



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Fecha de Presentación: Diciembre – 2009

Estación Experimental: Santa Catalina

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

Proyecto: RED-PAPA ANDINA

Título: Evaluación de soluciones nutritivas dinámicas para la producción de Tubérculo –Semilla categoría prebásica en dos variedades de papa bajo el sistema aeropónico. Cutuglagua - Pichincha.

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

Autor: Jhenny Marlene Cayambe Terán

Coautor (es): Ing. Agr. Fabián Montesdeoca
Ing. Agr. Jaqueline Benítez
Dr. Jorge Andrade

Fecha de inicio: 08 – 2009

Fecha de terminación: 06 – 2010

Presupuesto: \$ 8416.54

Fuente(s) de Financiamiento: CIP - 50.0 %
INIAP 39.3 %
TESISTA 10.7 %

1. ANTECEDENTES

Según el III Censo Nacional Agropecuario, en el Ecuador se cultiva papa en una superficie de 47 494 ha (INEC, 2002); por lo que debería utilizarse 71 241 t/año de semilla (1.5 t/ha) (MONTESDEOCA, 2005). Lamentablemente, la cobertura con semilla certificada es mínima en el país. Según estimaciones del Departamento Producción de Semillas del INIAP, apenas el 3% de la superficie nacional dedicada al cultivo de papa está cubierta con este tipo de semilla (HERRERA M., *et.al.* 1999).

La semilla es uno de los principales factores en la producción del cultivo de papa. Es posible mejorar la producción mediante la optimización de otros componentes tales como el riego, la fertilización, el control fitosanitario, el manejo agronómico, entre otros, pero si la semilla no es de buena calidad, los rendimientos pueden verse reducidos. (MATEUS J., CHUQUILLANQUI C. 2008.)

Siendo el tubérculo semilla un factor fundamental para garantizar la calidad del cultivo de papa, la siembra de tubérculos semilla de mala calidad puede perjudicar la siembra aún cuando las demás condiciones sean favorables al cultivo. Así, la obtención de tubérculos semilla de calidad está directamente relacionada con la mejor aplicación de las técnicas de cultivo y con la calidad sanitaria, física, genética y fisiológica de la semilla. (VELÁSQUEZ J., 2001).

CEVALLOS (1994), considera que la semilla prebásica representa la materia prima fundamental con que cuentan los programas de multiplicación de semilla, para obtener a partir de esta, semilla básica, registrada y certificada que guarden características de óptima calidad.

El Programa Nacional de Raíces y Tubérculos, Rubro Papa (PNRT- Papa) y el Departamento de Producción de Semillas (DPS), de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, han desarrollado una serie de sistemas de producción y multiplicación de semilla prebásica de papa; en el año 2001, se implementó la tecnología conocida como semi hidroponía, técnica que se está utilizando actualmente y consiste en que mediante la utilización de plantas generadas en condiciones de laboratorio, son transplantadas a sustratos inertes previamente esterilizados, suministrando agua y nutrientes por fertirrigación, a las plántulas, que anclando sus raíces en estos sustratos han de generar finalmente semilla prebásica de papa. Fruto de investigaciones, sucesivas realizadas en este campo; el sistema semi hidropónico se ha ido modificando, para adaptarse, a diferentes condiciones y exigencias del cultivo; cuyo principal objetivo, es garantizar, la mayor productividad, calidad y sanidad de la semilla prebásica. (PAREDES M., 2002)

Según NAVARRETE J., (2004), una de las desventajas aún más considerables que presenta el sistema semi hidropónico es que; el promedio de mini tubérculos de semilla prebásica menores de 2g obtenidos en relación al total de la producción de semilla es del 40%; estos mini tubérculos presentan problemas, debido a que no se adaptan fácilmente a las condiciones edáficas de la Estación Experimental Santa Catalina.

Frente a esto se propone una de las más modernas tecnologías para la reproducción de semillas de buena calidad: la aeroponía.

La aeroponía permite un aumento de la calidad y el rendimiento final, así como la posibilidad de hacer cosechas uniformes, seleccionando o recogiendo minitubérculos de tamaño apropiado para llevar al campo (20-30 mm); así los restantes (que no son cosechados) pueden desarrollarse más rápidamente. Este método consigue un mayor control sobre el tamaño final de los minitubérculos. (MATEUS J., CHUQUILLANQUI C. 2008.)

