



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Fecha de Presentación: Septiembre – 2010

Estación Experimental: Santa Catalina

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

Proyectos: PAPA ANDINA
RED LATINPAPA
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Título: Efecto de mezclas de microorganismos benéficos en la producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum*) en aeroponía. Cutuglagua, Pichincha.

Ubicación: **Provincia:** Pichincha
Cantón: Mejía
Parroquia: Cutuglahua

Autor: Byron Fernando Potosí Argoti

Co-Autores: Ing. Agr. Fabián Montesdeoca
Dr. Jorge Andrade
Ing. Betty Paucar
Dra. Soraya Alvarado

Fecha de inicio: 10 – 2010

Fecha de terminación: 09 – 2011

Presupuesto: \$ 8775.90

Fuente(s) de Financiamiento:

CIP	67.82	%
INIAP	22.02	%
TESISTA	10.16	%

mejores de un estudio previo, (“Evaluación del efecto de microorganismos en la producción de semilla prebásica de papa con dos tipos de sustratos”). (Mencias, 2010). En dicho estudio se utilizó bacterias ecuatorianas provenientes del Proyecto Comminandes³ y del banco de germoplasma del INIAP, así como también bacterias provenientes del CIP- Lima que fueron evaluadas por Calvo, 2008.

2. JUSTIFICACION

El PNRT - Papa y el Departamento de Protección Vegetal del INIAP conjuntamente con el Centro Internacional de la Papa (CIP), proponen investigar el efecto de *Azospirillum* spp., *Azotobacter* sp. y *Bacillus subtilis* como antagonistas de patógenos y promotores de crecimiento en el cultivo de papa bajo el sistema aeropónico como una alternativa para mejorar la calidad de la semilla y la productividad del cultivo.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Evaluar el efecto de tres mezclas de microorganismos (*Azospirillum* spp., *Azotobacter* sp. y *Bacillus subtilis*) en la producción de semilla prebásica de dos variedades de papa bajo el sistema aeropónico.

3.2. Específicos

- 3.2.1. Establecer la mezcla de microorganismos que permita mejorar el rendimiento de tubérculo - semilla prebásica de papa.
- 3.2.2. Determinar la variedad de papa que responde mejor a la inoculación de los microorganismos.
- 3.2.3. Determinar si existe interacción entre los tratamientos en estudio.
- 3.2.4. Definir un protocolo de manejo del sistema aeropónico para la producción de semilla prebásica de papa.

4. HIPÓTESIS

- H₀₁:** No existe diferencia en el efecto de los microorganismos en la productividad de tubérculo - semilla prebásica de papa.
- H₀₂:** No existe diferencia en el rendimiento de tubérculo - semilla prebásica de papa entre las dos variedades.
- H₀₃:** No existe interacción entre las mezclas de microorganismos y las variedades en estudio.

³ Fuente: Proyecto COMMINANDES. 2002-2005. Sustainable potato production in Andean urban and peri-urban areas by combining bio-composting and microbial inoculants.

5.2. Metodología.

5.2.1. Características del sitio experimental

5.2.1.1. Ubicación⁴

Altitud	3058 m.
Latitud	00°22' Sur
Longitud	78°33' Oeste

5.2.1.2. Localización⁵

Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Cutuglagua

5.2.1.3. Características climáticas⁶

Temperatura media anual:	12°C
Precipitación media anual:	1432 mm
Humedad relativa promedio:	72.5%

5.2.1.4. Características del invernadero⁷.

Temperatura mínima promedio:	3.3 °C
Temperatura máxima promedio:	38.5 °C
Temperatura promedio:	15.9 °C
Humedad relativa:	72.9 %

5.2.2. Factores en estudio

5.2.2.1. Mezclas de microorganismos (M)

Estas se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Mezclas de microorganismos que se aplicarán en la investigación. Cutuglagua, Pichincha. 2010.

Cód.	Interpretación de las mezclas de microorganismos
m ₀ :	Testigo: Sin microorganismos
m ₁ :	<i>Bacillus subtilis</i>
m ₂ :	Mezcla 1 INIAP: Dos cepas de <i>Azospirillum</i> sp. (C1 Capulicito y C2 Laguacoto); cepas provenientes del banco de germoplasma del INIAP.
m ₃ :	Mezcla 2 INIAP: (<i>Azospirillum</i> sp. C1, <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Azotobacter</i> sp.)

⁴ Fuente: Datos tomados con un GPS en la EESC-INIAP. 2010

⁵ Fuente: www.igm.gov.ec/. 2010

⁶ Fuente: Estación Meteorológica Izobamba, ubicada en la EESC-INIAP. 2009

⁷ Fuente: Datos obtenidos con termómetro de máxima y mínima en el invernadero de aeroponía.

5.2.5. Diseño experimental

Para la evaluación se utilizará un Diseño Completamente al Azar con muestras, con un arreglo factorial 4x2.

