



**Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones
Agropecuarias**

Fecha de Presentación : Junio – 2008

Estación Experimental: Santa Catalina

Programa / Departamento: Programa Nacional de Raíces y Tubérculos Rubro Papa (PNRT – papa)

Proyecto: INIAP-COSUDE-FORTIPAPA

Título: Validación de cinco sistemas de almacenamiento en cuatro variedades de papa (*Solanum sp*) en dos localidades de la provincia de Tungurahua.

Ubicación:

Provincia: Tungurahua
Cantones: Ambato
Parroquia: Pilahuín
Sitio: Mulanleo

Provincia: Tungurahua
Cantones: Ambato
Parroquia: Huachi Chico
Sitio: Huachi

Autor: Beatriz Germania Cadena Rodríguez

Coautor (es): Ing. Agr. Fabián Montesdeoca

Fecha de inicio: 06 – 2008

Fecha de terminación: 05 – 2009

Presupuesto: \$ 7607.40

Fuente(s) de Financiamiento:

COSUDE	70 %
INIAP	20 %
TESISTA	10 %

1. ANTECEDENTES

La papa en el Ecuador constituye un cultivo de prioridad, desde épocas pasadas hasta la actualidad, es un producto de amplio consumo de la población ecuatoriana, su demanda es mayor en la región de la Sierra y constituye parte del amplio repertorio culinario del país (HERRERA., *et.al.*1999).

Según el SICA, durante el año 2006, la superficie cosechada de 42 029 hectáreas originó un volumen de producción de 404 276 t. Respecto al año anterior disminuyó el 8.35%. Las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, aportaron con el 83% a la producción, las mayores extensiones de cultivo corresponden en su orden a Chimborazo (19.39%), Carchi (18.96%), Tungurahua (14.98%), Cotopaxi (14.54%) y Pichincha (10.09%). El mayor rendimiento corresponde a Carchi con 13.61 t/ha, el rendimiento promedio del país de 10.36 t. del 2005, bajo a 9.62 en el 2006 (SICA 2006).

Montesdeoca (MONTESDEOCA, F. 2005) manifiesta que la semilla es el principal insumo para desarrollar buenos cultivos. En el caso de papa, el uso de semilla de buena calidad es importante, ya que, se emplea la propagación vegetativa (por medio de sus tubérculos). Por lo tanto, según Sola (SOLA, M. 1979) del tubérculo-semilla depende: la producción, productividad, pureza varietal y la sanidad integral del cultivo. Sin embargo, es a lo que menos atención le presta el productor, pues acostumbran a guardarla durante meses en cuartos oscuros y mal ventilados, obteniendo finalmente semilla de mala calidad, con brotes largos, débiles, ramificados y con pudriciones que favorecen el ataque de plagas y enfermedades, corriendo el riesgo que al utilizarla se produzca una mala cosecha (MURCIA, G.;s BARRETO, N. s.f.).

Además existe poca aceptación de los métodos desarrollados para almacenamiento de papa en los agricultores, especialmente por la dificultad de aceptar cambios en sus costumbres culturales (principalmente el sector indígena), mientras no observen las ventajas de dichos cambios (PUMISACHO, M.; SHERWOOD, S. 2002).

Sola (SOLA, M. 1979), al igual que otros autores citados, recomienda el uso del silo rústico para almacenar la papa, obteniendo semilla de buena calidad, con brotes fuertes, vigorosos y resistentes al desprendimiento, se reduce la dominancia apical, aumenta el número de brotes y disminuye el ataque de algunas plagas y enfermedades.

Un almacenamiento adecuado es el que permite exponer la semilla de papa a la luz solar indirecta o difusa desde el momento de la cosecha hasta el día de la siembra, que permita el verdeamiento de los tubérculos, el desarrollo de brotes cortos y vigorosos, que reduzca la dominancia apical, y sobre todo, que propicie un ambiente menos favorable para el desarrollo de plagas. Los métodos de almacenamiento para semilla, son variados y van desde muy malos e inconvenientes, hasta excelentes condiciones de almacenamiento que influyen en la calidad final de la semilla (MURCIA, G.;s BARRETO, N. s.f).

El método más eficiente de almacenamiento y manejo de la papa no es absoluto sino relativo a un gran número de condiciones continuamente cambiantes de los factores técnicos, sociales y económicos. Por lo tanto, diferentes métodos son más o menos apropiados en diferentes circunstancias (BOOTH, R. 1986).

