productores de papa, prácticamente en todas partes, almacenan parte de su cosecha, ayudando a estabilizar el abastecimiento y los precios durante todo el año. Recientes mejoras en el almacenamiento de tubérculos-semillas en las fincas han ayudado a facilitar el flujo de papas a los mercados de consumo al permitir que los agricultores cultiven papas en diferentes épocas del año, manifiesta Horton (1988).

Para una mejor visión, en el Cuadro N° 09, se muestra la evolución del consumo per cápita en Perú, desde el año 1995 al año 2003 el consumo se incrementó en un 11%, estando en correlación con la producción y áreas cosechadas.

Cuadro N° 09 : Consumo per Cápita de Papa en Perú, en kg/año (1995-2003)

Año	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Kg/año	65	61	62	68	68	69	67	73	72

Fuente: FAOSTAT

La elaboración de almidón y alcohol de papa es poco práctico en países en desarrollo debido al alto costo relativo del tubérculo, asienta Horton (1988). Existen unas cuantas excepciones, tales como el norte de China y el sur de Chile, donde las papas son baratas a la cosecha pero el costo de su transporte a los mercados en las ciudades es alto. El procesamiento de la papa para consumo humano se está expandiendo rápidamente en muchos países en desarrollo para satisfacer la creciente demanda por papas fritas en hojuelas y a la francesa.

En zonas rurales los agricultores que producen papa generalmente comen más papas que aquellos que no las producen. En pueblos y ciudades, la relación entre el nivel de ingresos y el consumo de papa depende de los precios relativos. Donde las papas son relativamente baratas, como es el caso de los Andes, el consumo más alto se encuentra en las familias más pobres. En la situación más comúnmente encontrada, donde las papas son relativamente caras, como en la mayor parte de África y Asia, el consumo de papa es más alto entre los grupos de mayores ingresos. La implicación es que conforme aumente el

nivel de ingresos en el futuro aumentará el consumo de papa en la mayoría de los lugares (Horton, 1988).

3.6.1. NUTRICIÓN

Para Horton (1988) la contribución de la papa en la alimentación humana no es energía sino en proteínas, en vitaminas y en minerales. No obstante, que el contenido de carbohidratos y proteínas de las papas frescas es mucho menor que el de los cereales, la cocción reduce las diferencias. La papa es un producto bien balanceado en el sentido de que la relación proteína/caloría es más alta que en otros cultivos de raíces. La mayoría de cereales, y que en los plátanos. El valor biológico de la proteína de la papa es también superior que el de la mayoría de las otras fuentes vegetales y comparables al de la papa un complemento muy valioso para las dietas con base en cereales que generalmente son bajas en este aminoácido.

La papa es comparable a otras hortalizas en cuanto a su contenido en vitaminas y es principalmente rica en vitamina C. El contenido mineral de la papa es influenciado fuertemente por la calidad de los suelos donde se cultiva. Normalmente, la papa es una fuente moderadamente buena de hierro, una buena fuente de fósforo y magnesio y una excelente fuente de potasio (Horton, 1988)

El CIP (2009) muestra que una sola papa mediana contiene acerca de la mitad el requisito adulto diario de vitamina C. Otros cultivos como el arroz y el trigo no lo tienen. La papa es muy baja en la grasa, con justo 5 por ciento del contenido de materia grasa de trigo, y de la cuarta parte las calorías de pan. Hervido, tiene más proteína que maíz, y casi dos veces el calcio.

En el Cuadro N°10 observamos una comparación del valor nutritivo de algunos productos, donde la papa es el cultivo que más alto contenido vitamínico posee.

Cuadro N° 10: Valor nutritivo de algunos alimentos (por cada 100 gramos)

Producto	Proteínas (gr.)	Lípidos o grasas (mgr.)	Hidratos de Carbono (mgr.)	Minerales (mgr.)	Vitaminas (mgr.)	Kilocalorías
Papa	2.1	0.1	22.3	142.5	15.9	97
Camote	1.2	0.2	27.6	72.8	10.8	116
Plátano	1.1	0.3	19.2	49.4	10.3	79
Papa seca	8.2	0.7	72.6	251.5	8.5	322
Trigo	8.6	1.5	73.7	264.6	8	336
Maíz choclo	3.3	0.8	27.8	121.8	6.5	129
Maíz cancha	6.7	2.7	79.8	234.7	3.2	363
Cebada	7.9	1.7	83.6	30.7	0.4	360
Trigo	9.2	4.3	73.1	59.5	0	366

Fuente: CODE (<http://www.galeon.com/combayo/nutricion%201.htm>)

Elaboración: Propia

3.6.2. PROGRAMAS DE PAPA

La gran cantidad de información científica sobre papas existentes en los países desarrollados, los avances recientes en biotecnología, y el programa de investigación de orientación práctica del Centro Internacional de la Papa (CIP) han creado muchas oportunidades para el mejoramiento de la papa en los países en desarrollo. Para estar en condiciones de utilizar y adaptar los resultados de la investigación llevada a cabo en los lugares más diversos, los programas nacionales necesitan una base sólida de conocimientos y pericia en cuatro áreas técnicas: mejoramiento y genética, sistemas de semillas, manejo de plagas y enfermedades y tecnología de postcosecha.

Para Horton (1988) Se necesitan expertos en mejoramiento y genética para evaluar el germoplasma seleccionar los cultivares apropiados para las condiciones locales. La pericia en sistemas de semilla es necesaria para sacar provecho de los beneficios potenciales ofrecidos por los recientes adelantos en biotecnología y métodos in vitro de eliminación de patógenos, almacenamiento y multiplicación rápida de reservas de semillas libres de enfermedades. El uso de la semilla sexual ofrece, bajo ciertas circunstancias, ventajas sobre la reproducción vegetativa, y al parecer habrá de expandirse en el futuro.

La mayoría de los programas de investigación enfocan los problemas de producción, por la tecnología de postcosecha también merece cuidadosa atención, debido a las grandes

pérdidas de postcosecha y la dificultad para almacenar, procesar y transportar los tubérculos de papa los cuales contienen aproximadamente 80% de agua (Horton, 1988)

Añadido a esto, Horton (1988) reitera que muchas de las limitaciones para la producción de papa, y su utilización son de naturaleza socioeconómica más que técnica. Los programas nacionales necesitan tener capacidades de investigación socioeconómica para diagnosticar los problemas de los agricultores y los requerimientos de los consumidores, y proveer las innovaciones institucionales necesarias con el fin de implementar los cambios tecnológicos. Por ejemplo, el aprovechamiento de las innovaciones en biotecnología puede requerir una nueva ley de semillas, organizaciones de productores y un ordenamiento de los sistemas de comercialización.

Finalmente, recogiendo los comentarios de Horton (1988), una revisión de programas exitosos de papa revela dos factores comunes: una alta prioridad en la producción de semilla y su distribución, como también el establecimiento de objetivos específicos e implementación de estrategias que estén de acuerdo con las necesidades y recursos locales. Debido a las diferencias ecológicas y socioeconómicas entre países, y entre regiones dentro de algunos países, la transferencia tecnológica en el sentido convencional no ha sido un aspecto prominente del éxito en los programas. Cada programa tiene que desarrollar soluciones adecuadas para sus propios problemas. Los programas exitosos frecuentemente utiliza principios científicos, métodos, y técnicas foráneas, pero los aspectos principales de la identificación de problemas y adaptación de investigación tiene que ser hecha localmente.

3.7. BIOTECNOLOGÍA

La biotecnología ofrece instrumentos poderosos para el desarrollo sostenible de la agricultura, la pesca y la actividad forestal, así como de las industrias alimentarias. Cuando se integra debidamente con otras tecnologías para la producción de alimentos, productos agrícolas y servicios, la biotecnología puede contribuir en gran medida a satisfacer, en el nuevo milenio, las necesidades de una población en crecimiento y cada vez más urbanizada.(FAO, 2008)

Según la FAO (2008) hay una amplia gama de "biotecnologías" con distintas técnicas y aplicaciones. El Convenio sobre la diversidad biológica (CDB) define la biotecnología

como: "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos".

Interpretada en este sentido amplio, la definición de biotecnología abarca muchos de los instrumentos y técnicas que se usan normalmente en la agricultura y la producción de alimentos. Interpretada en un sentido más estricto, que considera las nuevas técnicas de ADN, la biología molecular y las aplicaciones tecnológicas reproductivas, la definición abarca una gama de tecnologías diferentes, como la manipulación y transferencia de genes, tipificación del ADN y clonación de plantas y animales, según la FAO (2003).

Para Sasson (2006) La biotecnología de plantas no debe ser reducida a la ingeniería genética de plantas, y la biotecnología agrícola a cosechas genéticamente manejadas. Biotecnología "verde" abarca una gran variedad de técnicas que consisten en cultivar in vitro tejidos de plantas u órganos, seguidos por la multiplicación clónica o clonal de las plantas pertinentes y así suministran vitroplantas genéticamente idénticas a fundos, horticultores, empresas de reforestación, etc.; durante todo el año.

Sasson (2006) menciona que el uso de vitroplantas a gran escala contribuye actualmente al desarrollo de sistemas novedosos de producción para los minifundistas y, como parte de un programa equilibrado para desplegar biotecnologías rentables en países en desarrollo. El cultivo de tejidos in vitro, se espera sea más extensamente utilizado para aumentar la productividad sustentable de tales sistemas.

3.8. FORMAS DE PROPAGACION DE PAPA

La semilla de papa, tiene por lo menos dos acepciones, según el origen del material, así tenemos:

La Semilla Sexual de Papa (SSP) se define como un óvulo maduro que consta de un planta embriónica, una fuente de alimento almacenado y una testa o cubierta protectora, la cual, de acuerdo con su viabilidad, podrá dar origen a una nueva planta. La SSP es el producto de la unión sexual de los gametos de dos plantas, por lo que cada semilla contiene un genotipo diferente. También se le conoce como "semilla botánica de papa" o simplemente "semilla". Se sugiere, sin embargo, usar el término semilla sexual de papa

(SSP) y evitar el uso, a veces frecuente, de “TPS” que es la sigla en inglés de “ True Potato Seed” (Hidalgo, 1997)

El tubérculo-semilla, en cambio, corresponde a la parte de la planta (tubérculo, en este caso) que se usa para la siembra. Otras partes de la planta también se usan como material de siembra, los esquejes o brotes enraizados. En este caso la denominación correcta debería ser “esqueje-semilla” o “brote-semilla” o los respectivos plurales, según afirma Hidalgo (1997).

Para Hidalgo (1997) el término semilla deber ser reservado para referirse al material sembrado para reproducción gámica. Tubérculo-semilla, esqueje-semilla o brote-semilla en cambio, deberán ser reservados para referirse al tubérculo, esqueje o brote, respectivamente, producidos o usados en la reproducción agámica.

En el caso de semillas comerciales de papa, según Hidalgo (1997), es importante expresar el significado real y completo que tiene el término “semilla” desde el punto de vista comercial. Una buena semilla de papa o una semilla de calidad (tanto SSP como el tubérculo semilla) debe tener los siguientes atributos:

- Pertenecer integralmente a la variedad que se anuncia.
- Tener bajos niveles de enfermedades o plagas. La SSP deber estar libre de las dos enfermedades transmitidas por la semilla.
- Estar en buenas condiciones fisiológicas para producir buenas plantas.
- Tener un tamaño apropiado (tamaño semilla).
- Estar disponible a precio razonable, y
- Estar disponible para la siembra en el momento de su mayor demanda.

3.8.1. SISTEMA CONVENCIONAL

Hidalgo (1997) menciona que la mayor parte de las semillas de papa, y principalmente los tubérculos-semillas que usan los agricultores de la mayoría de los países en desarrollo, provienen del sistema tradicional. Bajo este sistema los agricultores usan tubérculos que

no siempre tienen las características deseables de una buena “semilla” y no hay ninguna garantía de que el insumo que se usa tenga buena calidad comercial.