El Centro Internacional de la Papa (CIP), ha emprendido proyectos de mejoramiento del cultivo, con el fin de mejorar la producción y abaratar los costos de producción de tubérculo – semilla. La técnica, consiste en cultivar plántulas de papa en mesas (cajones) especialmente adaptadas en las cuales las raíces se encuentran suspendidas en el aire, sin tocar el suelo. Las raíces crecen en la parte inferior de las mesas, sin recibir luz, para lo cual se las cubre con plásticos negros, y son rociadas con sustancias nutritivas que posibilitan la formación de tubérculos en forma aérea. De esta manera, los tubérculos se forman y crecen completamente libres de problemas sanitarios y producen hasta diez veces más que con las técnicas convencionales (CHUQUILLANQUI, C., *et.al.* 2007).

La primera investigación realizada en Ecuador acerca de aeroponía fue el “Estudio Agronómico y Económico en la producción de tubérculo semilla categoría prebásica de dos variedades de papa y tres densidades”, realizada por Arias D. 2008.

En dicha investigación, se obtuvo un incremento en el número de mini tubérculos de cuarta, quinta y sexta categoría, debido a que la concentración de nutrientes de la solución, no fue la adecuada para los procesos fisiológicos de floración y producción de este cultivo, además del distinto comportamiento de las variedades estudiadas.

2. JUSTIFICACION

El presente proyecto de investigación tiene la finalidad de determinar las soluciones nutritivas óptimas para cada una de las variedades, en función de sus requerimientos nutricionales. La composición de la solución nutritiva variará de acuerdo al crecimiento de las plantas, dependiendo de la fase de crecimiento de las mismas.

De esta manera se pretende contribuir en la investigación de tecnologías aplicables para que el proceso de producción de semilla prebásica de papa sea más eficiente, en términos de observar el comportamiento de dos variedades de papa (INIAP-Fripapa y Superchola), bajo el efecto de tres soluciones nutritivas en el nuevo sistema de cultivo, denominado “aeropónico”.

La producción de semilla bajo el sistema aeropónico puede representar para los semilleros, una buena alternativa para resolver el déficit de semilla con tamaño y peso ideal para ser utilizada en el campo.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Evaluar la eficiencia de tres soluciones nutritivas dinámicas en la producción de tubérculo – semilla categoría prebásica de dos variedades de papa bajo un sistema de manejo aeropónico.

3.2. Específicos

- 3.2.1.** Determinar la solución nutritiva dinámica más eficiente en la producción de tubérculo – semilla categoría prebásica de papa, bajo el sistema aeropónico.
- 3.2.2.** Determinar la variedad de papa que genere mayor producción de tubérculo – semilla categoría prebásica de papa, bajo el sistema mencionado.
- 3.2.3.** Determinar si existe interacción entre los factores en estudio: soluciones nutritivas dinámicas y variedades, que influya en la producción de tubérculo – semilla categoría prebásica de papa.
- 3.2.4.** Realizar el análisis financiero de los tratamientos en estudio.

4. HIPÓTESIS

H₀ 1: No hay diferencia en la producción de tubérculo – semilla categoría prebásica de papa, utilizando tres soluciones nutritivas y dos variedades en el sistema aeropónico.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Materiales para implementar el Sistema Aeropónico.

- Planchas de Espumaflex 2.40x1.22m
- Plástico doble ancho (9mm)
- Cinta adhesiva
- Silicona
- Tubería PVC
- Accesorios PVC
- Manguera 16mm
- Boquillas nebulizadoras
- Bombas hidrostal
- Generador eléctrico
- Interruptores horarios
- Interruptor térmico
- Presurizador (hidroneumático)
- Tanques rodoplast
- Flexómetro
- Balde plástico
- Plantas in vitro de la variedad I-Fripapa.
- Plantas in vitro de la variedad Superchola.