Número de observaciones: Se realizarán 3 observaciones por tratamiento, sabiendo que en cada observación se tendrán 21 plantas para la variedad I-Fripapa y 13 plantas para la variedad Superchola.

5.2.6. Esquema del análisis de varianza

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza para el efecto de mezclas microorganismos benéficos en la producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum*) en aeroponía. Cutuglagua, Pichincha. 2010

Fuentes de Variación	GL
TOTAL	407
TRATAMIENTOS	7
Mezclas de microorganismos (M)	3
m_0 vs $m_1 m_2 m_3$	1
m_1 vs m_3	1
m_2 vs m_3	1
Variedades (V)	1
M x V	3
ERROR EXPERIMENTAL	16
ERROR DE MUESTRA	384

5.2.7. Análisis funcional

Para el factor mezclas de microorganismos (M) y para la interacción mezclas de microorganismos por variedades (M x V), se aplicará la prueba de Tukey al 5%.

Para el factor variedades (V), se aplicará la prueba DMS al 5%.

Se realizarán comparaciones ortogonales para el factor mezclas de microorganismos.

5.2.8. Disposición de los tratamientos en el sitio experimental

Se presenta en el Anexo 1

5.3.8. Rendimiento por planta

El peso total que se obtendrá por parcela neta se lo dividirá para el número de plantas cosechadas. La variable se expresará en gramos por planta (Arias, 2009).

5.3.9. Rendimiento total

Se tomará el peso total de los tubérculos cosechados por parcela neta y se expresará en kilogramos por metro cuadrado (Arias, 2009).

5.3.10. Número de tubérculos por peso de clasificación

Después de la cosecha, se clasificarán los tubérculos de la parcela neta de acuerdo a su peso. Se procederá a contarlos y clasificarlos como se detalla en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Categorías de la papa de acuerdo al peso. Cutuglagua – Pichincha. 2010.

CATEGORÍAS	PESO (g)
Primera	>60
Segunda	40-60
Tercera	20-40
Cuarta	10-20
Quinta	5-10
Sexta	2-5
Séptima	<2

FUENTE: Pinza, 1997

5.3.11. Porcentaje de extracción de semilla.

Se seleccionarán los tubérculos correspondientes a la parcela neta, atendiendo a sus atributos de calidad física y sanitaria; el número de tubérculos seleccionados se dividirá para el número total de tubérculos, se multiplicará por 100 y se expresará en porcentaje (Arias, 2009).

5.3.12. Porcentaje de materia seca del área foliar.

Se cortará la parte aérea de dos plantas por parcela al final del estado de floración y se procederá a secarlo en la estufa para calcular el porcentaje de materia seca.

5.3.13. Análisis foliar

El análisis se realizará en el Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP), donde se realizará el análisis de tejidos (Tejidos 2: N-P-K-Ca-Mg-S-Fe-Cu-Mn-B-Zn).

que alcancen una población de 10^9 (visualización por el método de Mc. Farland)⁹.

5.4.1.4. Determinación de la población de bacterias en el inoculante.

Se registrará las poblaciones de bacterias que existen en cada inoculante, mediante el uso de la escala de Mc. Farland, y para su verificación, se realizará la siembra en cajas Petri con medio TSB sólido.

5.4.2. Fase de invernadero

En el invernadero se cuenta con cajones oscuros que tienen las siguientes dimensiones: 1 m de ancho x 5 m de largo x 0.80 m de altura. A los cajones se los cubre internamente con plástico negro para tener la oscuridad necesaria para el crecimiento de las raíces de las plantas.

Por razones exclusivas del experimento, cada cajón oscuro representará un tratamiento; en los que se alojarán las tres mezclas de microorganismos y los niveles del factor variedades, incluyéndose además a cada una de las observaciones.

Se cuenta con un sistema de riego que servirán para suministrar la fertilización y los microorganismos a las raíces de las plantas a través de nebulizadores los cuales están ubicados a 60 cm. de distancia entre si.

5.4.2.1. Transplante.

Se realizará cuando las plántulas *in vitro* tengan una altura de 5-6 cm, bajo el sistema de plantación a “tres bolillo”. La densidad para la variedad I-Fripapa es de 20 cm. Y para la variedad Superchola es de 25 cm.

5.4.2.2. Inoculación.

La primera inoculación se realizará al momento del trasplante, para lo cual previamente se realizará la mezcla de los microorganismos de acuerdo a los tratamientos y en esta solución preparada se procederá a la introducción de las raíces de las plántulas por un lapso de 20 minutos y luego se las trasplantará en los cajones.

Para las posteriores inoculaciones el inoculante líquido se lo colocará en el tanque de la solución nutritiva, y su inoculación será mediante el sistema de riego. La inoculación por el sistema de riego será a los 30 días, 60 días después del trasplante y en el estado de floración.