La calidad de campo y del almacenamiento no se puede mejorar por el buen acopio, éste solo puede limitar las pérdidas de un buen producto, durante un período relativamente largo. Una mala conservación resultará en pérdidas elevadas, aún con

un excelente producto (PUMISACHO, M.; SHERWOOD, S. 2002). Si bien la conservación de las papas depende de las condiciones y duración del almacenamiento, también está determinada antes de entrar al almacén, por factores tales como: variedad, tipo de suelo, condiciones del tiempo durante el cultivo, técnicas culturales, desarrollo de enfermedades, daños a los tubérculos en el cultivo, en la cosecha y transporte, grado de maduración a la cosecha (CRISCI, C. 1992).

Los tubérculos siendo organismos vivos, están inevitablemente sujetos a pérdidas durante su vida autónoma (después de separadas de la planta), porque los procesos vitales requieren de energía que la obtienen de sus propias reservas (CRISCI, C. 1992). Estas pérdidas pueden ser cuantitativas o cualitativas, causadas por factores físicos, patogénicos o fisiológicos distinguiéndose como las más relevantes: brotación, respiración, evaporación y transpiración, Para limitar éstas pérdidas se hace necesario controlar: la temperatura, humedad y aireación o ventilación durante el almacenamiento (NARANJO, H. 2000).

2. JUSTIFICACION

Por todo lo anterior y con el propósito de ofrecer recomendaciones tecnológicas ajustadas a las condiciones ambientales y socioeconómicas específicas de las diferentes regiones productoras de papa, se quiere realizar esta investigación tomando en cuenta y analizando algunas de las experiencias desarrolladas en esta área, con el objetivo de avanzar en la obtención de resultados.

Por lo tanto esta presente investigación está orientada a validar diferentes sistemas de almacenamiento para tubérculo-semilla de papa utilizando las nuevas variedades generadas por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos Rubro Papa del INIAP.

3. OBJETIVOS

3.1 General

- Validar en dos condiciones edafoclimáticas de la provincia de Tungurahua, cinco métodos de almacenamiento en cuatro variedades de papa (*Solanum sp.*).

3.2 Específicos

- 3.2.1 Determinar el mejor sistema de almacenamiento para la conservación de tubérculo-semilla de papa, en cuatro variedades.
- 3.2.2 Establecer el efecto que ejerce la altitud, temperatura y humedad relativa en el almacenamiento del tubérculo-semilla de papa.
- 3.2.3 Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

4 HIPÓTESIS

Ho: No hay diferencia entre los diferentes sistemas de almacenamiento en las cuatro variedades de papa (*Solanum sp*)

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Materiales de campo

- Tubérculo-semilla
- Sacos ralos
- Sacos de polipropileno
- Jabas
- Paja de páramo (*Stipa ichu*)
- Balanza
- Gps
- Hobos
- Estacas
- Rótulos
- Cámara fotográfica
- Libro de campo

5.1.2 Materiales de oficina

- Computador
- Hojas para impresión
- Carpetas de cartón

5.2 Metodología

5.2.1 Características del sitio experimental

5.2.1.1 Ubicación

CUADRO 1: Ubicación política y geográfica de los ensayos

	Localidad 1	Localidad 2
Provincia	Tungurahua	Tungurahua
Cantón	Ambato	Ambato
Parroquia	Pilahuín	Huachi-Loreto
Barrio	Mulanleo	
Altitud	3359 m	2608 m
Latitud	01° 18' 57" S	01° 12' 43" S
Longitud	78° 47' 19" O	78° 34' 29" O

Fuente: Datos tomados en el sitio mediante GPS

5.2.1.2. Características climáticas

CUADRO 2: Condiciones ambientales de los ensayos

	Localidad 1	Localidad 2
Temperatura promedio	9 ° C	16.3 ° C
Humedad relativa	85 %	68.7 %

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) 2008.

5.2.2. Factores en estudio

Sistemas de almacenamiento:

- s1 = Sacos ralos (bodega)
- s2 = Sacos de polipropileno (bodega)
- s3 = Troje (bodega)
- s4 = Jabas (bodega)
- s5 = Fosa (campo)

Variedades:

- v1 = Superchola
- v2 = INIAP Fripapa
- v3 = INIAP Estela
- v4 = INIAP Natividad

Localidades:

- l 1 : Bodega de semilla de papa del CONPAPA, Mulanleo – Tungurahua.
- l 2 : Bodega de papa, en Huachi-Loreto en Ambato – Tungurahua.