5.1.2. Fertilizantes a usar

- Ácido Fosfórico
- Nitrato de calcio
- Nitrato de potasio
- Nitrato de amonio
- Quelato de Hierro
- Sulfato de magnesio

5.1.3. Materiales para recopilación y análisis de resultados.

- Libro de campo
- Cinta métrica
- Balanza de precisión
- Calculadora
- Computador
- Calibrador

5.2. Metodología.

5.2.1. Características del sitio experimental

5.2.1.1. Ubicación¹

Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Cutuglahua
Altitud	3058 m.
Latitud	00°22' Sur
Longitud	78°33' Oeste

5.2.1.2. Características climáticas²

Temperatura media anual	12°C
Precipitación media anual	1432 mm
Humedad relativa promedio	72.5%
Textura del suelo	Franco a franco arcilloso
Topografía	Plana

5.2.1.3. Características del Invernadero³.

Temperatura mínima promedio:	15.8°C
Temperatura máxima promedio:	23.8°C
Temperatura promedio:	20.7°C
Humedad relativa:	70%
Heliofanía:	140.53 horas luz promedio/año

¹ Fuente: Estación Meteorológica Izobamba, ubicada en la EESC-INIAP. 2009

² Fuente: Estación Meteorológica Izobamba, ubicada en la EESC-INIAP. 2009

³ Fuente: Datos obtenidos con termómetro de máxima y mínima en el invernadero. CIP 2009

5.2.2. Factores en estudio

5.2.2.1. Soluciones Nutritivas Dinámicas

Las soluciones nutritivas evaluadas se las aplicará en base a dos niveles, el inicial hasta la floración y el final desde la floración hasta la producción (Anexo 2).

- s₁: Recomendación de la Universidad Nacional Agraria la Molina (Perú), usada en el sistema aeropónico por ARIAS D., 2008
- s₂: Recomendación de HORNA D., 2004 para aplicarse en el sistema de manejo semi – hidropónico; tomando como base, la solución sugerida por el Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP).
- s₃: Formulación basada en un análisis foliar según JONES, *et al*, 1991. (Anexo 3).

5.2.2.2. Variedades de papa

- v₁: INIAP – Fripapa
- v₂: Superchola

5.2.3. Tratamientos

Resultantes de la interacción de los dos factores en estudio: Soluciones (S) y Variedades (V); obteniéndose un total de seis tratamientos:

Tratamientos	Codificación
1	s1v1 (Solución nutritiva Dinámica 1 x variedad I-Fripapa)
2	s1v2 (Solución nutritiva Dinámica 1 x variedad Superchola)
3	s2v1 (Solución nutritiva Dinámica 2 x variedad I-Fripapa)
4	s2v2 (Solución nutritiva Dinámica 2 x variedad Superchola)
5	s3v1 (Solución nutritiva Dinámica 3 x variedad I-Fripapa)
6	s3v2 (Solución nutritiva Dinámica 3 x variedad Superchola)

5.2.4. Unidad Experimental.

Parcela Neta: $1.2 m \times 0.7 m = 0.84 m^2$

Parcela Total: $1.55 m \times 0.90 m = 1.40 m^2$

Número de tratamientos: 6

Número de observaciones (repeticiones): 3

Número de plantas por parcela total: 45 plantas

Número de plantas por parcela neta: 28 plantas

Número de muestras: 28 plantas

Forma: Rectangular.

5.2.5. Diseño experimental

Para la evaluación se utilizará un Diseño Completamente al Azar con muestra, con un arreglo factorial 3x2. (Soluciones nutritivas x Variedades)

- **Número de observaciones**

Se realizarán 3 observaciones por tratamiento, sabiendo que en cada observación se tendrán 28 plantas que se tomarán como muestras en el diseño.

5.2.6. Esquema del ADEVA

Cuadro 1. Esquema del análisis de varianza para la evaluación de tres soluciones nutritivas en la producción de semilla categoría prebásica de dos variedades de papa (*Solanum sp.*). Cutuglagua- Pichincha. 2009.

Fuentes de Variación	GL
Total	503
Tratamientos	5
Soluciones nutritivas (S)	2
S ₁ VS S ₂ S ₃	1
S ₂ VS S ₃	1
Variedades (V)	1
S x V	2
Error Experimental	12
Error de Muestra	486
Promedio =	
CV = %	

5.2.7. Análisis Funcional

Se aplicará la prueba de Tukey al 5% para el factor Soluciones Nutritivas y para la interacción Soluciones Nutritivas por Variedades (S x V).