Haciendo mención al sistema tradicional, Hidalgo (1997) afirma que también forman parte de este sistema aquellos agricultores que guardan su propia semilla para la campaña(s) siguiente(s). En los países andinos es común que los pequeños agricultores separen los tubérculos más pequeños y aquellos de menor calidad comercial para usarlos como “semilla” en la siguiente estación de cultivo. Los tubérculos pequeños generalmente provienen de plantas enfermas o son aquellos que se han formado más recientemente en plantas que han estado expuestas por más tiempo a la transmisión de enfermedades sistémicas.

En referencia al párrafo anterior, Hidalgo (1997) menciona que los agricultores paperos generalmente vuelven a usar como semilla los tubérculos cosechados en la campaña anterior, especialmente si los tubérculos iniciales proceden de una semilla de calidad (certificada o no). Los agricultores guardan los tubérculos-semillas para el ciclo siguiente, según la tasa de renovación predominante (número de años que el agricultor vuelve a comprar nuevas semillas una vez que considera que las que está usando están “degradadas” y no conviene más seguir usándolas como “semilla”).

En los países en desarrollo el mayor porcentaje (más del 90%) de los tubérculos-semillas que se usan en la producción de papa provienen del sistema tradicional. Los bajos rendimientos promedio que se obtienen en estos países se atribuyen especialmente a la falta de uniformidad en la calidad de los tubérculos-semillas que se usan. Dadas las condiciones de altura (>3000 msnm) o de aislamiento algunas de estas “semillas” son de buena calidad debido a la baja “degeneración” que ocurre en estas zonas, muchas otras sin embargo son de muy baja calidad lo que provocan los bajos rendimientos (Hidalgo, 1997)

3.8.2. MICROPROPAGACION

La FAO (2003) indica que un factor importante que obstaculiza la aplicación temprana de micropropagación en muchos programas para plantaciones forestales en gran escala es que el mejoramiento genético y la selección de los clones deseados no están lo suficientemente avanzados para que pueda contemplarse la silvicultura clonal. Los costos actualmente altos serán también un obstáculo al uso directo de la micropropagación en muchos programas. Tecnologías similares a las que se utilizan a escala comercial forestales

de gran valor, especialmente aquellas cuya propagación por esquejes es difícil. No es probable que la micropropagación se utilice para producir material de plantación de especies arbóreas no destinadas a usos industriales.

El desarrollo de las técnicas de cultivo de tejidos vegetales, aunadas al descubrimiento de las hormonas de crecimiento y diferenciación de las plantas ha permitido el desarrollo de varias técnicas de cultivo orientadas hacia la propagación de plantas que son ahora de uso corriente en muchos laboratorios de investigación del mundo y también en empresas de propagación comercial (FAO, 2003)

Según FAO (2003) estas técnicas están basadas en el hecho de que los tejidos vivos de las plantas conservan la potencialidad de dar origen a un organismo completo. Las células que conservan mejor esta potencialidad son las que están menos diferenciadas hacia una función específica, como las que están presentes en las yemas y en otros tejidos primarios de las plantas, por ejemplo los extremos de las raíces, los segmentos nodales, las semillas y algunas partes florales.

FAO (2003) afirman que el cultivo de tejidos y células vegetales tiene aplicaciones como la obtención de líneas de plantas genéticamente muy uniformes, con fines experimentales; el almacenamiento o transporte de germoplasma vegetal; el control cada vez más importante de infecciones sistémicas crónicas en las plantas mediante la obtención de plántulas libres de virus y otros agentes infecciosos.

Por mucho tiempo las técnicas de micropropagación han sido consideradas demasiado complicadas para convertirse en una opción viable para la propagación de árboles en regiones tropicales subdesarrolladas. Sin embargo, para FAO (2008) tal punto de vista es poco realista ya que existen métodos de micropropagación que sólo requieren recursos técnicos e instalaciones mínimas.

Toledo et al. (1998) indican que las plántulas in vitro, “libres de patógenos”, se usan como material inicial para los programas de semilla de papa y camote. Los métodos de micropropagación usados en estos programas dependen principalmente de su volumen de producción y de la infraestructura disponible. A continuación se describen los métodos básicos de micropropagación:

Micropropagación de nudos

Toledo et al. (1998) La Micropropagación por nudos está basada en el principio de que el nudo de una plántula in vitro, colocado en un medio de cultivo apropiado inducirá el desarrollo de la yema axilar y originará una nueva plántula in vitro. Este tipo de propagación promueve el desarrollo de una estructura morfológica preexistente. La condición nutritiva-hormonal del medio rompe la dormancia de la yema axilar y promueve su rápido desarrollo.

Toledo et al. (1998) Bajo condiciones ambientales controladas la micropropagación es rápida. Cada nudo sembrado en un medio de propagación desarrollará una plántula que ocupará todo el largo del tubo de ensayo, al cabo de aproximadamente 4 semanas para papa y 6 para camote. Las plántulas in vitro resultantes pueden ser transplantada a condiciones in vitro en pequeñas macetas en el invernadero.

Micropropagación por corte de nudos en medio líquidos

Toledo et al. (1998) Esta técnica es aplicada tanto en papa como en camote para producir rápidamente una gran cantidad de nudos. Se preparan cortes de tallo con 5 a 8 nudos, removiendo tanto el ápice como la raíz de la planta in vitro para ser propagados. Los tallos se colocan en el medio líquido de propagación correspondiente. También es posible usar nudos aislados. Después de un período de 3-4 semanas germinan los brotes y desarrolla las plantas

3.8.3. UNIDAD DE MICROPROPAGACIÓN

Una unidad de micropropagación comprende un laboratorio de cultivo de tejidos y un invernadero de producción.

En el planteamiento de una unidad de micropropagación debemos considerar los siguientes factores: el espacio disponible, el medio ambiente, los recursos financieros, el tipo de trabajo que se desarrollará y la capacidad de producción requerida.

Según la capacidad de producción y el espacio disponible podemos considerar tres tipos de unidades de micropropagación:

A pequeña escala: Las instalaciones para el trabajo in vitro pueden ubicarse dentro de una casa en particular, usando el equipo y los materiales con que cuenta y que se pueden adecuar para las labores básicas de micropropagación. Estaría destinado a micropropagar plantas para aficionados, o plantas madres a invernaderos para su posterior propagación por métodos convencionales.

A mediana escala: Se requiere diseñar, implementar y/o adecuar áreas específicas de trabajo, adquirir equipo y materiales propios para este tipo de labor, lo que permitiría incrementar la eficiencia y uniformidad de los resultados en la producción.

A gran escala: Las instalaciones y equipos deben ser diseñados en función al trabajo que desarrollarán con la tendencia a la automatización para mantener un flujo de producción óptimo.

a) Operaciones Básicas

Las operaciones básicas que se realizan normalmente en un laboratorio de cultivo de tejidos se puede resumir en:

Lavado del material de vidrio

Preparación de los medios de cultivo

Esterilización de los medios y equipos

Preparación de los explantes y transferencia aséptica de los materiales cultivados

Incubación y cremimiento de los materiales cultivados hasta su madurez

El trasplante de las plántulas enraizadas y su crecimiento posterior requiere de las condiciones e un invernadero adecuado.

b) Organización básica

El laboratorio para el cultivo de tejidos vegetales requiere de una organización básica que comprende tres áreas:

Laboratorio general provisto de espacios para trabajos independientes o comunes. Algunos equipos y materiales pueden ser de uso común para varios trabajadores a la vez (o área de preparación de medios).

Área de manipulación aséptica del material vegetal (o área de transferencia).

Área de mantenimiento de los cultivos bajo condiciones de luz, temperatura y humedad controladas (o cuartos de cultivo).

Como mínimo debe haber dos ambientes separados, uno para el lavado, esterilización, almacenaje de materiales y preparación de medios de cultivo y otro para el mantenimiento de los cultivos (cuarto de cultivo).

La cámara de transferencia puede ubicarse dentro del laboratorio general o en una habitación especialmente diseñada como cuarto de transferencia, según las condiciones disponibles.

3.9. COSTOS DE PRODUCCION

Guerra (1992) menciona que generalmente término costo se entiende como el desembolso o gasto en dinero que se hace en la adquisición de los insumos empleados para producir bienes y servicios. Este gasto está directamente relacionado con la estructura de la producción, la cual a su vez está expresada por la función de producción. Así la función de producción relaciona el producto con el nivel de insumo, y la función costo relaciona el costo de los insumos con el nivel de uso de los mismos reflejada en el nivel de producción.

Según Guerra (1992) a semejanza de las funciones de producción, las funciones de costo están referidas a un período de actividad específico. Por ello cuando se habla del costo de elaboración de un producto se trata de los gastos que en que incurre al producir una cantidad particular del producto en un período de tiempo considerado.

Los costos de producción dependen de los precios de los insumos, de la cantidad de insumos que se emplean, de la eficiencia con la que la empresa utiliza dichos insumos (tecnología) y de la escala de la empresa; afirma Guerra (1992).

3.9.1. COSTOS VARIABLES

(Warren et al. 2005) Cuando el nivel de actividades se mide en términos de unidades producidas, los costos de los materiales directos y de la mano de obra directa se clasifican por lo general como costos variables. Los costos variables son aquellos que varían en proporción a los cambio en el nivel de actividades.

(Blocher et al. 2009) el costo variable es el cambio en el costo total que se asocia con cada cambio en la cantidad del generador del costo. El generador del costo puede basarse en actividades o en volumen, aunque en la práctica, los contadores administrativos usan típicamente el término de costos variables en relación con los generadores del costo basados en volumen.

3.9.2. COSTOS FIJOS

(Warren et al. 2005) Los costos fijos son aquellos que siguen siendo los mismos en cuanto a la cantidad total de dólares a medida que cambia el nivel de actividades.

(Blocher et al. 2009) el costos fijo es la porción del costo total que no varía con la producción dentro del rango relevante. Se espera que los costos fijos totales y los costos variables unitario permanezcan aproximadamente constantes dentro del rango relevante.

3.9.3. COSTOS MIXTOS

(Warren et al. 2005) Un costo mixto tiene las características tanto de un costo variable como de un costo fijo. El método de máximos y mínimos es una técnica de estimación de costos, que usa los niveles de actividad más altos y más bajos y sus costos relacionados para estimar los costos variables por unidad y el componente del costos fijo de los costos mixtos.

(Blocher et al. 2009) el término costos mixto se utiliza para referirse al costo total que incluye costos que tienen componentes tanto variables como fijos. La determinación de si un costo es variable depende de la naturaleza del objeto de costo.

3.9.4. COSTO ESTÁNDAR

El costo estándar es un costo determinado en forma cuidadosa que una empresa y organización establece para una operación; el costo que la empresa u organización debe

erogar para efectuar la operación. El costo estándar por lo general se expresa a base de unidades (Blocher et al. 2008).

Los costos estándar se incorporan en los presupuestos y como tales pueden utilizarse para supervisar y controlar las operaciones, así como también para evaluar el desempeño (Blocher et al. 2008).

Un costo estándar prescribe un desempeño esperado. Un costo estándar completo para una operación incluye estándares establecidos de manera cuidadosa para cada elemento del costo de operación, incluida la manufactura, las ventas y las erogaciones de administración (Blocher et al. 2008).

Los sistemas de costos estándar utilizan las mismas cuentas para el inventario y para el registro de los costos de producción que los sistemas de costeo real o normal emplean. En estos términos, tienen cuentas, como almacén de materiales, mano de obra devengada, costos indirectos, trabajo en proceso, almacén de artículos terminados y costos de ventas. Los costos de producción fluyen a través de cuentas de producción y de costos de manufactura en formas que son similares a los flujos de costos en un sistema de costo real o normal. Desde luego, los sistemas de costos estándar tienen costos estándar en lugar de costos reales normalizados que fluyen a través de cuentas (Blocher et al. 2008).

3.10. RENTABILIDAD

Cuando una persona natural o jurídica, emprende un negocio, ya sea del sector agrícola, pecuario o forestal, lo hace principalmente para obtener ventajas económicas, que se ve reflejado en el incremento de sus beneficios, posibilidades de diversificación de su actividades, entre otras.

IICA-OIT (1999) mencionan que la rentabilidad es evidentemente un elemento clave para apreciar una operación comercial de cualquier tipo. La rentabilidad de cualquier operación depende de numerosos factores, y dependiendo de la etapa comercial, algunos son bien conocidos y otros inciertos. El elemento más difícil de manejar es el precio, cuando se depende de un mercado que puede fluctuar o de una calidad que es difícil de garantizar antes de la realización de las operaciones.