5.2.3. Tratamientos

Estos resultan de la combinación de los niveles de los factores en estudio y se presentan en el cuadro 3.

Cuadro3. Tratamientos para la validación de cinco sistemas de almacenamiento en cuatro variedades de papa (*Solanum sp.*) en dos localidades de la provincia de Tungurahua. 2008.

Tratamientos	Codificación
1	s1v1
2	s1v2
3	s1v3
4	s1v4
5	s2v1
6	s2v2
7	s2v3
8	s2v4
9	s3v1
10	s3v2
11	s3v3
12	s3v4
13	s4v1
14	s4v2
15	s4v3
16	s4v4
17	s5v1
18	s5v2
19	s5v3
20	s5v4

5.2.4. Unidad experimental

La unidad experimental estará representada por 100 tubérculos-semillas de cada variedad.

5.2.5. Diseño experimental

Para la evaluación se utilizará un diseño Completamente al Azar, con un arreglo factorial 4x5. Además para evaluar la respuesta de las localidades se utilizará el análisis estadístico de experimento complejo.

5.2.6. Análisis estadístico

5.2.6.1. Numero de tratamientos

Se trabajara con 20 tratamientos por localidad

5.2.6.2 Número de observaciones

Se realizarán 4 observaciones por tratamiento

5.2.6.3. Número de unidades experimentales

Serán 80 por cada localidad, en total se contará con 160 unidades experimentales.

5.2.6.4. Analisis de Varianza (ADEVA)

El análisis de varianza para cada una de las localidades se presenta en los cuadros 4 y 5

CUADRO 4. Esquema del análisis de varianza para la validación de cinco sistemas de almacenamiento en cuatro variedades de papa (*Solanum sp.*), por localidad. 2008

Fuentes de Variación	GL
Total	79
Tratamientos	19
Sistemas de almacenamiento (S)	4
Variedades (V)	3
S x V	12
Error	60
Promedio =	
CV = %	

CUADRO 5. Esquema del análisis de la varianza combinado para la validación de cinco sistemas de almacenamiento, cuatro variedades de papa (*Solanum sp.*) en dos localidades de la provincia de Tungurahua. 2008

Fuentes de Variación	GL
Total	159
Repeticiones (Localidades)	6
Localidades (L)	1
Sistemas de almacenamiento (S)	4
L x S	4
Variedades (V)	3
L x V	3
S x V	12
L x S x V	12
Error	114
Promedio = ...	
CV = %	

5.2.7. Análisis Funcional

Se aplicará la prueba de Tukey al 5% para variedades, sistemas de almacenamiento y para las interacciones. Y la prueba DMS al 5% para localidades. Además se realizarán comparaciones ortogonales para variedades para sistemas de almacenamiento y variedades.

5.2.8. Análisis económico

Para el análisis financiero se levantarán los datos sobre los costos de almacenamiento de cada uno de los tratamientos, se convertirá a costo por tratamiento de semilla y se hará una comparación entre las mismas

5.2.9. Variables y métodos de evaluación

5.2.9.1. Pérdida de peso

Se procederá a pesar los tubérculos-semillas de la unidad experimental neta, al inicio del ensayo y a los 30, 60 y 90 días. El resultado se expresará en kilogramos.

5.2.9.2. Número de brotes por tubérculo

Se contará el número de brotes por tubérculo de la unidad experimental neta a los 30, 60 y 90, días. El resultado se expresará en número de brotes por tubérculo.

5.2.9.3. Vigor del brote

Para determinar esta variable, se medirá con una regla graduada el largo del brote desde la base hasta el ápice del mismo de cada tubérculo de la unidad experimental neta, a los 30, 60 y 90 días, se valorará de acuerdo a una escala que se presenta en el Anexo 4, El resultado se expresará en cm.

5.2.9.4. Verdeamiento

Esta variable se evaluará en forma visual en relación a la coloración del tubérculo a los 30, 60 y 90 días. El resultado se expresará en porcentaje, de acuerdo a una escala por definirse de una tesis próxima a publicarse.