La prueba DMS al 5% se aplicará para Variedades (V).

Además se realizarán comparaciones ortogonales para Soluciones Nutritivas.

5.2.8. Análisis Económico

Para realizar el análisis económico se utilizarán dos metodologías:

- a. Análisis de presupuesto parcial: Metodología formulada por Perrín (CIMMYT, 1998), en la que se establecen los rendimientos medios, los costos variables dentro de cada interacción en estudio y el Beneficio bruto (Bb); luego, se obtendrá el Beneficio Neto (Bn) y finalmente se realizará el cálculo de la Tasa de Retorno Marginal (TRM).

- b. Análisis financiero de la relación Beneficio/Costo: Se determinará el ingreso potencial, multiplicando el número de minitubérculos producidos en cada tratamiento por un precio referencial. Posteriormente se dividirá el ingreso potencial para el costo total por ciclo, obteniéndose la relación Beneficio/Costo.

5.2.9. Disposición de los tratamientos en el sitio experimental

Se presenta en el Anexo 1

5.3. Variables y métodos de evaluación

5.3.1. Porcentaje de prendimiento

Esta variable se evaluará a los 30 días de efectuado el trasplante. Se tomará como dato para el análisis estadístico, el número total de plantas prendidas por parcela neta, y ese valor se lo transformará a porcentaje.

5.3.2. Días a la floración.

Se tomarán los datos desde el trasplante hasta el momento en que el 50% de plantas en la parcela neta presente floración.

5.3.3. Diámetro del tallo principal a la floración.

Se medirá el diámetro del tallo principal cuando el cultivo presente el 50% de floración. Para el efecto se utilizará un calibrador y el dato se tomará, a 5 cm del nivel del cajón del sistema aeropónico, esta variable se expresará en milímetros.

5.3.4. Altura de planta a la floración.

Se evaluarán todas las muestras de cada parcela neta, desde el nivel del cajón del sistema Aeropónico hasta la parte apical del tallo principal, cuando el ensayo presente un porcentaje aproximado del 50% de floración. Para la medición se utilizará un flexómetro y la variable se expresará en cm.

5.3.5. Días a la primera cosecha.

Se tomará en cuenta esta evaluación desde el momento del transplante hasta cuando aproximadamente el 50% de las plantas de la parcela neta presenten tubérculos con un peso de 30 gramos o más.

5.3.6. Rendimiento total

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

5.3.7. Rendimiento por planta

De los tubérculos cosechados, el peso total que se obtenga por parcela neta se lo dividirá para el número de plantas cosechadas. La variable se expresará en gramos por planta.

5.3.8. Número de tubérculos por planta.

En cada cosecha, se contará el número de tubérculos por planta pertenecientes a la parcela neta. Del total, se sacará un promedio y la variable se expresará en número de tubérculos por metro cuadrado y por planta.

5.3.9. Porcentaje de materia seca

Para el efecto, se escogerán al azar 8 plantas de cada observación, las mismas que serán tomadas en tres diferentes etapas del cultivo:

- Crecimiento: Se tomarán cuatro plantas a los 45 días después del trasplante en las dos variedades.
- Floración: Se tomarán dos plantas de la variedad I-Fripapa a los 104 días y dos plantas de la variedad Superchola, a los 120 días.
- Tuberización: Dos plantas restantes serán tomadas a la cosecha, siendo en I-Fripapa a los 158 días y en Superchola a los 176 días.

De estas tres etapas: inicial, floración y cosecha, se tomará el material foliar y radicular. Por obvias razones, en la cosecha se incluirán análisis de tubérculos.

Las muestras serán lavadas con agua destilada y se dejará escurrir el agua por 15 minutos. Posteriormente serán colocadas en fundas de papel previamente pesadas y se tomará el peso de materia fresca. Por diferencia se sacará únicamente el peso de materia seca:

$$\boxed{MF = \text{Peso de Materia Fresca} = (MF + \text{funda}) - \text{peso de funda}}$$

Las muestras se colocarán en una estufa a 60°C por 72 horas. Se retirarán las muestras de la estufa y se tomará el peso de materia seca.

$$\boxed{MS = \text{Peso de Materia Seca} = (MS + \text{funda}) - \text{peso de funda}}$$

Mediante la siguiente fórmula se obtendrá el dato de porcentaje de materia seca:

$$\boxed{\% MS = 100 - [(MF - MS)/MF] \times 100}$$

5.3.10. Contenido de nutrientes

Las muestras serán ingresadas a los laboratorios del Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP) y se realizará un

análisis de tejido foliar completo, con la finalidad de evaluar la absorción de nutrientes por las plantas.