⁹ Fuente: <http://www.slideshare.net>. 2010.

$$\text{Índice} = \frac{0 \text{ Sana} + 1 \text{ Muy Ligera} + 2 \text{ Ligera} + 3 \text{ Moderada} + 4 \text{ Severa}}{\text{Número total de tubérculos muestra}} \times 100$$

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Este se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Cronograma de actividades para la validación de efecto de mezclas de microorganismos benéficos en la producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum*) en aeroponía. Cutuglagua, Pichincha. 2010.

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Proyecto de Tesis												
Revisión de literatura	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Elaboración del proyecto	■	■										
Aprobación del proyecto		■	■									
Preseminario			■									
2. Actividades en laboratorio y campo												
Reconocimiento, Preparación y Multiplicación de los microorganismos promotores de crecimiento		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Multiplicación in Vitro de plántulas de papa de las variedades I-Fripapa y Superchola		■	■									
Trasplante de plántulas en los cajones				■								
Inoculación de microorganismos promotores de crecimiento				■	■	■	■					
Recopilación de datos				■	■	■	■	■	■	■	■	
Visita de tesis							■					
Interpretación de resultados				■	■	■	■	■	■	■	■	
Redacción del proyecto final							■	■	■	■	■	
Presentación final de la investigación											■	■

7.1. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Organización/Persona	Monto USD	Porcentaje
Centro Internacional de la Papa (CIP) Proyecto "PAPA ANDINA"	5952.00	67.82
Proyecto RED LATIN PAPA del INIAP	474.00	5.40
Proyecto FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL del INIAP	326.40	3.72
INIAP	1131.50	12.90
Tesista	892.00	10.16
Total	8775.90	100.00

12. MENCIAS, D. 2010. Evaluación del efecto de microorganismos en la producción de semilla prebásica de papa con dos tipos de sustratos. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
13. MONTESDEOCA, F. 2006. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad, PNRT – INIAP – Proyecto Fortipapa. 40 p.
14. PINZA M, 1997. Producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum*) en invernadero con 3 orígenes y aporques. Santa Catalina INIAP. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas p. 12-13 16-17.

Anexo 2. Solución Nutritiva Dinámica (Recomendación de la Universidad Nacional Agraria la Molina).

SOLUCION NUTRITIVA		
NUTRIENTES	Solución	
	Inicial(ppm)	Final(ppm)
Nitrógeno (N)	190	150
Fósforo (P)	35	45
Potasio (K)	200	260
Calcio (Ca)	150	150
Azufre (S)	70	92
Magnesio (Mg)	45	45
Hierro (Fe)	1	1
Manganeso (Mn)	0.4	0.4
Boro (B)	0.13	0.13
Zinc (Zn)	0.074	0.074
Cobre (Cu)	0.038	0.038
Molibdeno (Mo)	0.036	0.036

Anexo 3. Medios de cultivo específicos para bacterias

Cuadro 1. Medio sólido Agar Nutritivo para cultivo de *Bacillus* spp. Cutuglagua – Pichincha. 2010.

Reactivo	Cantidad
Peptona	5g
Extracto de carne	3g
Agar	15g
Agua	1000 ml
pH	6.6 – 7.0

Cuadro 2. Medio Caldo Nutritivo. Cutuglagua – Pichincha. 2010

Reactivo	Cantidad
Peptona	5g
Extracto de carne	3g
Agua	1000ml
pH	6.6 – 7.0

Cuadro 3. Medio sólido NFMB (Nitrogen Free Mineral Broth) para cultivo de *Azotobacter* spp. Cutuglagua – Pichincha. 2010.

Reactivo	Cantidad
K ₂ HPO ₄	0,655g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,2g



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Fecha de Presentación: Septiembre – 2010

Estación Experimental: Santa Catalina

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

Proyecto: RED-PAPA ANDINA

Título: Evaluación de densidades de siembra y niveles de fertilización química en la producción de semilla en cuatro genotipos de papa (*Solanum* spp.) Mejía - Pichincha.

Ubicación: **Provincia:** Pichincha
Cantón: Mejía
Parroquia: Cutuglagua

Autor: Diana Elizabeth Domínguez Olmedo

Coautor (es): Ing. Agr. Fabián Montesdeoca

Fecha de inicio: 09 – 2010

Fecha de terminación: 09 – 2011

Presupuesto: \$ 5538.86

Fuente(s) de Financiamiento:

PROYECTO			
Red Latín Papa	82.66	%	
INIAP	6.53	%	
TESISTA	10.81	%	

1. ANTECEDENTES

La papa es una valiosa herramienta en la lucha contra el hambre y la pobreza, que es una de las razones por lo que la ONU declaró el 2008 como el año internacional en la que se convirtió en una oportunidad para impulsar y consolidar una serie de acciones a favor del sector papa en Ecuador. Según el III Censo Nacional Agropecuario el 10% de trabajadores agropecuarios están involucrados en este cultivo. En el periodo 2002 a 2006, se ha producido 409,733 TM de papa al año, con una área cosechada promedio de 43,300 has y un rendimiento promedio relativamente bajo de 9.5 TM/ha; sin embargo, no se presenta una demanda efectiva por ese volumen de semilla porque entre los agricultores existe poca cultura de uso de semilla de calidad y prefieren guardar los tubérculos de su propia cosecha para en el siguiente ciclo. (Devaux *et al.*, 2010). De esta manera, en varios ciclos de estas semillas "malas y buenas", se va erosionando genéticamente la variedad, y se van perdiendo sus cualidades de rendimiento y resistencia a enfermedades. (Montesdeoca *et al.*, 2005)

El Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro Papa (PNRT-Papa) a partir del 2001 se inician las evaluaciones en el mejoramiento genético de los materiales seleccionados años atrás, en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Carchi y Pichincha con la participación activa de los productores. En el año 2007, los mejores clones de cada población entraron en un proceso de multiplicación de semilla, con la finalidad de disponer la suficiente cantidad para realizar ensayos en las diferentes provincias, evaluando en diferentes pisos altitudinales las características agronómicas de los clones en estudio y seleccionar los mejores, tomando en cuenta rendimiento total, resistencia a lancha (*Phytophthora infestans*) y características de tubérculo. Se evaluaron un total de 14 clones entre los cuales se encontraron los clones promisorios 98-11-6, 98-2-6 y 99-66-6. (INIAP/PNRT-papa, 2001, 2006, 2007).

Cada genotipo de papa es considerado como un individuo demanda un manejo agronómico diferente para la obtención de tubérculo -semilla. La producción por área depende en un aprovechamiento del espacio, por lo que, la densidad de siembra está relacionada directamente en el número de tallos/m² que coadyuvan al número, tamaño, forma de tubérculo producido y a la incidencia de plagas y enfermedades. La cantidad de tallos es variable depende del tamaño del tubérculo-semilla, variedad, número de brotes y método de siembra. (Pumisacho, Sherwood, 2002)

Además de esto, la fertilidad juega un rol importante en la productividad. Por lo cual hay que tomar en cuenta las características de los suelos Andisoles presentan la capacidad para inmovilizar (fijar) fósforo (P) en la superficie de los minerales amorfos, que influye directamente en recomendaciones de fertilización del suelo en la producción de semilla de papa. Dentro del manejo del cultivo, se debe tomar en cuenta la fertilización, pues complementa los nutrientes que se encuentran deficientes para las plantas e incrementa sus rendimientos. Por ello, el concepto de fertilidad debería incluir criterios químicos, físicos, biológicos, en cuanto, la fertilización varía en dosis, fuente y época de aplicación. (Espinosa *et al.*, 2007).

En cuanto al mejoramiento genético, la papa tiene una serie de características que constituyen un reto científico. Los cultivares se propagan vegetativamente por el tubérculo, que es un órgano de reserva de la planta desarrollado por el tejido somático que producen los estolones, en el que varía dependiendo del origen de la especie o clon, por ello *S. andigena* producen numerosos tubérculos de tamaño mediano y pequeño, mientras que *S. tuberosum* producen tubérculos de tamaño grandes y escasos. Por lo tanto, la cantidad de estolones y tubérculos emitidos por tallos están directamente relacionados con la densidad de siembra óptima y los requerimientos nutricionales que demanda cada especie. (Estrada, 2000).

2. JUSTIFICACIÓN

El Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro Papa (PNRT-Papa) pretende convertir en nuevas variedades de papa a los clones promisorios 99-66-6, 98-11-6 y 98-2-6, al considerarse que cada genotipo de papa presenta diferente comportamiento y manejo agronómico se propone evaluar dos densidades de siembra y tres niveles de fertilización química en la producción de tubérculo-semilla, para obtener la mayor productividad, manejo agronómico óptimo que requiere cada clon promisorio.

3. OBJETIVOS

3.1 General

Evaluar dos densidades de siembra y tres niveles de fertilización química en la producción de tubérculo semilla en cuatro genotipos de papa (*Solanum* spp.) Cutuglagua - Pichincha.

3.2 Específico

3.2.1 Determinar el mejor nivel de fertilización en los genotipos de papa para la producción de tubérculo – semilla.

3.2.2 Determinar la mejor densidad de siembra para la producción de tubérculo – semilla de papa.

3.2.3 Identificar si existe interacción entre los niveles de fertilización, densidades de siembra y genotipos de papa.

3.2.4. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

4. HIPÓTESIS.

4.1. Hipótesis nula

Ho₁ No existe diferencia entre los niveles de fertilizaciones aplicados en los genotipos de papa.

Ho₂: No existe diferencia en el comportamiento de las densidades de siembra en la producción de tubérculo-semilla de papa.

Ho₃: No existe diferencia entre la interacción entre los niveles de fertilización, densidades de siembra y genotipos de papa.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.1 Material biológico

Semilla de genotipos:

– Clones promisorios: 99-66-6, 98-11-6, 98-2-6.