5.2.9.5. Número total de tubérculos brotados en cada unidad experimental

Se realizará al final del ensayo y para su evaluación se contarán los tubérculos de la unidad experimental neta que posean desde un brote en adelante. El resultado se expresará en número de tubérculos brotados.

5.2.9.5. Porcentaje de pudrición de los tubérculos

Se realizará en cada unidad experimental y se valorará contando el número de tubérculos podridos de la unidad experimental neta y que luego serán eliminados. Se evaluará a los 30, 60 y 90 días y el resultado se expresará en porcentaje.

5.2.10. Métodos del manejo del experimento

El ensayo se manejará en dos localidades; la primera se ubicará en una bodega de papa en Huachi-Loreto a 2608 m y la segunda en una bodega ubicada en Mulanleo a 3359 m.

Las bodegas se limpiarán y adecuarán para ubicar los sistemas de almacenamiento en jabas, pilas, sacos ralos y polipropileno. En el campo se limpiará el lugar destinado para la construcción de las fosas.

Se obtendrá la semilla de cada variedad de un productor del CONPAPA, al cuál se le realizará una encuesta para saber como fue el manejo del cultivo, presencia de plagas y enfermedades, condiciones climáticas, es decir cuales fueron las condiciones de los tubérculos cosechados antes de entrar al almacenamiento, además se cosechará la misma semana para tener homogeneidad.

Se seleccionarán los tubérculos con un peso entre 60 y 100 gramos, que estén maduros y sanos, sin daños mecánicos, magulladuras, enfermos, ni podridos. Se tomarán 500 tubérculos por variedad, para ubicar 100 tubérculos en cada sistema de almacenamiento, con cuatro observaciones que dan un total de 2000 tubérculos por variedad y localidad.

Los tubérculos cosechados deberán estar limpios y secos, para lo cual, si están mojados y con tierra, se los dejará secar sobre el suelo por corto tiempo, para que se desprenda la misma.

Para la construcción de las fosas se cavará un hoyo de 0.50 m de profundidad y 0.70 m de ancho, en el fondo y en las paredes del hoyo se colocará paja (*Stipa ichu*), para que los tubérculos no entren en contacto directo con el suelo, se pondrán 100 tubérculos y se los tapaná con paja y tierra, se colocará un plástico sobre éstas, para protegerlo de las lluvias.

Para las pilas se colocará la papa al nivel del suelo sobre paja, formándose un montículo, y luego serán cubiertos con paja.

Además se colocarán, dentro de las bodegas, hobos para tomar datos semanalmente y saber las condiciones ambientales en las que se encuentra la bodega.

Se harán revisiones constantes del ensayo para que no existan daños en los sistemas de almacenamiento que puedan afectar los resultados.

Se tomarán los datos de las variables en estudio a los 30, 60 y 90 días, de los tubérculos de cada unidad experimental tomados al azar.

6 CRONOGRAMA

Cuadro 6. Cronograma de actividades para la validación de cinco sistemas de almacenamiento con cuatro variedades de tubérculo-semilla de papa (*Solanum sp*), en dos localidades de la provincia de Tungurahua. 2008

Actividades	Meses								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Revisión de literatura									
Elaboración del proyecto									
Aprobación del proyecto									
Obtención de materiales y construcción de los sistemas almacenamiento.									
Selección y clasificación de los tubérculos									
Desarrollo de los estados fisiológicos									
Toma de datos									
Visita de tesis									
Interpretación de resultados									
Redacción del proyecto final									
Presentación final de la investigación									

7 PRESUPUESTO

Cuadro 5. Presupuesto para la validación de cinco sistemas de almacenamiento con cuatro variedades de tubérculo-semilla de papa (*Solanum sp*), en dos localidades de la provincia de Tungurahua. 2008.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
Tubérculo-semilla	Kg (45)	32	20.00	640.00
Sacos de polipropileno	Saco	40	0.20	8.00
Sacos ralos	Saco	40	0.20	8.00
Jabas	Unidad	40	10.00	400.00
Paja	bultos	15	3.00	45.00
Plantas repelentes	Atado	90	0.40	36.00
Clavos	Libra	1	2.00	2.00
Plástico	Metro	9	0.95	9.50
Balanza	Unidad	1	20.00	20.00
Cinta adhesiva	Unidad	1	1.50	1.50
Pirola plástica	Unidad	1	1.80	1.80
Etiquetas	Unidad	200	0.10	20.00
Bodega	Mensual	8	10.00	80.00
Mano de obra	Jornal	6	8.00	48.00
Subtotal				1319.80
COSTOS INDIRECTOS				
1. Materiales de oficina				
Papel	Paquete	4	4.00	16.00
Marcadores	Unidad	5	0.65	3.25
Lápices	Unidad	5	0.25	1.25
CD	Unidad	2	0.35	0.70
Cartucho para impresora	Unidad	4	15.00	60.00
Empastado	Unidad	8	15.00	150.00
Subtotal				231.20
OTROS				
Beca tesista	Mensual	9	280.00	2520.00
Viáticos para toma de datos	Diario	40	70.00	2800.00
Visita de tesis	Diario	1	48.00	48.00
Aranceles universitarios			400.00	400.00
Subtotal				5768.00
Imprevistos 5 %				288.40
TOTAL				7607.40