3.11. CARACTERISTICAS DE LA MICROPROPAGACIÓN Y SISTEMA CONVENCIONAL

En la propagación de plantas, cualquiera sea el método empleado, no se puede prescindir de un control de la calidad el cual debe abarcar aspectos patológicos, genéticos y fisiológicos. La propagación por vía vegetativa utilizando los métodos tradicionales, posee el riesgo de transmitir infecciones virales u otros patógenos.

3.11.1. MICROPROPAGACIÓN

Marin (1997) advierte que la micropropagación puede emplearse en los casos en que es necesaria una propagación clonal. Pero requiere una alta cualificación técnica y costosas instalaciones, por lo que es más adecuada en los casos en que las técnicas tradicionales, más baratas, no son eficaces. La micropropagación está indicada en los siguientes casos:

- Cuando los métodos convencionales son lentos, no convenientes, o imposibles.
- Cuando es necesaria una rápida multiplicación de genotipos seleccionados.
- Cuando es necesaria la producción de plantas libres de patógenos y termoterapia no es aplicable.

Según Santos (1989), las ventajas de las técnicas de micropropagación son:

- Reducción de los riesgos de contaminación de los cultivares en certificación al disminuir el tiempo de exposición a las infecciones.
- Reducción de los costos de producción de tubérculos-semillas de categoría básica.
- Eliminación de las inspecciones de campo y de los riesgos de accidentes climáticos (heladas, granizos, etc.)
- Fácil disponibilidad de materiales por la micropropagación y multiplicación rápida de ellos.
- Fácil eliminación de algunos patógenos en los cultivares en multiplicación.

- Posibilidad de producir y exportar materiales de alta calidad durante todo el año.

- En general, mejoramiento de la productividad y calidad de tubérculos-semillas de categorías básica y certificada producido en el país.

Además existen otros aspectos positivos en la micropropagación, pero dependerán de las especies, para Marin (1997) estos aspectos son:

- Miniaturización, ahorro de espacio, costos y labores. Las plantas cultivadas in vitro tiene un tamaño reducido, por lo que pueden cultivarse con una gran densidad, centenares de plantas por metro cuadrado de estantería, lo que supone un ahorro de espacio, de superficie de viveros, de costos de mantenimiento y labores.

- Mantenimiento del cultivo en condiciones asépticas, y con garantía de mantenimiento del estado sanitario de las plantas durante su cultivo in vitro.

- Producción durante todo el año, al ser controladas las condiciones ambientales, aunque es necesario ajustar el trasplante a vivero desde el invernadero a la época adecuada.

- Intercambio a través de fronteras, facilitado por la miniaturización y por el control de las condiciones sanitarias.

Por el contrario Mejía y Vittorelli (1988) hace referencia a las desventajas de la micropropagación: biólogos, fisiólogos, fitomejoradores o fitopatólogos.

- Requiere de infraestructura y equipamientos especiales.

- Díficil de instalar laboratorios “in vitro” donde no exista fluido eléctrico o se presenten interrupciones periódicas de éste porque se malogran los cultivos.

- La escasa literatura relacionada a la técnica de cultivo “in vitro” en nuestro medio.

3.11.2. SISTEMA CONVENCIONAL

Para Benega (2007) bajo el sistema convencional las semillas son cultivadas a campo abierto, en suelos naturales y por lo tanto el suelo, el suministro de agua y el clima del sitio

donde se encuentra el vivero deben de ser adecuados para el crecimiento de árboles. La tasa de crecimiento de las plantas y la longitud de la estación de crecimiento son fuertemente controladas por el clima donde se encuentra el vivero además que los lugares de calidad son difíciles de encontrar, y los buenos terrenos agrícolas son normalmente caros. Generalmente se requiere de una inversión económica considerable para desarrollar un vivero a raíz desnuda, independientemente de su tamaño. Los viveros bajo este sistema de producción son también muy sensibles a las economías de escala. Una vez que las operaciones se han iniciado, es muy importante operar bajo niveles cercanos a su capacidad instalada, para lograr costos unitarios de producción razonables.

Comparados con los viveros o invernaderos que producen, los requerimientos de energía y los gastos asociados son relativamente bajos, ya que los factores para la selección del sitio, que deben de ser evaluados cuando se va a establecer un vivero a raíz desnuda, es presentada por Morby (1984).

Los viveros de contenedor son menos sensibles a las economías de escala y, bajo situaciones extremas, parte o todo el vivero puede ser cerrado para reducir costos de operación, ya que estos tienen altas tasas de crecimiento, especialmente bajo condiciones ambientales controladas, por lo que los cultivos pueden ser producidos en una sola estación de crecimiento (Benega, 2007).

Desde un punto de vista de negocio, esto significa que los gerentes de los viveros pueden responder rápidamente a los cambios en el mercado además que los cultivos en invernaderos son más confiables de aquellos que se producen a cielo abierto, pero a expensas del consumo de grandes cantidades de energía (Benega, 2007).

Si se decide empezar a producir a gran escala mediante un vivero se debe de pensar muy cuidadosamente, ya que existen muchas cosas por considerar; como las consideraciones biológicas son de importancia fundamental, la falta de un sitio adecuado para la instalación es otro factor de decisión (Benega, 2007).

Los requerimientos de los consumidores, el manejo de la planta, los sistemas de transporte y el ambiente del sitio de plantación, deberán también ser evaluados, debido a que son generalmente más tolerantes al estrés, como la deshidratación, las plantas

producidas en viveros son también la mejor opción para sitios de plantación con condiciones difíciles o cuando los plantadores carecen de experiencia (Benega, 2007).

El aspecto económico también debe ser cuidadosamente estudiado, por lo que el análisis de mercado invariablemente deberá llevarse a cabo, viendo la proyección de los niveles de producción, acoplada con la inversión inicial y los costos de operación, podrán indicar el tipo de sistema más factible económicamente a diferentes volúmenes de producción. También las fuentes de energía y su costo son factores clave que tienen una influencia significativa al momento de elegir (Benega, 2007).

Finalmente, también es necesario considerar la experiencia técnica, dado que la disponibilidad de un viverista hábil puede influenciar la selección del tipo de vivero. Existen pocos programas formales de capacitación sobre manejo de viveros forestales. Sin embargo, existen varios y buenos programas en universidades locales y sobretodo en la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde se encuentra la mayor cantidad de especialistas en el área agrícola.

3.12. BIOFÁBRICA

Las biofábricas son unidades integrales adecuadas para la producción de clones, en donde se incorporan permanentemente procesos de innovación tecnológica, se usan métodos definidos de producción, se tienen definidos los procesos para la obtención de plantas a escala comercial, hay organización empresarial con uso intensivo de recursos, se fomenta la especialización de labores y se capacita constantemente buscando con ello obtener materiales de alta calidad y resultados adecuados de competitividad y sostenibilidad como actividad comercial.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. MATERIALES DE ESTUDIO

Todos los materiales de estudio están basados en datos reales, recogidas de bibliografía oficial como libros, revistas indizadas, proyectos de desarrollo de agencias nacionales e internacionales de desarrollo, artículos de páginas Web de organismos oficiales como ministerio de comercio exterior, ministerio de agricultura, y otras que brinden información actualizada y confiable.

También se recopilaron datos *in situ* de dos laboratorios de investigación de la Universidad Nacional Agraria La Molina como son: el Instituto de Biotecnología (IBT) los cuales han venido trabajando con distintos productos y métodos en micropropagación; de igual manera se ha obtenido datos del Programa Investigación y Proyección Social en Raíces y Tuberosas.

En la actualidad no se cuenta con documentos de difusión masiva actualizados sobre costos de producción de plántulas o semillas de papa; sin embargo la información que se recopila de los institutos antes mencionados son los que se usaran para el presente trabajo.

4.2. METODOLOGIA

4.2.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS

Las características de los sistemas de producción *in vitro* y del sistema convencional han sido obtenidas de trabajos de investigación realizados por especialistas en el tema, preferentemente de publicaciones en revistas científicas, también se ha entrevistado a la Dra. Lourdes Tapia y Figueroa, actual directora del Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para la parte de producción *in vitro*; de la misma manera se ha considerado los comentarios y datos brindados por el Ing. Rolando Egúsquiza Bayona, actual jefe(e) del Programa de Investigación y Proyección Social de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

4.2.2. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS

Para la determinación de los costos se ha empleado la metodología del costeo estándar, que implica tener unos estándares, y en base a éstos se asigna un valor para cada elemento que comprenden los costos. Para la estructura de costos del sistema *in vitro* y convencional

la base fue tomada del trabajo de Espinoza et al.(1996) realizado en Ecuador y auspiciado por el Centro Internacional de la Papa (CIP); sin embargo las estructuras de costo fueron ajustadas de acuerdo a las recomendaciones de la Dra. Lourdes Tapia y el Ing. Rolando Egúsquiza de la UNALM.

Para la comparación se ha empleado la estructura que tiene el Ministerio de Agricultura (MINAG) de Perú, que a través de la Dirección de Información Agropecuaria tiene datos actualizados de los costos de producción a distintos niveles de tecnología (bajo, medio y alto) en las tres regiones naturales del Perú

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN

5.1.1. RENDIMIENTO

En la mayoría de los países en desarrollo, el rol de la papa como cultivo alimenticio es limitado por lo reducido de la superficie de producción y sus bajos rendimientos. Para que contribuya más al proceso de desarrollo económico, hay que aumentar los rendimientos de la papa en las áreas tradicionales de cultivo, afirma Horton (1980).

En el Cuadro N°11 se observa el rendimiento mundial de papa, donde no existe un crecimiento sostenido durante los años 2003 – 2007, existiendo altibajos en dichos años; sin embargo se puede resaltar que el rendimiento máximo alcanzado en este período es de 17.5 t/ha, lo que se puede tomar como referente al momento de realizar las comparaciones en campo e in vitro, sobre la producción de semillas.

Cuadro N°11: Rendimiento Mundial de Producción de Papa (2003-2007)

Año	2003	2004	2005	2006	2007
Rendimiento (t/ha)	16.50	17.50	16.83	16.39	16.69

Fuente: FAOSTAT

Ahora bien, para el caso de las regiones dentro del mundo, se observa en el Cuadro N°12 que, en contradicción a la producción y al área sembrada y cosechada, Oceanía contempla los más altos rendimientos de producción de papa, seguido por América, luego por Europa, Asia y África; esto puede denotar un nivel tecnológico más alto en cada uno de los procesos de producción de papa.

Cuadro N°12: Rendimiento Mundial de Producción de Papa por Regiones, en t/ha (2003-2007)

País	Años				
	2003	2004	2005	2006	2007
África	11.17	11.44	11.07	10.83	10.92
América	25.09	25.85	25.35	25.41	25.76
Asia	15.98	16.51	15.84	14.78	14.49
Europa	16.01	17.80	17.22	17.18	18.31
Oceanía	37.06	38.08	36.62	36.95	38.55

a

Fuente: FAOSTAT

En el Cuadro N°13, observamos los rendimientos de los países de América, donde Estados Unidos tiene el mayor rendimiento de la región, con 44.59 t/ha, seguido por Canadá (31.28), Argentina (28.68 t/ha), México (27.06 t/ha) y Panamá (26.26 t/ha), durante el año 2007. Existe una marcada diferencia entre Estados Unidos y los que siguen en la lista antes mencionada, esto debido a un sin número de factores como la tecnología usada en los procesos e insumos y los climas en las regiones donde se cultiva. Así mismo, Perú dentro de la región americana se encuentra por debajo de la segunda mitad de los mejores rendimientos, con 12.62 t/ha para el año 2007.