– Variedad: Superchola (testigo)

5.1.2 Materiales y equipos de campo

– Estacas

– Flexómetro

– Tractor

– Herramientas de labranza

– Bomba de mochila

– Fertilizantes (11-52-00, Sulpomag y Urea)

– Fungicidas y pesticidas

– Letreros

– Cámara fotográfica

5.1.3. Materiales y equipos de oficina.

- Calculadora
- Computador
- Libro de campo

5.2 METODOLOGÍA.

5.2.1 Características del sitio experimental

5.2.1.1 Ubicación.

UBICACIÓN	LOCALIDAD
Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Cutulaglahua
Altitud	3058
Longitud	78°33' O
Latitud	00°22' S

Fuente: Datos tomados con un GPS en la EESC-INIAP. 2010

5.2.1.2 Características agroclimáticas

CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS	LOCALIDAD
Temperatura promedio anual (°C)	12
Precipitación promedio anual (mm.)	1432
Humedad relativa promedio anual (%)	72.5

Fuente: Estación Meteorológica Izoobamba, ubicada en la EESC-INIAP. 2009

5.2.1.3 Características edáficas

CARACTERÍSTICAS	LOCALIDAD
Tipo de suelo	Franco a franco arcilloso
Topografía	Plana
Orden	Andisol
pH	6.5
Materia orgánica	alto

Fuente: Reporte de análisis de suelos del Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Santa Catalina

5.2.2 Factores en estudio

5.2.3 Genotipos de papa

Nº	CÓDIGO	GENEALOGÍA
- g1	98-11-6	95-95-3 x 95-25-5
- g2	99-66-6	I. Gabriela x I. Fripapa
- g3	98-2-6	Gabriela x Margarita
- g4	SUPERCHOLA	((Curipamba negra x <i>Solanum demissum</i>) x Clon resistente con comida amarilla x Chola seleccionada)

Fuente: Genotipos del programa de mejoramiento de papa del INIAP

5.2.3.1 Fertilización química

- f_1 : Recomendación del Departamento de Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP). (Anexo 1).
- f_2 : El 50% más de la Recomendación del Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP).
- f_3 : El 100% más de la Recomendación del Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP).

5.2.3.2 Densidades de siembra

- d_1 : 16 tallos / m^2 (1.00 m x 0.25 m)
- d_2 : 12 tallos / m^2 (1.10 m x 0.40 m)

5.2.4 Interacciones

Las veinte y cuatro interacciones resultan de la combinación de los factores en estudio y que se presentan a continuación:

Nº	CÓDIGO	SIGNIFICADO
1	$d_1 n_1 g_1$	(16 tallos / m^2) x (Recomendación del INIAP) x (98-11-6)
2	$d_1 n_1 g_2$	(16 tallos / m^2) x (Recomendación del INIAP) x (99-66-6)
3	$d_1 n_1 g_3$	(16 tallos / m^2) x (Recomendación del INIAP) x (98-2-6)
4	$d_1 n_1 g_4$	(16 tallos / m^2) x (Recomendación del INIAP) x (Superchola)
5	$d_1 n_2 g_1$	(16 tallos / m^2) x (50 % más de la recomendación del INIAP) x (98-11-6)
6	$d_1 n_2 g_2$	(16 tallos / m^2) x (50 % más de la recomendación del INIAP) x (99-66-6)
7	$d_1 n_2 g_3$	(16 tallos / m^2) x (50 % más de la recomendación del INIAP) x (98-2-6)
8	$d_1 n_2 g_4$	(16 tallos / m^2) x (50 % más de la recomendación del INIAP) x (Superchola)
9	$d_1 n_3 g_1$	(16 tallos / m^2) x (100 % más de la recomendación del INIAP) x (98-11-6)
10	$d_1 n_3 g_2$	(16 tallos / m^2) x (100 % más de la recomendación del INIAP) x (99-66-6)
11	$d_1 n_3 g_3$	(16 tallos / m^2) x (100 % más de la recomendación del INIAP) x (98-2-6)
12	$d_1 n_3 g_4$	(16 tallos / m^2) x (100 % más de la recomendación del INIAP) x (Superchola)
13	$d_2 n_1 g_1$	(12 tallos / m^2) x (Recomendación del INIAP) x (98-11-6)
14	$d_2 n_1 g_2$	(12 tallos / m^2) x (Recomendación del INIAP) x (99-66-6)
15	$d_2 n_1 g_3$	(12 tallos / m^2) x (Recomendación del INIAP) x (98-2-6)
16	$d_2 n_1 g_4$	(12 tallos / m^2) x (Recomendación del INIAP) x (Superchola)
17	$d_2 n_2 g_1$	(12 tallos / m^2) x (50 % más de la recomendación del INIAP) x (98-11-6)
18	$d_2 n_2 g_2$	(12 tallos / m^2) x (50 % más de la recomendación del INIAP) x (99-66-6)
19	$d_2 n_2 g_3$	(12 tallos / m^2) x (50 % más de la recomendación del INIAP) x (98-2-6)
20	$d_2 n_2 g_4$	(12 tallos / m^2) x (50 % más de la recomendación del INIAP) x (Superchola)
21	$d_2 n_3 g_1$	(12 tallos / m^2) x (100 % más de la recomendación del INIAP) x (98-11-6)
22	$d_2 n_3 g_2$	(12 tallos / m^2) x (100 % más de la recomendación del INIAP) x (99-66-6)
23	$d_2 n_3 g_3$	(12 tallos / m^2) x (100 % más de la recomendación del INIAP) x (98-2-6)
24	$d_2 n_3 g_4$	(12 tallos / m^2) x (100 % más de la recomendación del INIAP) x (Superchola)