8 FINANCIAMIENTO

Cuadro 6. Financiamiento para la evaluación del efecto de cuatro variedades de tubérculo semilla de papa (*Solanum sp*), en diferentes sistemas de almacenamiento, en dos localidades de la provincia de Pichincha. 2008

FUENTE	MONTO (USD)	PORCENTAJE
COSUDE	5325.18	70
INIAP	1521.48	20
TESISTA	760.74	10
TOTAL	7607.40	100

9 BIBLIOGRAFIA

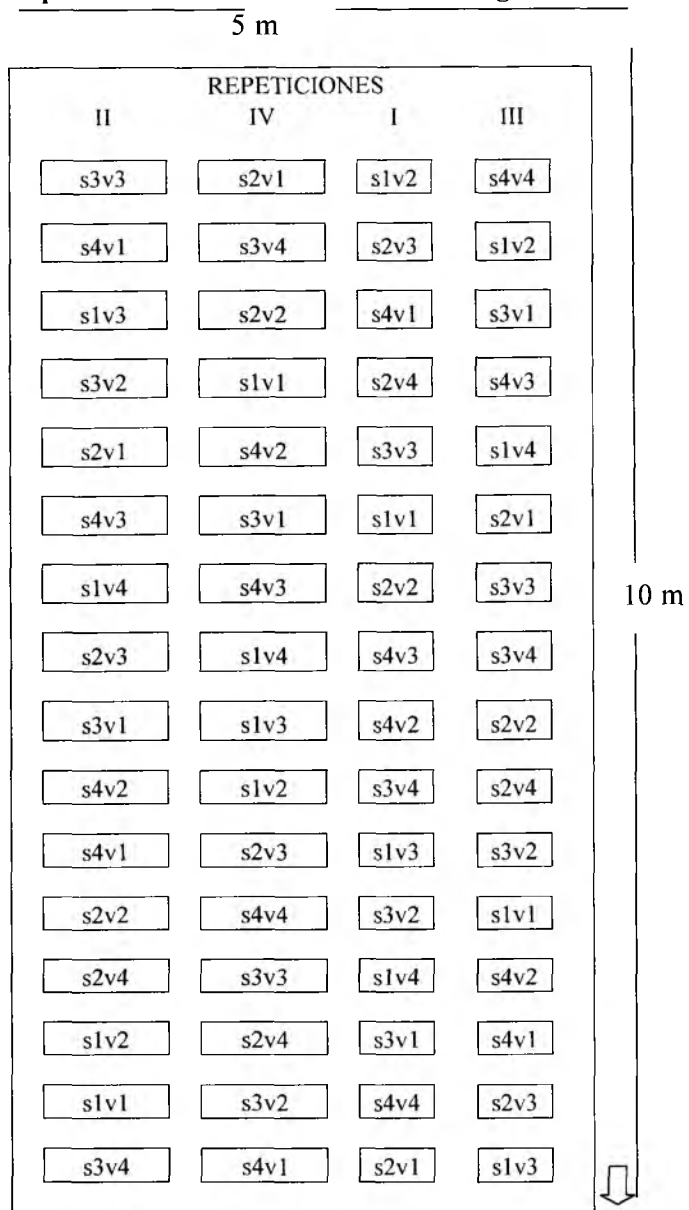
1. Booth, R., Shaw, R. y Harmsworth, L. 1986. Almacenamiento de bajo costo para la papa. Centro Internacional de la Papa. CIP. Lima- Perú. 25 p.
2. Crisci, C.1992. Almacenamiento de papas. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria las Brujas. Montevideo-Uruguay. Serie técnica N° 23. 24 pp.
3. Herrera, M., Carpio, H. y Chavez, G. 1999. Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador. INIAP – PNRT. Quito, Ecuador. pp 13-21.
4. Montesdeoca, F. 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. PNRT-INIAP-Proyecto Fortipapa. 40 p.
5. -----Narváez, G. Mora, E y Benítez, J. 2006. Manual de Control Interno de Calidad (CIC) en tubérculo semilla de papa. Quito Ecuador. pp 5-33.
6. Murcia, G., Barreto, N. (s.f.). Evaluación de parámetros para el almacenamiento de semilla de papa (*Solanum tuberosum*) y mecanismos de control de la polilla guatemalteca (*tecia solanivora*) durante el mismo. 23 p. Consultado el 14-03-2008. Disponible en [http// www.redepapa.org](http://www.redepapa.org).
7. Naranjo, H., Bravo, J., Avila, J. y Caro, A. 1998. Estudio socioeconómico y técnico del almacenamiento tradicional y del silo verdeador para semilla de papa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Documento de Campo N° 6. Quito. 60 p.
- _____. 2000. Maneje su propia semilla de papa. Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Boletín Divulgativo. Quito. 7 p.
8. Pumisacho, M. y Sherwood, S. 2002. El cultivo de la papa en el Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Centro Internacional de la papa. Quito. 229 p.
9. SICA (Servicio de información agropecuaria del ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.) 2006. Producción de Papas en el Ecuador. Consultado el 09-06-2008. Disponible en [http// www.sica.gov.ec.situacion-papa-Ecuador](http://www.sica.gov.ec.situacion-papa-Ecuador)