**Cuadro N°13: Rendimiento Mundial de
Producción de Papa por Países de América, en t/ha
(2003-2007)**

País	Años				
	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	27.93	28.87	28.39	28.58	28.68
Bahamas	--	--	--	--	--
Belice	6.08	13.70	11.17	13.16	7.59
Bermudas	22.00	25.00	23.43	22.50	24.44
Bolivia	5.71	5.64	5.67	5.58	5.37
Brasil	20.34	21.35	22.01	22.38	24.04
Canadá	29.20	30.49	28.38	32.18	31.28
Chile	19.53	19.21	20.06	22.02	15.24
Colombia	16.44	17.26	17.49	15.08	16.99
Costa Rica	25.35	24.44	24.36	23.58	23.53
Cuba	23.97	26.40	25.42	24.64	14.71
Dominica	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
República Dominicana	18.36	17.96	20.66	22.21	21.63
Ecuador	7.49	7.16	6.97	6.98	6.80
El Salvador	22.77	28.88	22.12	22.05	21.85
Guadalupe	--	--	--	--	--
Guatemala	22.57	25.58	26.84	23.88	23.04
Haití	13.22	12.95	13.22	11.36	11.36
Honduras	18.11	17.27	16.19	16.30	16.30
Jamaica	14.91	15.63	15.61	16.68	16.43
Martinica	--	--	--	--	--
México	25.43	24.24	25.97	24.86	27.06
Montserrat	3.50	3.50	3.50	3.50	3.33
Nicaragua	13.18	13.33	13.48	13.83	13.75
Panamá	22.93	22.47	20.05	27.67	26.46
Paraguay	6.40	6.33	6.24	6.47	6.50
Perú	12.19	12.19	12.46	12.45	12.62
San Cristóbal y Nieves	12.31	12.31	12.50	13.75	14.00
Estados Unidos de América	41.10	43.80	43.72	43.67	44.59
Uruguay	16.27	15.99	18.93	17.27	14.94
Venezuela	18.91	18.57	18.30	18.67	18.57

Fuente: FAOSTAT

A continuación mostraremos en el Cuadro N°14 los rendimientos de la producción de papa en Perú, donde se verifica que el rendimiento nacional para el año 2007 fue de 12.62 t/ha, que es un valor por debajo del rendimiento mundial, y hasta tres veces menor que el rendimiento de Oceanía para ese mismo año. Al igual que el rendimiento mundial, esto

denota que aún siendo Perú uno de los países de origen de la papa, se tienen rendimientos bajos.

Cuadro N°14: Rendimiento de Producción de Papa en Perú, en t/ha (2003-2007)

Departamento	Años				
	2003	2004	2005	2006	2007
Amazonas	13.81	12.95	13.82	14.84	14.71
Ancash	9.94	9.30	10.08	10.08	10.45
Apurímac	10.89	10.09	10.41	10.20	10.46
Arequipa	24.06	25.33	23.62	26.42	28.90
Ayacucho	12.56	9.25	11.46	13.28	13.30
Cajamarca	10.71	11.48	11.49	11.09	10.87
Cuzco	7.64	8.00	8.52	9.54	9.71
Huancavelic	9.09	8.76	9.20	8.98	9.34
^a Huánuco	12.39	13.27	12.46	12.86	13.51
Ica	32.31	30.50	31.41	31.27	31.62
Junín	15.71	14.76	14.68	15.61	14.15
La Libertad	15.75	15.17	17.33	15.23	14.34
Lambayeque	6.18	7.87	7.13	7.33	7.37
Lima	23.10	26.86	25.42	25.36	24.18
Loreto	--	--	--	--	--
M. De Dios	--	--	--	--	--
Moquegua	10.90	13.01	12.34	12.55	13.15
Pasco	13.69	11.97	13.78	13.21	10.18
Piura	10.18	11.22	12.29	12.24	11.55
Puno	10.24	9.23	10.42	9.88	9.90
San Martín	--	--	--	--	--
Tacna	14.54	15.39	17.44	16.71	17.73
Tumbes	--	--	--	--	--
Ucayali	--	--	--	--	--
Total Nacional	12.19	12.19	12.46	12.45	12.62

Fuente: Dirección General de Información Agraria (MINAG)

Acercándonos más a la realidad nacional peruana, en el cuadro precedente, los departamentos de Ucayali, Tumbes, San Martín, Madre de Dios y Loreto no presentan registros de rendimientos, ya que en estos departamentos no existe una producción de papa.

Ahora bien, respecto a los departamentos productores de papa, es Ica el departamento que mayores rendimientos tiene, llegando a 31.62 t/ha en el año 2007, seguido por Arequipa con 28.9 t/ha para ese mismo año.

En contraste a los mayores rendimientos, vemos que el departamento de Lambayeque tiene un rendimiento de 7.37 t/ha y Huancavelica con 9.34 t/ha, ambos para el año 2007.

Así, con valores mínimos y máximos, el rendimiento promedio de Perú para el año 2007 fue de 12.62 t/ha, 12.45 t/ha para el 2006. 12.46 t/ha para el 2005 y 12.19 t/ha para los años 2004 y 2003.

5.1.2. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Luego de haber analizado el rendimiento de la papa, en general, sin destacar si la producción fue papa de primera o segunda calidad, en el Cuadro N°15 se muestra la producción mundial de semilla de papa en los años desde 2003 al 2007. Se observa que la producción de semilla de papa ha sufrido un decrecimiento en los cinco años mencionados; pasamos de 34,419,397 toneladas en el año 2003 a 30,309,745 toneladas en el año 2007; lo que significa un decrecimiento de 12%. Sin embargo, la producción de mayor toneladas de semillas de papa durante este período fue de 34,419,397 toneladas en el año 2003, lo cual está en correlación a lo mostrado en el Cuadro N°11, ya que parte de la semilla producida en el año 2003 sirve para la producción del año 2004, donde se obtuvo el mayor rendimiento dentro del período en mención (17.5 t/ha)

Cuadro N°15: Producción Mundial Semillas de Papa, en toneladas (2003-2007)

Año	2003	2004	2005	2006	2007
Semillas (t)	34,419,397	34,150,581	32,005,576	32,702,285	30,309,745

Fuente: FAOSTAT

Para Fano (1997) cada una de las subregiones de América Latina usa su disponibilidad interna de papa principalmente en la alimentación de su población. Un porcentaje muy bajo se destina a la alimentación del ganado. Sin embargo, un porcentaje importante de dicha disponibilidad es desperdiciado, ya sea por el deterioro en la manipulación o por un mal almacenamiento. En los países andinos este desperdicio alcanza el 11% de la oferta anual, aunque probablemente se esté incluyendo un volumen importante de papa procesada artesanalmente.

La semilla constituye un importante destino de la producción de papa, afirma Fano (1997). Cada una de las subregiones de América Latina vuelve a sembrar un décimo de su disponibilidad anual de papa en cada subsiguiente campaña. En términos físicos, cada año se emplean como semilla 90 toneladas de papa en América Central y el Caribe, 611 mil en la subregión andina y 501 mil en el cono sur.

Los países que emplean los más altos volúmenes de tubérculos-semilla son Brasil, Bolivia, Perú y Colombia, aunque son los países con mayor superficie cosechada de papa. En términos porcentuales, Bolivia emplea en semilla el 28% de su disponibilidad interna de papa, seguido por Guatemala (17%) y Brasil(15%), según Fano (1997).

La producción mundial de semillas de papa presenta diferencias entre cada año, como se observa en el Cuadro N°15, esto debido a varios factores, específicos para cada región.

Cuadro N° 16: Producción Mundial de Semillas de Papa por Regiones, en toneladas (2003-2007)

Región	Años				
	2003	2004	2005	2006	2007
África	1,493,349	1,528,900	1,482,798	1,659,132	1,651,006
América	2,866,803	2,693,594	2,715,262	2,861,227	2,620,256
Asia	7,853,500	8,201,572	7,117,252	8,051,099	7,995,906
Europa	22,035,359	21,556,092	20,519,817	19,960,276	17,871,627
Oceanía	170,384	170,420	170,445	170,550	170,950

Fuente: FAOSTAT

Vemos en el Cuadro N°16 que la producción en América alcanzó los dos millones y medio de toneladas en año 2007, significando un descenso del 8% respecto del año 2006. En el caso de África un descenso de -0.5%, -0.7% para Asia y -10.5% para Europa; haciendo que la producción mundial descienda 4% en el año 2007 respecto al 2006.

Según Horton (1980), el aumento de la producción puede venir de dos fuentes: expansión de la superficie bajo cultivo, e incrementos en los rendimientos. Para el sector agropecuario en total, hay otra posibilidad: intensificación de los patrones de cultivos (sustitución de cultivos menos productivos por otros de mayor productividad). Históricamente, en los países en desarrollo, la fuente principal de crecimiento agrícola ha sido la expansión de la superficie cultivada. Pero en el futuro, el crecimiento tendrá que

venir más y más de incrementos en los rendimientos e intensificación de los sistemas de cultivo.

Cuadro N°17: Producción Mundial de Semillas de Papa por Países de América, en toneladas (2003-2007)

País	Años				
	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	63,902	58,500	58,500	58,500	58,500
Bolivia	178,710	180,000	180,000	182,000	182,000
Brasil	257,005	256,721	253,517	266,040	260,692
Canadá	320,000	292,000	300,000	400,000	300,000
Chile	89,340	83,430	94,800	82,114	83,964
Colombia	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000
Costa Rica	3,128	3,074	2,366	2,807	2,690
Cuba	12,451	12,316	11,615	9,769	11,000
Dominica	12	12	12	12	12
República Dominicana	2,049	2,401	1,906	1,932	1,932
Ecuador	64,204	21,528	54,525	47,825	45,160
El Salvador	140	164	232	237	237
Guadalupe	--	--	--	--	--
Guatemala	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Haití	880	900	880	880	880
Honduras	2,671	2,866	2,866	2,866	2,866
Jamaica	650	693	718	637	637
México	54,278	52,812	49,520	52,494	49,117
Nicaragua	1,125	1,150	1,175	1,200	1,200
Panamá	213	190	166	188	252
Paraguay	124	136	152	160	160
Perú	316,416	313,274	321,475	312,448	268,160
Estados Unidos de América	1,300,000	1,205,000	1,174,000	1,232,590	1,145,590
Uruguay	9,058	8,742	8,997	8,321	7,000
Venezuela	25,444	32,683	32,838	33,205	33,205

Fuente: FAOSTAT

El desagregado por países de América de producción de semillas de papa, en el Cuadro N° 17 se muestra que nuevamente Estados Unidos ocupa el primer lugar con 1,145,590 toneladas, seguido de Canadá con 300,000 toneladas y en tercer lugar encontramos a Perú con 268,160 toneladas; todos para el año 2007. Como se mostró en la justificación, que Perú sea el tercer país productor de semilla de papa, merece la importancia debida al presente estudio.

5.1.3. COSTOS DE PRODUCCION

Los costos de producción tanto para es sistema convencional como para la micropropagación corresponden a datos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, que posee áreas de terreno donde se cultiva la papa y también el Instituto de Biotecnología (IBT) donde se comercializa papa micropropagada a pequeños agricultores además de realizar importantes trabajos de investigación al respecto.

5.1.4. COSTOS DE PRODUCCION IN VITRO

Los costos de producción de plántulas de papa in Vitro están basados en la experiencia del Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, quienes tienen experiencia en la propagación a nivel comercial de otras especies.

Cuadro N° 18: Costos de Producción de Plántulas de Papa in Vitro (26,000 plántulas)

Rubro	Costo (US\$)	% del total
Personal	1,235.00	23%
Insumos (Producción de 60 litros de medio)	751.78	14%
Control de calidad	0.00	0%
Otros	75.20	1.4%
Materiales(Depreciación)	1,109.31	21%
Equipo(Depreciación)	1,150.85	21%
Servicios	13.33	0.25%
Mantenimiento de Equipo	736.42	14%
Gastos Administrativos	315.84	6%
Costos Totales	5,387.73	100%

Fuente: IBT – UNALM

Como observamos en el Cuadro N°18, para la producción in vitro de plántulas de papa, es el personal que tiene un porcentaje de 23% del total de los costos, pues se trata de personal técnico, con capacitación en el área, luego los equipos y materiales usados tienen un porcentaje de uso del 21% cada uno.

Dentro del Personal, se considera un jefe responsable, el cual dedica 1% a la producción de las plántulas de papa, también está un jefe responsable de laboratorio quien dedica un 40%, un técnico de laboratorio quien dedica 10% de su tiempo de trabajo en el laboratorio, finalmente se encuentran los tesisistas quienes dedican un 20% de su tiempo para la producción de las plántulas de papa.