5.3.11. Extracción de nutrientes

Para el cálculo de la extracción de nutrientes se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q = P \times E / 100$$

Donde:

Q = Consumo (kg/m²)

P = Materia seca (kg/m²)

E = Porcentaje del elemento en materia seca (%)

100 = Constante

5.3.12. Análisis foliar

Cuando las plantas se encuentren a media tuberización, se tomarán 20 folíolos de las dos variedades, correspondientes a la solución nutritiva dinámica 3. Con la finalidad de determinar si el contenido de nutrientes se encuentra en el rango óptimo, según las interpretaciones de análisis foliares de JONES B., 1991.

Cabe recalcar que se realizará el análisis foliar únicamente para las plantas pertenecientes a la solución 3, puesto que dicha solución fue formulada en base al análisis foliar de JONES B., 1991.

5.4. Métodos de Manejo Específico del Experimento.

5.4.1. Construcción del cajón oscuro.

El cajón oscuro es una estructura de madera que presentará las siguientes dimensiones: 1 m de ancho x 5 m de largo x 0.80 m de altura. Para su implementación se utilizarán listones de madera acoplados con pernos.

Una vez que se ha concluido el armazón, se procederá a realizar dos perforaciones, tanto en la parte anterior como posterior de los cajones, utilizando un taladro. Esto se hará con el fin de introducir dos líneas de manguera de 16 mm de ancho, mismas que servirán para suministrar el riego y la fertilización (Fertirrigación).

Por razones exclusivas del experimento, cada cajón oscuro representará un tratamiento; en los que se alojarán los niveles del factor Soluciones nutritivas dinámicas y los niveles del factor Variedades, incluyéndose además a cada una de las observaciones. Todo esto se realizará, completamente al azar.

5.4.2. Instalación de planchas de espumaflex.

Una vez terminada la estructura del cajón oscuro, se procederá a cubrirlo con planchas de espumaflex en la parte inferior, lateral y superior.

En la parte inferior se procederá a acoplar las planchas, a lo largo de toda la estructura.

Uno de los lados del cajón, que será designado previamente, deberá estar cubierto hasta la mitad con espumaflex, a fin de que la otra mitad quede abierta en forma de ventana; ésta abertura permitirá la cosecha de los tubérculos – semillas. El otro lado del cajón deberá cubrirse completamente sin necesidad de ventanas.

En la parte superior del cajón se colocarán las planchas de espumaflex, de manera que cubran la superficie designada como la parcela del experimento.

5.4.3. Instalación de plástico.

Una vez que se han instalado las planchas de espumaflex, y se han delimitado las ventanas para la cosecha de los tubérculos semilla, se procederá a cubrir el interior del cajón con plástico negro.

5.4.4. Instalación del sistema de riego.

Se procederá a la instalación de 6 tanques de 250 litros de capacidad, en los cuales se preparará las soluciones nutritivas, que son un factor de estudio en este experimento.

Cada tanque se conectará a una electrobomba, la cual generará la presión necesaria para que pase el agua contenida en el tanque hacia las tuberías, mangueras y nebulizadores.

Puesto que en la investigación anterior, realizada por ARIAS D., existía una sola línea de aspersores, misma que no abastecía a todas las plantas del cajón; en este ensayo se colocarán dos líneas de aspersores dentro de los cajones.

Las mangueras atravesarán los orificios anteriores y posteriores de cada uno de los cajones.

Los nebulizadores estarán acoplados a las mangueras, a una distancia aproximada de 60 cm entre uno y otro nebulizador.

Paralelamente se instalará un interruptor horario (timer), por cada tres electrobombas, con el fin de regular automáticamente el tiempo de la fertirrigación.