5.2.5 Unidad experimental

Descripción	Detalle
Numero de unidades experimentales	96
Parcela grande 1	240 m ²
Parcela grande 2	264 m ²
Sub. parcela 1	80 m ²
Sub. parcela 2	88 m ²
Sub.sub parcela 1	20 m ²
Sub.sub parcela 2	22 m ²
Parcela neta 1	8.00 m ²
Parcela neta 2	7.48 m ²
Densidad 1	16 tallos / m ²
Densidad 2	12 tallos / m ²

5.2.6 Análisis estadístico

5.2.5.1. Diseño experimental

Se realizará un diseño de parcela dos veces dividida con 4 repeticiones.

5.2.5.2. Características del experimento.

- **Área total del ensayo:** 2891.05 m² (33.50 m x 86.30 m).
- **Área neta del ensayo:** 743.04 m².
- **Área total de caminos:** 179.70 m².
- **Numero de tallos por surco:**
Parcela con la densidad 16 tallos / m²: 80 tallos.
Parcela con la densidad 12 tallos / m²: 78 tallos.
- **Numero de tallos por parcela:**
Parcela para la densidad 16 tallos / m²: 320 tallos.
Parcela para la densidad 12 tallos / m²: 312 tallos.
- **Número de surcos por parcela:** 4 surcos.

5.2.5.3. Análisis de la variancia

Se utilizará el siguiente ADEVA:

Fuentes de variación	GL	
Total	95	
Repeticiones	3	
Densidades (D)	1	
Error (a)	3	
Niveles de Fertilización (N)	2	
Lineal	1	
Cuadrático	1	
D x N	2	
Error (b)	12	
Genotipos (G)	3	
g1 g2 g3 vs g4	1	
g1g2 vs g3	1	
g1 vs g2	1	
D x G	3	
N x G	6	
D x N x G	6	
Error (c)	54	
Promedio =...		
CV (a) = %	CV (b) = %	CV (c) = %

5.4. Análisis funcional

Si se detecta significación estadística, se utilizará la prueba de DMS al 5% para densidades de siembra, Tukey al 5% para niveles de fertilización y genotipos y sus respectivas interacciones. Además se utilizará polinomios ortogonales para niveles de fertilización y comparaciones ortogonales para genotipos.

5.5. Variables y métodos de evaluación

5.5.1.1. Variables agronómicas

5.5.1.1.1. Porcentaje de emergencia

Se evaluará a los 30 días después de la siembra, contando en cada parcela neta el número de plantas emergidas en relación al número de tubérculos sembrados y se expresará en porcentaje. (INIAP/PNRT-papa. 2006).

5.5.1.1.2. Altura de planta

Las lecturas se realizarán cuando el cultivo presente el 50% de floración. Se medirá desde la base hasta la parte terminal de la planta. Esta variable se evaluará en 3 plantas seleccionadas al azar por surco que presenten competencia total dentro de la parcela neta y se expresará en centímetros. (INIAP/PNRT-papa. 2006).

5.5.1.1.3. Estolones fuera del surco

Se evaluará cuando el cultivo este en estado de floración, realizando un conteo visual del número de estolones fuera del surco en la parcela neta, se expresara en números de estolones fuera del suelo.

5.5.1.1.4. Vigor de planta

Se evaluará cuando el cultivo presente el 50% de floración, utilizando la escala propuesta por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos rubro Papa. (INIAP/PNRT-papa, 2006).

1. **Poco vigorosa:** Cuando la planta presente poca frondosidad y no cubra todo el surco. Grosor de tallo menor a 1 cm.
2. **Medio:** Cuando la planta presente media frondosidad y cubra la mitad del surco. Grosor de tallo entre 1 y 1.5 cm.
3. **Vigorosa:** Cuando la planta presente frondosidad y cubra todo el surco. Grosor de tallo superior a 1.5 cm.

5.5.1.1.5. Días a la senescencia

Se evaluará contabilizando el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela neta presenten el 50% del follaje café, se expresará en días después de la siembra. (INIAP/PNRT-papa. 2006).