En los insumos, básicamente se considera todo lo necesario para la preparación del medio de cultivo; éstos son todos consumibles, es decir que se usarán en 100% para la producción de las plántulas. Sin embargo, según Tapia y Figueroa (2009), los medios de cultivo pueden ser adquiridos o mandados a preparar en laboratorios locales especializados para estos fines.

Respecto al control de calidad, algunos laboratorios consideran este paso dentro del proceso de producción de las plántulas de papa, pero en el caso del IBT no es necesario pues, el material para la micropropagación es adquirido en el Centro Internacional de la Papa, que ya tiene una certificación que asegura la serología adecuada para proceder a la micropropagación sin perjuicio de la calidad de las plántulas micropropagadas (Tapia y Figueroa, 2009).

Seguidamente del control de calidad encontramos a los Materiales, que incurren en un 21% del costo total de producción de las plántulas de papa, pero podrían ser menos pues muchos de los materiales son usados varias veces para el caso de producción de 26 mil plántulas. Inclusive algunos envases de laboratorio pueden ser reemplazados por otros envases de productos alimenticios, sin que esto desmerezca los cuidados de calidad y cantidad.

Para el caso de los equipos usados, se ha considerado los costos de depreciación de cada uno de ellos como son: peachimetro, plato calentador, dispensador, agitador magnético, destilador, higrotermógrafo, autoclave, etc. Por la complejidad de alguno de los equipos, los equipos incurren en un 21% del costo total de producción de plántulas de papa.

El pago de los servicios (teléfono) es considerado como un 0.25% del total de los costos, esto a experiencia de los pagos que se hacen mensualmente, además que los servicios son compartidos con las personas de otros proyectos de investigación.

Finalmente, también se consideran costos para el mantenimiento, construcciones y equipos, además de los gastos administrativos y el costo de capital variable.

Por lo tanto, para poder generar 26000 mil plántulas de papa in vitro, el costo será de US\$ 5,387.73, obteniéndose un costo por plántula de US\$ 0.21 dólares.

5.1.5. COSTOS DE PRODUCCION SISTEMA CONVENCIONAL

Para Egúsquiza (2000) en el sistema tradicional la producción y distribución de semilla se realiza en localidades que se reconocen como favorables por producir semilla que garantiza buenos rendimientos. Las zonas semilleras tradicionales generalmente están localizadas en las partes altas de la sierra. La producción tradicional de semilla puede mejorarse aplicando los siguientes métodos de selección: selección positiva y selección negativa.

Cuadro N° 19: Costos de Producción de Semillas de Papa por Sistema Convencional para 5.5 has.

Rubro	Total (US\$/Ha)	% del total
Personal	412.97	12%
Insumos		
Semilla	1080.00	30%
Fertilizantes	741.67	21%
Agroquímicos y otros	414.17	12%
Otros	156.00	4%
Combustible vehículo	61.66	2%
Combustible tractores	266.36	7%
Equipo de Campo	56.04	2%
Vehículo (depreciación)	85.09	2%
Maquinaria Agrícola (depreciación)	101.90	3%
Servicios (teléfono)	0.05	0%
Mantenimiento de equipos y maquinaria	74.23	2%
Gastos administrativos	113.62	3%
Costo Total	3569.03	100%

Fuente: IBT – UNALM

Vemos en el Cuadro N° 19, que el mayor porcentaje de los costos recae sobre la semilla, lo que hace que cualquier variación en este rubro sea significativamente apreciable en el costo total, seguidamente tenemos a los fertilizantes que representan un 21% del costo total de producción. Según Egúsquiza (2009), este rubro puede variar dependiendo del jefe de campo, quien decide desde la marca del producto, la cantidad y la forma de aplicación. Respecto a la semilla, se tiene en cuenta que el costo de éstos varían según cada uno de los tipos de semilla (certificada, común, etc).

Otro punto que tiene el mismo porcentaje de participación dentro de los costos para la forma convencional; es el de los agroquímicos y fertilizantes, pues es necesario para asegurar la calidad de los productos finales, y evitar pérdidas por enfermedades, hongos o parásitos.

Los demás costos son necesarios, pero depende del manejo, las condiciones climáticas y la presencia de plagas y enfermedades para incrementar los costos en los demás rubros. Para el presente caso, en el Fundo de la UNALM, los productos químicos se usan en forma medida y para casos muy puntuales.

Finalmente, para producir 5.5 hectáreas de papa básica se requiere una inversión de US\$ 3569.03 dólares, que aplicando al concepto de costo unitario por hectárea, el costo es de US\$ 648.92 dólares.

5.2. RENTABILIDAD

5.2.1. RENTABILIDAD DEL SISTEMA IN VITRO

Según Egúsquiza (2009), al emplear la semilla prebásica para producir un lote de semillas que se utilizarán en el terreno (semillas básicas); se separa un tercio de una hectárea para poder realizar este tipo de labores.

Así, afirma Egúsquiza (2009), de una planta proveniente de micropropagación, se obtienen en promedio 8 minitubérculos, y de cada plantación de minitubérculo se obtiene un aproximado de 0.8 kilogramos de semilla básica. Con estos costos unitarios de producción, se obtienen rendimientos y mejores precios, como podemos observar en cuadro siguiente.

Cuadro N°20: Rendimiento y Precios de Producción de Papa con Plántulas in vitro

Tipo	Precio (US\$/Kg)	%	Kg	Total (US\$)
Papa-semilla básica	0.30	70.00%	89,730.25	26,919.07
Papa comercial	0.13	25.00%	32,046.52	4,166.05
Pérdidas procesamiento	0.08	5.00%	6,409.30	512.74
Total		100%	128,186.07	31,597.87

Fuente: Egúsquiza (2009)

Para el caso de producción de papa, teniendo como parte del proceso a las semillas obtenidas a través de plántulas in vitro, el rendimiento, aumenta un 13% con respecto a la producción tradicional.

En el Cuadro N°20 observamos que un gran porcentaje es de papa-semilla, ya que mediante las plántulas de papa, se logra obtener semillas básicas de calidad y uniformes, también la papa comercial es de primera calidad, esto origina que los precios pagados por estos productos sean un poco más altos que los ofrecidos por las papas producidas mediante el método convencional.

De las ventas totales, que ascienden a US\$ 31,597.87 dólares, de donde se desprende que los beneficios netos por la producción de las 5.5 hectáreas es de US\$ 18,085.22 dólares (3,288.288US\$/ha), lo cual origina un retorno de 152%.

Finalmente teniendo un costo de producción es de US\$ 7169.60 dólares por hectárea, el cual al ser dividido entre 89,730.25 kg, que corresponden al 70% de producción por hectárea destinado a la papa-semilla. Finalmente se obtiene que el Costo Unitario de Semilla Básica de 0.06 US\$ por kg de semilla básica.

5.2.2. RENTABILIDAD DEL SISTEMA CONVENCIONAL

Bajo los mismos parámetros de los costos de producción para 5.5 hectáreas de papa básica, se obtiene la siguiente producción:

Cuadro N° 21: Rendimiento y Precios de Producción de Papa bajo Sistema Convencional

Tipo	Precio (US\$/Kg)	%	Kg	Total (US\$)
Papa-semilla	0.30	59.03%	66,960.00	20,088.00
Papa comercial	0.13	17.22%	19,530.00	2,538.90
Rechazo (alimento animal)	0.11	17.45%	19,800.00	2,178.00
Pérdidas procesamiento	0.00	6.30%	7,149.00	0.00
Total		100%	113,439	24,804.9

Fuente: Fundo - UNALM

Del Cuadro N°20 observamos que un 59% de la producción de papa está dirigida hacia la reposición de la papa-semilla, un 17% es la papa comercial, y el resto son las papas de

rechazo, que son vendidas para alimento de cerdos; y un porcentaje es el que se pierde por el procesamiento en la cosecha y simplemente son dejados en el campo.

De las ventas totales, que ascienden a US\$ 24,804.9 dólares, de donde se desprende que los beneficios netos por la producción de las 5.5 hectáreas es de US\$ 7,372.8 dólares (1,353.9 US\$/ha), lo cual origina un retorno a la inversión de 42.29%.

Finalmente teniendo un costo de producción es de US\$ 3,156.2 dólares por hectárea, el cual al ser dividido entre 12,175.0 kg, que corresponden al 59% de producción por hectárea destinado a la papa-semilla. Finalmente se obtiene que el Costo Unitario de Semilla Básica de 0.26 US\$ por kg de semilla básica.

5.3. COMPARACIÓN

A continuación se muestra el Cuadro N° 22, donde se combinan los dos productos finales en los costos de producción para 01 hectárea.

Cuadro N° 22: Comparación de costos entre Sistema de Micropropagación y Convencional para la Producción de Papa

Rubros	Unidad de medida	Semilla de Sistema Convencional			Semilla de In Vitro		
		Cantidad	Precio unitario (US\$)	Costo total (US\$)	Cantidad	Precio unitario (US\$)	Costo total (US\$)
I. COSTOS DIRECTOS				1,894.75			1,194.59
INSUMOS				1,713.17			1,013.01
Semilla	kg.	2200	0.15	335.37	2200	0.15	335.37
Fertilizantes							
Urea	kg.	444	0.35	157.02	444	0.35	157.02
Fosfato Di Amonico	kg.	435	0.36	155.17	435	0.36	155.17
Sulfato de Potasio	kg.	360	0.37	131.71	360	0.37	131.71
Materia Organica	kg.	20000	0.01	116.19	20000	0.01	116.19
Abono Foliar Varios	Lt / kg	26	3.81	99.09	26	3.81	99.09
Pesticidas							
Vydate	Lt	1	28.05	92.00	1	0.00	0.00
Sulfa 80	Kg	4	3.66	92.00	4	0.00	0.00
Sencor	Lt.	0.50	41.77	20.88	0.50	0.00	0.00
Carbodan	Lt.	0.50	22.87	11.43	0.50	0.00	0.00
Stermin	Lt	4.00	9.76	39.02	4.00	0.00	0.00
Break Thru	Lt.	1	45.73	45.73	1	0.00	0.00
Cyperklin	Lt.	2	26.22	52.44	2	0.00	0.00
Spider	Lt.	1	91.46	91.46	1	0.00	0.00
Padan	800 gr	1	17.99	17.99	1	0.00	0.00
ciomas	sobre 70 gr.	4	22.87	91.46	4	0.00	0.00
Pointiac	Kg	6	20.73	124.39	6	0.00	0.00
Aceite carrier	Lt	1	5.49	5.49	1	0.00	0.00
Cupravit	kg	2	7.93	15.85	2	0.00	0.00
Agua	m3/há	8000	0.00231	18.47	8000	0.00231	18.47

continua...

Rubros	Unidad de medida	Semilla de Sistema Convencional			Semilla de In Vitro		
		Cantidad	Precio unitario (US\$)	Costo total (US\$)	Cantidad	Precio unitario (US\$)	Costo total (US\$)
Preparación de Terreno							
Despaje Junta y Quema	Jornal	2	3.05	6.10	2	3.05	6.10
Riego de Machaco	Jornal	1	3.05	3.05	1	3.05	3.05
Limpia de Canales y Acequias	Jornal	2	3.05	6.10	2	3.05	6.10
Siembra							
Siembra	Jornal	6	3.05	18.29	6	3.05	18.29
Resiembra	Jornal	1	3.05	3.05	0	3.05	0.00
Labores Culturales							
Deshierbos	Jornal	3	3.05	9.15	3	3.05	9.15
Incorporación de Materia Organica	Jornal	2	3.05	6.10	2	3.05	6.10
Abonamiento (01)	Jornal	6	3.05	18.29	6	3.05	18.29
Abonamiento (02)	Jornal	4	3.05	12.20	4	3.05	12.20
Tomeo	Jornal	1	3.05	3.05	1	3.05	3.05
Riegos	Jornal	10	3.05	30.49	10	3.05	30.49
Tratamiento Fitosanitario	Jornal	8	3.05	24.39	8	3.05	24.39
Aplicación Herbicida	Jornal	2	3.05	6.10	2	3.05	6.10
Cosecha del Cultivo							
Cosecha	Jornal	70	3.05	213.41	70	3.05	213.41
MECANIZACION				82.32			
Preparación de Terreno							
Aradura	hr-máq	3	13.72	41.16	3	13.72	41.16
Gradeo	hr-máq	2	13.72	27.44	2	13.72	27.44
Surcado	hr-máq	1	13.72	13.72	1	13.72	13.72
OTROS				80.79			
Cosechadora	hr-máq	1	24.39	24.39	1	24.39	24.39
Nivelación	hr-máq	1	13.72	13.72	1	13.72	13.72
Tapado de Semilla Siembra	caballo Ha.	1	15.24	15.24	1	15.24	15.24
Aporque	hr-máq	2	13.72	27.44	2	13.72	27.44
II- COSTOS INDIRECTOS				473.69			
Asistencia Técnica (5% C.D)				94.74	59.73		
Gastos Administrativos (5% C.D)				94.74	59.73		
Gastos Financieros (10 % C.D)				189.47	119.46		
Gastos Varios (5% C.D)				94.74	59.73		
COSTO DE PRODUCCION (I + II)				2,368.43	1,493.23		

Fuente: IBT y Fundo (UNALM)

Como vemos en el Cuadro N° 22, cuando se trabaja con semillas producidas de las técnicas in vitro, no se incurre en gastos de plaguicidas, pues por la adecuada manipulación y serología de las plántulas desde el laboratorio y el invernadero favorecen a que la planta esté libre de plagas.