5.4.5. Trasplante.

El trasplante se efectuará, cuando las plántulas alcancen una altura de 5-6 cm, bajo el sistema de plantación a “tres bolillo”.

5.4.6. Tutoreo.

Se efectuará a los 45 días después del trasplante, utilizando cinta de plástico. Uno de los extremos de la cinta se sujetará del tallo, a 5 cm de la base de cada una de las plantas. El otro extremo se enlazará a un sistema de alambres que atraviesan por encima de los cajones, sujetos a postes metálicos que se encuentran en interior del invernadero.

5.4.7. Controles fitosanitarios.

En principio, se instalarán trampas de color amarillo para detectar la presencia de polilla (*Symmetrischema tangolias*), mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y áfidos que pueden transmitir virus. Luego se realizarán únicamente controles preventivos, cada 15 días.

De la misma manera se realizarán controles preventivos para oidio (*Oidio spp.*) y para lancha (*Phytophthora infestans*).

5.4.8. Fertilización.

En el sistema Aeropónico, la fertilización y el riego se manejarán en conjunto (fertirrigación).

Las soluciones nutritivas dinámicas serán el principal factor en estudio y se realizarán en base a la solución nutritiva hidropónica para papa recomendada por la Universidad Nacional Agraria la Molina - Perú (s_1), la solución que mostró los mejores resultados para la producción de tubérculo-semilla categoría prebásica bajo el sistema de manejo hidropónico probada en la tesis de HORNA D., 2004 (s_2) y la formulación (s_3) basada en un análisis foliar según JONES, WOLF (Anexo 2).

Las soluciones nutritivas dinámicas iniciales 1, 2 y 3 serán suministradas desde el momento del trasplante hasta cuando el 50% de plantas de la parcela neta se encuentren en floración. A partir de este momento se cambiarán por la solución nutritiva dinámica final respectiva.

Los tanques contenedores de las soluciones se lavarán semanalmente y se reemplazará la solución nutritiva gastada.

Los fertilizantes a utilizarse y las cantidades respectivas, se detallan en el Anexo 4.

5.4.9. Cosecha.

Se efectuará en forma manual, iniciando por los bordes y luego con la parcela neta. Los tubérculos obtenidos se contabilizarán, clasificándolos por tamaño y peso, para finalmente almacenarlos en el cuarto frío a una temperatura de 4°C en bandejas de plástico.

5.4.10. Control de Calidad.

Para el efecto, al momento en que las plantas se encuentren en floración se tomarán tres folíolos de cada parcela neta en producción, uno del estrato bajo, otro del estrato medio y otro del estrato alto.

Las muestras serán entregadas a la sección de virología del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP), para los respectivos análisis. Se pretende que las muestras a enviarse, no presenten virus PVX, PVY, PVS, PLRV; por lo tanto, los tubérculos que se obtengan de las parcelas en producción, se han de considerar libres de ellos.

La siguiente fase del control de calidad se realizará cuando el cultivo haya sido cosechado; se procederá a contar el número total de tubérculos de semilla prebásica cosechados; el tamaño de la muestra se realizará con 200 tubérculos de todos los tamaños y tomados al azar.

La sanidad de la semilla seleccionada se realizará mediante observaciones visuales a través del método indexado; donde el índice es la relación entre la incidencia y la severidad, tal como se aprecia en la siguiente fórmula:

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

6. CRONOGRAMA

Cuadro 2. Cronograma de actividades para la validación de tres soluciones nutritivas en la producción de semilla categoría prebásica de dos variedades de papa (*Solanum sp.*). Cutuglagua – Pichincha. 2009.

Actividades	Meses										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Revisión de literatura	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Elaboración del proyecto	■	■									
Aprobación del proyecto		■									
Construcción e infraestructura del sistema Aeropónico		■									
Instalación equipo de riego		■									
Adquisición de plántulas de papa in Vitro de las variedades I-Fripapa y Superchola		■									
Transplante de plántulas in vitro al sistema Aeropónico			■								
Fertilización			■	■	■	■	■	■	■		
Tutoreo de plantas				■	■	■	■	■	■		
Controles fitosanitarios				■	■	■	■	■	■		
Cosecha					■	■	■	■	■		
Recopilación de datos				■	■	■	■	■	■		
Interpretación de resultados						■	■	■	■		
Redacción del proyecto final							■	■	■	■	
Presentación final de la investigación										■	■