5.5.1.1.6. Días a la cosecha

Cuando el cultivo este en la fase de madurez comercial, se registrará los días transcurridos desde la siembra a la cosecha. Se observara en los tubérculos su madurez comercial. (INIAP/PNRT-papa. 2006).

5.5.1.2. Rendimiento

5.5.1.2.1. Rendimiento por planta

Se registrará el rendimiento de cada una de las seis plantas cosechadas de la parcela neta, expresándola en kilogramos /planta. (INIAP/PNRT-papa. 2006).

5.5.1.2.2. Rendimiento total

Se registrará el rendimiento de cada uno de los materiales evaluados, y se expresarán en kilogramos/parcela neta. Posteriormente se expresará en toneladas/ha.(INIAP/PNRT-papa. 2006).

5.5.1.2.3. Rendimiento por categorías

Se cosechará toda la parcela neta y se clasificará los tubérculos de acuerdo a las categorías. Se expresará en kilogramos / categoría/ parcela neta. (INIAP/PNRT-papa. 2006).

Cuadro 1. Clasificación de los tubérculos por su aptitud para la semilla.

Denominación	Peso (g)
Gruesa	de 101 a 120
Grande	de 81 a 100
Mediana	de 61 a 80
Pequeña	de 40 a 60

FUENTE: Montesdeoca, F. PNRT-Papa. 2005.

5.5.1.3. Variables en post-cosecha

5.5.1.3.1. Control interno de calidad.

Se realizará cuando el cultivo haya sido cosechado, se procederá a contar el número total de tubérculos cosechados. Se tomaran al azar 50 tubérculos.

La sanidad de la semilla seleccionada se realizará mediante observaciones visuales a través del método indexado; utilizando el procedimiento establecido por INIAP/PNRT-papa:

$$\text{Índice} = \frac{0 \text{ Sana} + 1 \text{ Muy ligera} + 2 \text{ Ligera} + 3 \text{ Moderada} + 4 \text{ Severa}}{\text{Número total de tubérculos muestra}} \times 100$$

5.5.1.4.2. Análisis económico

Se realizara el análisis económico del presupuesto parcial: Metodología formulada por Perrin , en la que se establecen, los rendimientos medios, los costos variables dentro de cada tratamiento en estudio y el Beneficio bruto (Bb); luego, se obtendrá el Beneficio Neto (Bn) y finalmente se establecerá el cuadro de la Tasa Marginal de Retorno. Para fines de esta investigación se establecerá una Tasa Mínima de Retorno del 200%.(CIMMYT.1998)

5.5.2. Manejo del experimento

5.5.2.1. Preparación del terreno

En los lotes asignados se realizará un muestreo del suelo para el posterior análisis físico-químico del mismo. Para la preparación del suelo: dos aradas, una para la incorporación de los rastrojos del cultivo anterior y una segunda arada 15 días después de la anterior. Por último se pasará una rastra a 10 a 15 cm de profundidad, de tal manera que se tenga una cama lista para la siembra.

5.5.2.2. Siembra

Se sembrará en cada surcos , en los cuales se colocará de acuerdo a las densidades de siembras establecidas. La semilla debe estar en estado de brotación múltiple, se colocara en el fondo del surco y se tepará a una profundidad adecuada (8 – 10 cm) para que la germinación sea uniforme.

5.5.2.3. Fertilización

Para la determinación de la cantidad y tipo de fertilizantes a aplicarse se considerarán los resultados del análisis de suelo y la recomendación para el cultivo. La fertilización con los elementos fósforo y potasio en su totalidad se realizará al momento de la siembra, aplicando al fondo del surco a chorro continuo y se colocará encima de estos una delgada capa de suelo para evitar que la semilla se quemee.

El nitrógeno se aplicará de forma fraccionada: la primera mitad se colocará en conjunto con el fósforo, potasio y azufre al momento de la siembra, y el restante se aplicará al medio porque (20-25 cm de altura de la planta).

5.5.2.4. Control de malezas

Esta labor se realizará con la aplicación de Sencor 1.2kg/ha cuando las malezas comiencen a emerger.

5.5.2.5. Control fitosanitarios

Se observara la incidencia de plagas y enfermedades en función de las densidades propuestas, realizando aplicaciones fitosanitarias utilizando productos preventivos o curativos. En caso de la presencia de “Lancha” o “Tizón tardío” (*Phytophthora infestans*) y “Oidio” (*Oidium cichoseareum*) se aplicara Acrobat 2.5 kg/ha. Para polillas (*Symmetrischema tangolias* y *Tecia solanivora*) se aplicara Regent 400ml/ha.

5.5.2.6. Labores culturales

Se realizará el rascadillo manualmente cuando las plantas tengan de 10 a 15 cm de altura, esta labor permite la aireación del suelo. El medio aporque se realizará de forma manual entre los 60 a 80 días después de la siembra dependiendo del desarrollo vegetativo de los clones (en éste momento se efectuará la fertilización complementaria con nitrógeno).