El Cuadro N°22 muestra los cambios en la estructura de costos comparado para los dos sistemas de obtención de semilla, el de micropropagación y el convencional; en el primer caso el costo de producción por hectárea llega a US\$ 1,493.23 dólares y para el sistema convencional el costo total por hectárea es de US\$ 2,368.43 dólares, existiendo una diferencia de US\$ 875.20 dólares.

La diferencia se nota mucho más cuando se trabajan terrenos que están por encima de las 10 hectáreas, por el nivel tecnológico y por las necesidades de mayores costos de producción.

VI. CONCLUSIONES

1. El uso de plántulas micropropagadas en procesos productivos de papa, aumentan las ganancias para el agricultor hasta en un 70% y aseguran una disponibilidad de semillas durante todo el año y a la más alta calidad.
2. El uso de plántulas de papa micropropagadas aumenta hasta 13 % los rendimientos de producción a gran calidad, logrando inclusive a obtener mejores precios.
3. Los costos estimados para un sistema de micropropagación es mayor al sistema convencional, pero las ventajas son, a mediano y largo plazo, más significativos que el sistema convencional.
4. Cuando se usa semilla obtenida de la micropropagación, los costos de producción de papa disminuyen hasta en 40%, con respecto a si es que se usa la semilla obtenida por sistema convencional.
5. Un sistema convencional o tradicional de producción de papa bien manejado puede alcanzar rendimientos cercanos a los de la micropropagación, pero requieren más trabajo.
6. Se debe usar la micropropagación para otros cultivos donde aplique este sistema, a fin de lograr rentabilidad en los proyectos o negocios relacionados a éstos.
7. El precio de plántulas micropropagadas en los laboratorios de institutos y laboratorios de universidades es menor que en laboratorios comerciales, por los costos hundidos que presenta en su estructura de costos; sin disminuir los estándares de calidad, cantidad y sanidad que deben de tener este tipo de productos.
8. Aprovechar el potencial de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con el Instituto de Biotecnología y el Programa de Investigación y Proyección Social en Raíces y Tuberosas para lograr mejores resultados para los agricultores.

VII. RECOMENDACIONES

1. Comparar costos de producción para el sistema de producción in vitro y el sistema convencional de papa durante períodos más relevantes, como campañas agrícolas.
2. Analizar, bajo la misma metodología, la comparación de costos en distintos sistemas de propagación de otros cultivos de importancia nacional, especialmente productos de exportación.
3. Difundir más las herramientas biotecnológicas, como la micropropagación, a nivel comercial, lo cual generará mayor rentabilidad en los que la usen.
4. Realizar una estructura de costos más detallada para diferentes sistemas de propagación en la papa, pues no existe información actualizada para otros sistemas de propagación como el aeropónico e hidropónico, entre otros.
5. Generar proyectos de laboratorios de micropropagación a nivel comercial y no sólo de investigación, de distintos productos y variedades vegetales.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, M. 1996. La Biofábrica, una Necesidad para el Desarrollo de la Agricultura. Congreso sobre Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria y Forestal: Agrosocioeconomía y desarrollo rural. Managua NI. 86 p.
- Benega, R. 2007. Sobre la Micropropagación (entrevista). Lima PE, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Blocher, E. Stout, D. Cokins, G y Chen, K. 2008. Administración de Costos: Un enfoque estratégico. McGraw Hill. México D.F. MX. 728 p.
- Egúsquiza, B. 2000. La Papa: Producción, Transformación y Comercialización. Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina, Convenio MSP Adex-USAID y Asociación de Exportadores(ADEX). Lima PE. 194 p.
- Egúsquiza, B. 2009. Producción de Semillas de Papa (entrevista personal). Lima, PE, Programa de Raíces y Tuberosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Espinoza, P. Crissman, C. Hibon, A. 1996. Contabilidad para los Costos de Producción de Semilla de Papa: Un mecanismo de administración con base en una hoja de cálculo computarizada. Centro Internacional de la Papa (CIP) - INIAP. Quito EC. 33 p.
- Fano, H. 1997. Aspectos Socioeconómicos de la Producción y Distribución de los Tubérculo-Semillas en América Latina y el Caribe. En: Producción de Tubérculos-Semillas de Papa. Hidalgo, O (ed.). Centro Internacional de la Papa (CIP). Manual de Capacitación. Lima PE. Fascículo 1.1
- FAO. 2003. Biotecnología Agrícola para Países en Desarrollo: Resultados de un foro electrónico. Ruane, J. Zimmermann, M.(coordinadores del foro). Roma IT. 123 p.
- FAO. 2004. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 2003-04. Roma IT. 227 p.
- FAO. 2008. La Biotecnología en la Alimentación y la Agricultura: Declaración de la FAO sobre Biotecnología. En línea. Roma. FAO. 11 de enero de 2008. Disponible en www.fao.org/biotech.

- Guerra, G. 1992. Manual de Administración de Empresas Agropecuarias. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José-CR. 352 p.
- Hidalgo, O. 1997. Conceptos Básicos sobre la Producción de Semillas de Papa y sus Instituciones. En: Producción de Tubérculos-Semillas de Papa. Hidalgo, O (ed.). Centro Internacional de la Papa (CIP). Manual de Capacitación. Lima PE. Fascículo 5.1
- Hidalgo, O. 1997. Producción de Semilla Básica por Selección Positiva, Negativa y Clonal. En: Producción de Tubérculos-Semillas de Papa. Hidalgo, O (ed.). Centro Internacional de la Papa (CIP). Manual de Capacitación. Lima PE. Fascículo 5.2
- Horton, D. 1980. Factores Económicos relacionados con la producción de la papa en países en desarrollo. Centro Internacional de la Papa. Lima PE. 9 p.
- Horton, D. 1988. Las papas en los países en desarrollo. Revista Latinoamericana de la Papa 1(1): 9-17.
- Horton, D. 1980. Partial Budget Analysis for On-farm Potato Trials. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima PE. 13 p.
- Horton, D. 1992. Potatoes, Production, Marketing, and Programs for Developing Countries. Trad. H Marrapodi y F Vilaró. Lima PE, Centro Internacional de la Papa y Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. 260 p.
- Horton, D. 1992. Potatoes, Production, Marketing, and Programs for Developing Countries. Trad. H Marrapodi y F Vilaró. Lima PE, Centro Internacional de la Papa y Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. 260 p.
- Mejía, R. y Vittorelli, C. 1988. Cultivo in Vitro de Plantas de Papa: Manual de Laboratorio. Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Agroindustrial. Cali CO. 111 p.
- Morby, F. 1984. Nursery Site Selection, Layout, and Development. Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Boston, US. Kluwer Academic Publishers. 34p.

- Sasson, A. 2006. Plant and Agricultural Biotechnology. Coordinación de Ciencia y Tecnología de Nuevo León. Nuevo León MX. 444 p.
- Tapia y Figueroa, M. 2009. Micropropagación de Papa (entrevista personal). Lima, PE, Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Toledo J, Espinoza N, Golmirzaie A. 1998. Cultivo de Tejidos: Manejo de Plántulas in Vitro en la Producción de Semilla de Papa. Centro Internacional de la Papa. Manual de Capacitación. Lima PE. 46 p.
- Warren, C. Reeve, J y Fess, P. 2005. Contabilidad Administrativa, Octava Edición. México D.F. MX. 602 p.

IX. ANEXOS

ANEXO N°01: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLANTUALS DE PAPA POR EL METODO IN VITRO

Lugar: IBT - UNALM Variedad: Canchan

Rubro	Unidad	Precio (US\$/unidad)	Coef. de ponderación	Cantidad	Valor (US\$)	Total	% del total
PERSONAL						1,235.00	23%
Responsable (jefe)	Ph.D.	3,500.00	0.01	1.00	35.00		
Responsable (laboratorio)	Ing.	1,800.00	0.4	1.00	720.00		
Jornales	Hombre	800.00	0.1	3.00	240.00		
Becarios	Estudiante	600.00	0.2	2.00	240.00		
INSUMOS (Producción de 60 litros de medio)						751.78	14%
Sucrosa	gr.	0.04	1.0	960.00	40.32		
Agar	gr.	0.20	1.0	240.00	48.00		
Sales Basales	frasco	1.74	1.0	32.00	55.68		
Acido gliberélico	mg.	0.03	1.0	6.40	0.19		
Pantotenato de Ca	mg.	0.00	1.0	64.00	0.00		
Agua destilada	litros	0.09	1.0	35.00	3.19		
HCl	ml.	0.02	1.0	15.00	0.36		
Hidróxido de potasio	ml.	0.01	1.0	15.00	0.08		
Parafilm	m	1.71	1.0	10.00	17.05		
Alcohol	litros	0.68	1.0	35.00	23.87		
Algodón	lb	3.05	1.0	5.00	15.25		
Hojas bisturí	número	1.72	1.0	300.00	514.80		
Cinta autoclave	rollo	3.30	1.0	10.00	33.00		
Control de calidad						0.00	0%
Serología	muestra	0.00	0.0	0.00	0.00		
Otros						75.20	1%
Aseo	Varios	752.00	0.1	1.00	75.20		

continua...