7. PRESUPUESTO

Cuadro 3. Presupuesto para la evaluación de tres soluciones nutritivas dinámicas en la producción de tubérculos – semilla categoría prebásica de dos variedades papa (*Solanum sp*). Cutuglagua – Pichincha 2009.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)	COSTO/CICLO (USD)
A. Personal			
Egresado	10 meses (Becario)	3238.50	3238.50
		3238.50	3238.50
B. Materiales para cajón oscuro			
Listones de madera (2.20mx4cmx7cm)	160	267.77	13.39 (a)
Planchas espumaflex (2.00m x1.00mx 5cm)	91	750.75	75.08 (b)
Plástico doble ancho (m)	73	71.31	7.13 (b)
Cinta plastificada (rollos)	5	49.05	24.53 (c)
Clavos 2" (kg)	1	2.85	0.14 (a)
Tornillos de 3 1/2	1000	20.00	1.00 (a)
Cola blanca (galón)	1	7.90	7.90
Mano de obra (jornales)	8	300.00	15.00 (a)
		1469.63	144.16
C. Sistema de Riego			
Bombas (1HP)	6	1380.00	138.00 (b)
Hidroneumáticos	6	1620.00	162.00 (b)
Grupo de Conducción y cabezales ASP (paquete)	1	349.18	34.92 (b)
Tanques plásticos (250 litros)	6	500	25.00 (a)
Sistema de retroalimentación al tanque (paquete)	1	47.26	4.73 (b)
Automatización (paquete)	1	512.80	25.64 (a)
Instalación	1	350.00	17.50 (a)
		4759.24	407.78
D. Insumos producción			
Reactivos para laboratorio ()	varios	250.00	250.00
Plantas in vitro	891	285.12	285.12
Planchas de esponjas	2	4.30	4.30
Solución 1 inicial	50	28.00	28.00
Solución 2 inicial	50	34.00	34.00
Solución 3 inicial	50	34.50	34.50
Solución 1 final	18	4.68	4.68
Solución 2 final	18	5.76	5.76

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)	COSTO/CICLO (USD)
Solución 3 final	18	6.12	6.12
Cintas para tutorio	3	12.00	12.00
Tiras de madera 2 1/2 x 2 (tutorio)	33	18.15	0.91 (a)
Tubos T para tutorio	8	350.00	8.75 (d)
Agroquímicos	8	113.00	113.00
Canastillas plásticas para cosecha	40	100.00	5.00 (a)
		1256.51	803.02
E. Análisis de Laboratorio			
Análisis de tejidos	126	1125.28	1125.28
		1125.28	1125.28
F. Servicios			
Alquiler invernadero	12 meses	600.00	600.00
Alquiler cuarto frío	4 meses	400.00	400.00
Luz, Agua, Teléfono	12 meses	240.00	240.00
		1240.00	1240.00
F. Materiales de oficina			
Cartucho de tinta para impresora	2	40.00	40.00
Lápices	5	1.50	1.50
Carpetas plásticas	15	7.50	7.50
CD - RW	4	8.00	8.00
Papel bond	1500	60.00	60.00
Presentación de Tesis	10	500.00	500.00
		657.00	657.00
G. Aranceles Universitarios			
Derechos de grado	1	400.00	400.00
		400.00	400.00
Subtotal		14146.16	8015.74
Imprevistos 5%		707.31	400.79
Total		14853.47	8416.53
(a) Valor correspondiente a depreciación. Vida útil de 20 ciclos o 10 años.			
(b) Valor correspondiente a depreciación. Vida útil de 10 ciclos o 5 años.			
(c) Valor correspondiente a depreciación. Vida útil de 2 ciclos o 1 año.			
(d) Valor correspondiente a depreciación. Vida útil de 40 ciclos o 20 años.			
(*) Salario mensual se estima en USD 120			
(*) Se estima 891 plantas in vitro a USD 0.32/planta			

7.1. Financiamiento

Fuentes	Monto (USD)	Porcentaje
Centro Internacional de la Papa (CIP)	4208.26	50.0
INIAP	3307.70	39.3
Tesista	900.57	10.7
Total	8416.53	100.0