Se realizará la labor de aporque entre los 90 y 105 días después de la siembra, dependiendo del desarrollo de los genotipos de papa.

5.5.2.7. Cosecha y Pos-cosecha

La cosecha se realizará de forma manual cuando las plantas alcancen la senescencia completa y los tallos se encuentren tendidos en el suelo, (MONTESDEOCA, F. 2005). En pos-cosecha se clasificarán los tubérculos de cada genotipo de acuerdo a su categoría (Cuadro 1).

5.5.2.8. Almacenamiento

A cada uno de los genotipos se los colocará en sacos ralos y se los almacenará en la bodega del Programa de Papa. Los tubérculos deberán estar secos, sanos y libres de tierra; y la bodega deberá tener buena ventilación, luz difusa y una temperatura de 8-10°C.

6. PRESUPUESTO

Cuadro 1. Presupuesto para la evaluación de densidades de siembra, fertilización química de cuatro genotipos de papa (*Solanum* spp). Mejía-Pichincha 2010.

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	TOTAL (USD)
INSUMOS				549,60
Semilla	qq	7	30,00	210,00
Fertilizantes				299,60
Muriato de potasio	50 kg	2	32,00	64,00
11-52-00	50 kg	4	34,65	138,60
Sulpomag	50 kg	2	27,50	55,00
Urea	50 kg	1	32,00	32,00
Control fitosanitario	control	4	10,00	40,00
Preparación del suelo				72,00
Arada, rastrada y surcada	Hora	6	12,00	72,00
MATERIALES DE OFICINA				143,30
Hojas INEN	Paquete	3	4,50	13,50
Libreta de apuntes	Unidad	4	0,60	2,40
Carpetas	Docena	1	2,40	2,40
Impresiones	Hojas	300	0,05	15,00
Anillados	Unidad	5	2,00	10,00
Empastado	Texto	5	20,00	100,00
OTROS				4510,20
Análisis de suelos	Muestra	2	22,00	44,00
Análisis de extracción de nutrientes	muestra	48	10,00	480,00
Aranceles Facultad	Trámite tesis	1	500,00	500,00
Visita de Tesis	Visita	1	100,00	100,00
Beca tesista	Mensual	12	323,85	3886,20
SUBTOTAL				5275,10
Imprevistos (5 %)				263,76
TOTAL				5538,86

6.1 Fuentes de financiamiento

En base al costo total por ciclo de cultivo, las fuentes de financiamiento y el aporte correspondiente a cada una de ellas, son las siguientes:

FUENTE	MONTO (USD)	PORCENTAJE (%)
PROYECTO Red Latín Papa	4578,49	82,66
INIAP	360,37	6,53
TESISTA	600,00	10,81
TOTAL	5538,86	100,00

7. BIBLIOGRAFÍA

1. DEVAUX, A.; FLORS, R.; HIBON, A.; ORDINOLA, M. 2010. El sector papa en la región andina: Diagnostico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa. 385 p.
2. ESPINOSA, J. 2007. Fijación de Fósforo en Suelos Derivados de Ceniza Volcánica. INPOFOS Norte de América Latina (PPI/PPIC) .Quito – Ecuador. Disponible:http://www.engormix.com/fijacion_fosforo_suelos_derivados_s_articulos_1529_AGR.htm. Fecha publicación: 22/05/2007
3. INIAP/PNRT-papa. 2001. Evaluaciones complementarias grupo de evaluadores de clones y técnicos del PNRT-papa en la Estación Experimental Santa Catalina. In Informe Técnico anual 2001. 10 p
4. INIAP/PNRT-papa. 2006. Guía para el manejo y toma de datos de ensayos de mejoramiento de papa. 24 p.
5. INIAP/PNRT-papa. 2007. Informe de la Población B. In Informe Técnico anual 2007. 7 p.
6. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador (MAG) a 2006
7. MONTESDEOCA, F. 2005. Guía para la comercialización y uso de la semilla de papa. PNRT-INIAP-Proyecto Fortipapa, 40p.
8. PUMISACHO, M. y S. SHERWOOD. 2002. El cultivo de papa en Ecuador. INIAP-CIP. Quito. 229 p.

8. ANEXOS

Cuadro 1. Interpretación del análisis químico de suelo y recomendaciones generales de fertilización

Interpretación Análisis del suelo	Recomendación de fertilización				Recomendación de fertilización Kg/ha			
	N	P	S	K Meq/100 ml	N	P2O5	K2O	S
Bajo	<30	<10	<12	<0.19	150-200	300-400	100-150	40-60
Medio	31-60	11-20	13-23	0.2-0.38	100-150	200-300	60-100	20-40
Alto	>61	>21	>24	>0.39	60-100	100-200	40-60	0-20

Fuente: PUMISACHO, M. y S. SHERWOOD. 2002. el cultivo de papa en Ecuador. INIAP-CIP. Quito.

Anexo 2.- Croquis del ensayo