Rubro	Unidad	Precio (US\$/unidad)	Coef. de ponderación	Cantidad	Valor (US\$)	Total	% del total
MATERIALES (Depreciación)						1,109.31	21%
Tubos ensayo	unidad	1.14	0.1	203	23.11		
Cajas petri	unidad	21.04	0.1	7	14.20		
Beakers (100 ml)	unidad	8.07	0.1	27	21.78		
Beakers (1000 ml)	unidad	21.48	0.1	27	58.01		
Probetas (1000 ml)	unidad	63.57	0.1	3	17.16		
Probetas (500 ml)	unidad	35.71	0.1	7	24.11		
Probetas (100 ml)	unidad	45.50	0.1	7	30.71		
Pipetas (1 ml)	unidad	1.09	0.1	14	1.47		
Pipetas (10 ml)	unidad	1.58	0.1	14	2.13		
Matraces (10 ml)	unidad	39.17	0.1	5	21.15		
Mangos bisturí	unidad	29.34	0.1	22	63.37		
Pinzas	unidad	13.34	0.04	14	7.20		
Espátulas	unidad	55.42	0.1	3	8.98		
Mecheros alcohol	unidad	5.93	0.3	3	4.00		
Magentas	unidad	2.84	0.2	1,350	765.77		
Tijeras	unidad	16.30	0.1	1	2.20		
Marcadores	unidad	6.11	0.3	7	13.62		
Bandejas	unidad	4.89	0.1	20	9.90		
Mandiles	unidad	15.00	0.3	4	20.05		
Barras Magnéticas	unidad	1.14	0.04	8	0.37		
EQUIPO (Depreciación)						1,150.85	21%
Peachimetro	unidad	561.86	0.04	1.00	22.47		
Plato calentador	unidad	308.07	0.04	2.00	24.65		
Dispensador	unidad	68.22	0.04	1.00	2.73		
Agitador magnético	unidad	316.87	0.04	1.00	12.67		
Destilador	unidad	1,356.24	0.04	1.00	54.25		
Higrotermógrafo	unidad	966.75	0.04	1.00	38.67		
Autoclave	unidad	666.75	0.04	1.00	26.67		
Humidificador	unidad	173.84	0.04	1.00	6.95		
Estufa	unidad	1,135.46	0.04	1.00	45.42		
Cámara de flujo	unidad	9,216.43	0.04	2.00	737.31		
Balanza de precisión	unidad	1,849.15	0.04	1.00	73.97		
Macro balanza	unidad	239.85	0.04	1.00	9.59		
Refrigeradora	unidad	406.36	0.04	1.00	16.25		
Calefactor de agua	unidad	99.76	0.1	1.00	9.98		
Extractor de aire	unidad	30.07	0.1	1.00	3.01		
Fluorescentes	unidad	14.67	0.3	12.00	58.09		
Esterilizador	unidad	203.91	0.04	1.00	8.16		
SERVICIOS						13.33	0.2%
Teléfono	Cuenta	266.67	0.1	1.00	13.33		
MANTENIMIENTO EQUIPO						736.42	14%
Equipo (2% del valor)		36,821.00	0.02	1.00	736.42		
GASTOS ADMINISTRATIVOS						315.84	6%
COSTOS TOTALES						5,387.73	100%

Fuente: IBT – UNALM

Coeficientes de Ponderación:

Tiempo dedicado a plantas in vitro	Coef.
Becarios	20%
Jornales	10%
Responsable (laboratorio)	40%
Responsable (jefe)	1%

Porcentaje uso de materiales en papa	Coef.
Pinzas, barras magnéticas	4%
Tubos de ensayo, cajas petri, beakers, probetas, pipetas, matraces, mangos bisturí, espátulas, tijeras y bandejas	10%
Magetas	20%
Mecheros, marcadores y mandiles	30%

Porcentaje uso de equipos en papa	Coef.
Peachimetro, plato calentador, dispensador, agitador, destilador, higrotermógrafo, autoclave, humidificador, estufa, cámara de flujo, balanzas, refrigeradora y esterilizador	4%
Calefactor de agua y extractor de aire	10%
Fluorescentes	30%

**ANEXO N°02: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS BASICA DE PAPA
POR EL METODO TRADICIONAL**

Lugar: Fundo UNALM Terreno: 5.5 ha Variedad: Canchan

Rubro	Unidad	Precio (US\$/Unid.)	Costo del Lote		Total (US\$/Lote)	Cantidad por ha.	US\$ por ha.	Total (US\$/Ha)	% del total
			Cantidad del lote	Valor Lote (US\$)					
PERSONAL					2271.33			412.97	12%
Responsable (jefe)	Ing.	2200	0.12	264		0.02	48.00		
Responsable de campo	Ing.	1500	0.39	585		0.07	106.36		
Asistente	Agr.	800	0.39	312		0.07	56.73		
Obreros (permanentes)	Hombre	217	0.14	30		0.03	5.52		
Jornales (contratados)	Día/hombre	6	180	1080		32.73	196.36		
INSUMOS									
Semilla					5940.00			1080	30%
Básica	kg.	0.6	9900.00	5940		1800	1080		
Prebásica	kg.	0							
Fertilizantes					4079.17			741.66667	21%
NPK	litro	8.00	11	88.00		2	16.00		
Urea	kg.	0.45	1375	614.17		250	111.67		
Fosfato di amonico	kg.	0.65	2750	1778.33		500	323.33		
Cloruro de Potasio granulado	kg.	0.77	2200	1686.67		400	306.67		
Agroquímicos y otros					2277.92			414.16667	12%
Vidate	litro	30.00	5.5	165.00		1	30.00		
Lepritin - cipermetrina	litro	33.33	16.5	550.00		3	100.00		
Cirufurad	litro	21.67	5.5	119.17		1	21.67		
Metafax - Metamidofos	litro	16.00	5.5	88.00		1	16.00		
Titan 80 wp - mancozeb	litro	11.00	2.75	30.25		0.5	5.50		
Citafax	litro	25.00	5.5	137.50		1	25.00		
Curtin	litro	23.33	5.5	128.33		1	23.33		
Fungoquim 50 wp	kg.	46.67	5.5	256.67		1	46.67		
Citowett	litro	11.00	5.5	60.50		1	11.00		
Temik	bolsa	15.00	49.5	742.50		9	135.00		

continua...

Rubro	Unidad	Precio (US\$/Unid.)	Costo del Lote		Total (US\$/Lote)	Cantidad por ha.	US\$ por ha.	Total (US\$/Ha)	% del total
			Cantidad del lote	Valor Lote (US\$)					
Otros					858.00			156.00	4%
Costales	unidad	0.33	2600	858		472.73	156		
Combustible vehículo					339.12			61.66	2%
Gasolina	Galón	3.33	99	329.67		18.00	59.94		
Lubricantes	Servicio	9.09	1.04	9.45		0.19	1.72		
Combustible tractores					1464.97			266.36	7%
Diesel	Galón	3.10	466	1444.60		84.73	262.6545		
Lubricantes	Galón	4.09	4.98	20.37		0.91	3.703309		
EQUIPO DE CAMPO					308.20			56.04	2%
Palas y varios	Herramientas	31	0.94	29.14		0.17	5.298182		
Cinta métrica	Unidad	18	0.52	9.36		0.09	1.701818		
Bombas	Motor	870	0.31	269.7		0.06	49.03636		
VEHICULOS (deprec.)					468.00			85.09	2%
Toyota	pick up	11700	0.04	468		0.01	85.09091		
MAQUINARIA AGRICOLA (deprec.)					560.44			101.90	3%
Tractor	Unidad	20454	0.01	204.54		0.002	37.19		
Arado	Unidad	1432	0.01	14.32		0.002	2.60		
Rastra	Unidad	1432	0.01	14.32		0.002	2.60		
Surcadora	Unidad	818	0.01	8.18		0.002	1.49		
Aspersora	Unidad	2454	0.03	73.62		0.005	13.39		
Cosechadora	Unidad	8182	0.03	245.46		0.005	44.629		
SERVICIOS (teléfono)	Planilla	66.67	0.004	0.27	0.27	0.001	0.048	0.048	0.001%
MANTENIMIENTO CONSTRUCCION, EQUIPOS Y MAQUINARIA					371.16			74.231	2%
Maquinaria	% valor	74231	0.005	371.155		0.001	74.231		
GASTOS ADMINISTRAT.	% costo	11362	0.07	795.34	795.34	0.01	113.62	113.62	3%
COSTO TOTAL	US\$				19733.91			3563.74	100%

Fuente: Egúsqiza (2009) y Espinoza et al. (1996)

**ANEXO N° 03: VALORIZACION DE MAQUINARIA Y PORCENTAJE DE USO
PARA LA PRODUCCION DE SEMILLA BASICA DE PAPA**

Rubros	Valor Reposición	Porcentaje Uso en papa	Uso en papa ponderado
Tractor	20454	35%	7158.9
Arado	1432	35%	501.2
Rastra	1432	35%	501.2
Surcadora	818	35%	286.3
Aspersora	2454	85%	2085.9
Cosechadora	8182	100%	8182
Sub Total Maquinaria	34772		18715.5
Equipo de campo	4504	100%	4504
Vehículos	11700	65%	7605
Sub Total Equipo y vehículo	16204		12109
TOTAL	50976		30824.5
% de ponderación			60%

Fuente: Egúsquiza (2009) y Espinoza et al. (1996)

ANEXO N° 04: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA CAPIRO EN JUNÍN

Variedad : CAPIRO	
Período de Siembra : Octubre	Riego : Gravedad
Rendimiento : 25,000 kg/ha	Fecha de actualización : 22.01.09
Se considera que el productor es propietario del terreno a sembrar	

Componentes de los Costos	Unidad de Medida	Coeficientes Técnicos	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (Soles/ha)
1.- Insumos				6,982.50
1.1.- Semilla				1,800.00
Semilla	kilos	1,800	1.00	1,800.00
1.2.- Fertilizantes		1280		3,892.00
Urea	Kilos	300	1.34	402.00
Fosfato di amonico	Kilos	500	1.94	970.00
Cloruro de Potasio Granulado	Kilos	400	2.30	920.00
Materia Organica	sacos	80	20.00	1,600.00
1.3.- Abono Foliar				48.00
NPK	Litro	2	24.00	48.00
1.4. Plaguicidas				
1.4.1.-Insecticida				503.00
Vidate	Litro	1	90.00	90.00
Lepritin - cipermetrina	Litro	3	100.00	300.00
Cirufurad	Litro	1	65.00	65.00
Metafax - Metamidofos	Litro	1	48.00	48.00
1.4.2.-Funguicidas				301.50
Titan 80 wp - mancozeb	Litro	0.5	33.00	16.50
Citafax	Litro	1	75.00	75.00
Curtin	Litro	1	70.00	70.00
Fungoquim 50 wp	Kg	1	140.00	140.00
1.4.3.-Adherente				33.00
Citowett	Litros	1	33.00	33.00
1.4.4.- Nematicida				405.00
Temik	Bolsa	9	45.00	405.00
2.- Maquinaria Agrícola y Equipo		7		420.00
2.1.- Preparación de terreno				
Roturacion	Hrs/máq.	3	60.00	180.00
Rastra	Hrs/máq.	2	60.00	120.00
2do pase rastra	Hrs/máq.	2	60.00	120.00
3.- Mano de Obra		130		2,340.00
3.1- Preparación de terreno				54.00
Limpieza de campo	Jornal	1	18.00	18.00
Cantoneo	Jornal	1	18.00	18.00
Riego de machaco	Jornal	1	18.00	18.00
3.2- Siembra				252.00
Desinfección de semilla	Jornal	2	18.00	36.00
Siembra de la semilla	Jornal	8	18.00	144.00
Abonamiento	Jornal	4	18.00	72.00

continua...

Componentes de los Costos	Unidad de Medida	Coefficientes Técnicos	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (Soles/ha)
3.3.- Labores Culturales				1,062.00
2do. Abonamiento	Jornal	4	18.00	72.00
Deshierbo	Jornal	15	18.00	270.00
Riegos	Jornal	10	18.00	180.00
Control fitosanitario	Jornal	12	18.00	216.00
1er. Aporque	Jornal	8	18.00	144.00
2do. Aporque	Jornal	10	18.00	180.00
3.4.- Cosecha				972.00
Recojo manual (cosechadores) - Rebusque	Jornal	25	18.00	450.00
Selección de Tubérculos	Jornal	25	18.00	450.00
Ensacado y pedado	Jornal	4	18.00	72.00
4.- Agua				0.00
Agua	Há	1	0.00	0.00
5.- Transporte				1,460.00
Transporte de Insumos	Unidad	140	1.50	210.00
Costo Transporte Venta	kg	25,000	0.05	1,250.00
6.- Otros Insumos				140.00
Costales	Unidad	250	0.50	125.00
Hilo (cono)	Unidad	1	15.00	15.00
I.- Total Costos Directos				11,342.50
II.- Costos Indirectos				340.28
1.- Asistencia Técnica	1%			113.43
2.- Gastos administrativos	2%			226.85
Costo Total de Producción (S/.)				11,682.78
ANÁLISIS DE RENTABILIDAD:		4%		
Rendimiento :	Kg/ha.	25,000		
Precio estimado en la cosecha :	S/.	0.80		
Ingreso Estimado :	S/.	20,000.00		
Costos de Producción	S/.	11,682.78		
Utilidad antes de G. financieros	S/.	8,317.23		
Gastos Financieros	S/.	2,044.49		
Costo de producción con Gastos Financieros	S/.	13,727.26		
Utilidad (Después de Gastos Financieros)	S/.	6,272.74		
Rentabilidad	%	45.70		

Fuente: MINAG (2009)

ANEXO N° 05: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA NATIVA EN AYACUCHO

Ubicación : Pucuhuillca(AYACUCHO)			
Cultivo:	Papa		
Variedad:	Nativa	Rendimiento Kg/Ha	20,000
Nivel tecnologico:	Medio		
Fecha de Elaboración : 22/01/09			

Componentes de los Costos	Unidad de Medida	Coeficientes Técnicos	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (Soles/ha)
1. INSUMOS				5,594.00
1.1.- Semillas				2,250.00
Adquisición de semillas	Kg.	1,500	1.50	2,250.00
1.2.- Fertilizantes		930		2,460.00
Estiercol de corral o Gallinaza	Saco	30	20.00	600.00
Fosfato Diamonico	Kilos	300	2.00	600.00
Urea	Kilos	200	1.50	300.00
Cloruro de Potasio	Kilos	400	2.40	960.00
1.3.- Productos Fitosanitarios				884.00
Cypermtrina - Ciperklin	Lt	2.0	75.00	150.00
Cymoxanil - Ridomil	Kg	3.0	85.00	255.00
Diafurand	Lt	2.0	85.00	170.00
Mancozeb - Antracol	Kg	3.0	38.00	114.00
Abono foliar Nitrogenado - Biofol	Lt	3.0	20.00	60.00
Abono foliar Fosforado - Fosfol	Lt	3.0	25.00	75.00
Adherente - Wettex	Lt	2.0	30.00	60.00
2. MAQUINARIA		10		700.00
Roturado	Hm	4	70.00	280.00
Cruza de rejas - desterronado	Hm	4	70.00	280.00
Surcado	Hm	2	70.00	140.00

continua...