10. Sola, M. 1978. Evaluación de seis métodos de almacenamiento económico de tubérculos de papa para consumo. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
11. _____, M. 1979. Fisiología de la papa en almacenamiento. 8p.

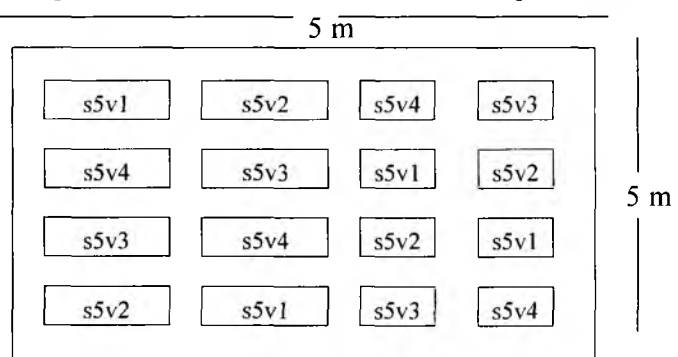
ANEXOS

ANEXO 1

Disposición de los tratamientos en la bodega



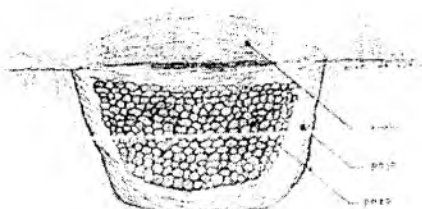
Disposición de los tratamientos en el campo



ANEXO 2

Sistemas de almacenamiento de tubérculo-semilla de papa.

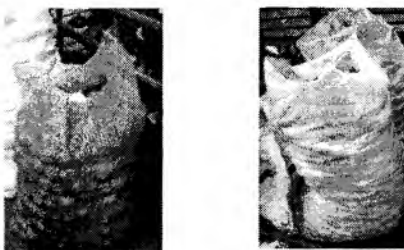
1 Sistema de almacenamiento en fosa



2. Sistema de almacenamiento en pila (con materiales de la zona)



3. Sistema de almacenamiento en bodega en sacos ralos y de polipropileno.



4. Sistema de almacenamiento en jabas



ANEXO 3

Tubérculo-semilla de papa



ANEXO 4

Escala y criterios de evaluación para el grado de brotación del tubérculo de papa. Pichincha. 2008.

Escala	Criterio de evaluación
1	Sin brotación
2	0.1 cm de brote en la muestra
3	0.5 cm de brote en la muestra
4	1 cm de brote en la muestra
5	1.5 cm de brote en la muestra
6	2 cm o más de brote en la muestra