Componentes de los Costos	Unidad de Medida	Coefficientes Técnicos	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (Soles/ha)
3. MANO DE OBRA		113		1,695.00
3.1.-Preparación de terreno				60.00
Limpieza y quema	Jornal	2	15.00	30.00
Desbrote y desinfección	Jornal	2	15.00	30.00
3.2.-Siembra				240.00
Aplicación de Fertilizantes	Jornal	6	15.00	90.00
Siembra, distribución de semilla	Jornal	10	15.00	150.00
3.3.-Labores culturales				570.00
Riegos	Jornal	8	15.00	120.00
Primer Aporque	Jornal	12	15.00	180.00
Control Fitosanitario	Jornal	8	15.00	120.00
Segundo Aporque	Jornal	10	15.00	150.00
3.4.-Cosecha				825.00
Cosecha de tubérculos	Jornal	40	15.00	600.00
Recolección y clasificación	Jornal	10	15.00	150.00
Ensayado, pesado y cocido	Jornal	5	15.00	75.00
4. OTROS GASTOS				1,503.00
Transporte de insumos	Kg	78	1.50	117.00
Transporte de cosecha	Kg	18,000	0.07	1,260.00
Compra de costales	Ciento	0.7	180.00	126.00
II. COSTOS DIRECTOS				9,492.00
II. COSTOS INDIRECTOS				284.76
1.- Asistencia Técnica	1%			94.92
2.- Gastos Administrativos	2%			189.84
Costo Total de Producción (S/.)				9,776.76
ANALISIS DE RENTABILIDAD:		4.00%		
Rendimiento :	Kg/ha.	20,000		
Precio estimado en la cosecha:	S/.	0.80		
Ingreso Estimado :	S/.	16,000.00		
Costos de Producción	S/.	9,776.76		
Utilidad antes de G. financieros	S/.	6,223.24		
Gastos Financieros	S/.	1,710.93		
Costo de producción con Gastos Financieros		11,487.69		
Utilidad (Después de Gastos Financieros)	S/.	4,512.31		
Rentabilidad	%	39.28		

Fuente: MINAG (2009)

ANEXO N° 06: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA CAPIRO EN HUANUCO

Variedad :	CAPIRO	Fecha :	22/01/2009
Período de Cosecha y Campaña :	2008 - 2009		
Rendimiento :	20,000 kg/ha		
Se considera que el productor es propietario del terreno a sembrar			

Componentes de los Costos	Unidad de Medida	Coeficientes Técnicos	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (Soles/ha)
1.- Insumos				8,758.00
1.1.-Semilla				1,440.00
Tubérculo semilla	Kilos	1,800	0.80	1,440.00
1.2.-Fertilizantes		1300		4,330.00
Urea	Kilos	300	1.70	510.00
Fosfato diamónico	Kilos	600	2.10	1,260.00
Cloruro de potasio	Kilos	400	2.40	960.00
Materia orgánica	Sacos	80	20.00	1,600.00
1.3.-Abono Foliar				655.00
NPK (20-20)	Litros	0.5	30.00	15.00
Sinergizer	Litros	20.0	32.00	640.00
1.4.-Plaguicidas				2,017.00
Cipermetrina - Axli	Litros	2.0	85.00	170.00
Methamidophos - Monofos	Litros	2.0	52.00	104.00
Metomyl	Kilos	1.0	140.00	140.00
Ridomil	Kilos	8.0	75.00	600.00
Cimoxamil	Kilos	8.0	75.00	600.00
Mancozeb - Mancozib	Kilos	7.0	38.00	266.00
Score	Kilos	0.5	100.00	50.00
Adherente - Wettex	Kilos	3.0	29.00	87.00
1.5.-Nematicida				316.00
Furadan	Litros	4.0	79.00	316.00
2.- Maquinaria Agrícola y Equipo		14		785.00
2.1.-Preparación Terreno				275.00
Roturación	hora/máquina	2	55.00	110.00
Rastra	hora/máquina	1	55.00	55.00
2do roturacion	hora/máquina	1	55.00	55.00
2do pase rastra	hora/máquina	1	55.00	55.00

continua...

Componentes de los Costos	Unidad de Medida	Coefficientes Técnicos	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (Soles/ha)
2.2. Siembra				220.00
Surcado	hora/máquina	2	55.00	110.00
Tapado de semilla	hora/máquina	2	55.00	110.00
2.3. Labores culturales				110.00
Primer aporque	hora/máquina	2	55.00	110.00
2.4. Cosecha				180.00
Cosecha	hora/máquina	3	60.00	180.00
3.- Mano de Obra		122		1,830.00
3.1.- Preparación de terreno				45.00
Cantoneo	Jornal	3	15.00	45.00
3.2- Siembra				225.00
Desinfeccion de semilla, siembra,y abonami	Jornal	15	15.00	225.00
3.3.- Labores Culturales				735.00
2do.abonamiento	Jornal	6	15.00	90.00
Deshierbo	Jornal	15	15.00	225.00
Riegos	Jornal	8	15.00	120.00
Control Fitosanitario	Jornal	10	15.00	150.00
2do. Aporque	Jornal	10	15.00	150.00
3.4.- Cosecha				825.00
Rebusque	Jornal	25	15.00	375.00
Selección de tubérculos	Jornal	25	15.00	375.00
Ensacado y pesado	Jornal	5	15.00	75.00
4.- Transporte				1,155.00
Transporte de insumos	Kilos	3,100	0.05	155.00
Costo transporte/venta	Kilos	20,000	0.05	1,000.00
5.- Otros Insumos				175.00
Sacos (Malla)	unidad	200	0.80	160.00
Hilo (cono)	unidad	1	15.00	15.00
I.- Costos Directos				12,703.00
II.- Costos Indirectos				381.09
1.- Asistencia Técnica	1%			127.03
2.- Gastos Administrativos	2%			254.06
Costo Total de Producción (S/.)				13,084.09

ANALISIS DE RENTABILIDAD:		4%
Rendimiento :	Kg/ha.	20,000
Precio Promedio Enero/Noviembre 2008 :	S/.	0.80
Ingreso Estimado :	S/.	16,000.00
Costos de Producción	S/.	13,084.09
Utilidad antes de G. financieros	S/.	2,915.91
Gastos Financieros	S/.	2,289.72
Costo de producción con Gastos Financieros		15,373.81
Utilidad (Despues de Gastos Financieros)	S/.	626.19
Rentabilidad	%	4.07

Fuente: MINAG (2009)

ANEXO N° 07: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA AMARILLA TUMBAY EN HUANUCO

Variedad : AMARILLA TUMBAY	
Período de Siembra : Mayo	Campaña : 2008 - 2009
Rendimiento : 15,000 kg/ha	Fecha : 22/01/08
Se considera que el productor es propietario del terreno a sembrar	

Componentes de los Costos	Unidad de Medida	Coeficientes Técnicos	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (Soles/ha)
1.- Insumos				5,695.00
1.1.- Semilla				800.00
Tubérculo semilla	Kg.	1,000	0.80	800.00
1.2.- Fertilizantes Granulados		1100		3,880.00
Nitrato de amonio	Kilos	200.0	1.50	300.00
Fosfato diamónico	Kilos	600.0	2.10	1,260.00
Cloruro de potasio	Kilos	300.0	2.40	720.00
Materia orgánica	Sacos	80.0	20.00	1,600.00
1.3.- Fertilizantes Foliares				300.00
Biomil 21-45-10	lt	2.00	150.00	300.00
1.4.- Agroquímicos				715.00
Insecticidas				
Oncol	lt	0.50	115.00	57.50
Cipermetrina - Axli	lt	0.50	85.00	42.50
Furadan	lt	2.00	79.00	158.00
Fungicidas				
Titan 80 wp - mancozeb	Kg.	2.00	20.00	40.00
Score	Kg.	0.5	100.00	50.00
Mancozeb - Mancozib	Kg.	1.00	38.00	38.00
Ridomil	Kg.	4.00	75.00	300.00
Adherente				
Adherente - Wettex	lt	1.00	29.00	29.00
2.- Maquinaria Agrícola y Equipo		12		480.00
2.1. Preparación Terreno				
Arado, mullido, rastra, desterroneo	dia/yunta	8.00	40.00	320.00
Surcado	dia/yunta	4.00	40.00	160.00

continua...

Componentes de los Costos	Unidad de Medida	Coefficientes Técnicos	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (Soles/ha)
3.- Mano de Obra		92		1,380.00
3.1- Preparación de terreno				
Limpieza de campo	jornal	1.0	15.00	15.00
Riego de machaco	jornal	1.0	15.00	15.00
Mantenimiento de Canal	jornal	1.0	15.00	15.00
3.2.- Siembra				
Desinfeccion de semilla	jornal	1.0	15.00	15.00
Surcado	jornal	8.0	15.00	120.00
Siembra	jornal	4.0	15.00	60.00
1er. Abonamiento	jornal	4.0	15.00	60.00
Tapado de semilla	jornal	4.0	15.00	60.00
3.3.- Labores Culturales				
2do. Abonamiento	jornal	3.0	15.00	45.00
Deshierbo	jornal	8.0	15.00	120.00
Riegos	jornal	10.0	15.00	150.00
Control Fitosanitario	jornal	8.0	15.00	120.00
1er.aporque	jornal	8.0	15.00	120.00
2do. Aporque	jornal	8.0	15.00	120.00
3.4.- Cosecha				
Muestreo y evaluacion	jornal	1.0	15.00	15.00
Recojo manual (cosechadores)	jornal	12.0	15.00	180.00
Recoleccion	jornal	4.0	15.00	60.00
Selección de tubérculos	jornal	3.0	15.00	45.00
Ensayado y Pesado	jornal	3.0	15.00	45.00
4.- Transporte				1,050.00
Transporte de Insumos	Sacos	100	3.00	300.00
Costo Transporte/venta	Sacos	15,000	0.05	750.00
5.- Otros Insumos				138.00
Costales	unidad	160	0.80	128.00
Pita - Conos	unidad	1	5.00	5.00
Agujas	unidad	5	1.00	5.00
I.- Total Costos Directos				8,743.00
II.- Costos Indirectos				437.15
1.- Asistencia Técnica	2%			174.86
2.- Gastos Administrativos	3%			262.29
Costo Total de Producción (S/.)				9,180.15

ANALISIS DE RENTABILIDAD:		4%
Rendimiento :	Kg/ha.	15,000
Precio estimado en cosecha :	S/.	0.90
Ingreso Estimado :	S/.	13,500.00
Costos de Producción	S/.	9,180.15
Utilidad antes de G. financieros	S/.	4,319.85
Gastos Financieros	S/.	1,606.53
Costo de producción con Gastos Financieros		10,786.68
Utilidad (Despues de Gastos Financieros)	S/.	2,713.32
Rentabilidad	%	25.15

Fuente: MINAG (2009)