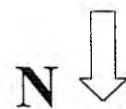
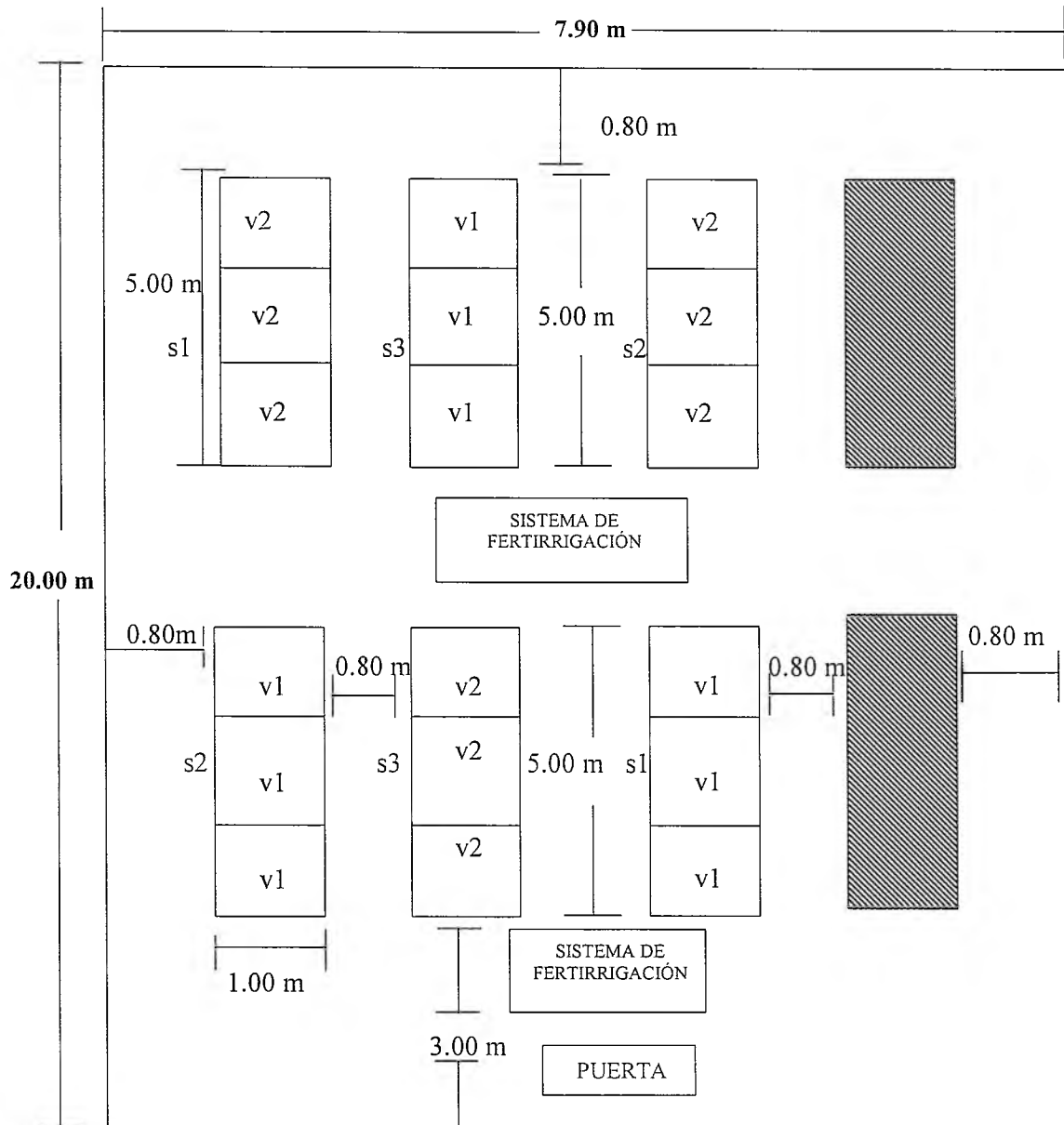
8. BIBLIOGRAFÍA

1. ARIAS, D. 2008. Estudio Agronómico y Económico en la producción de tubérculo semilla categoría prebásica de dos variedades de papa y tres densidades en un sistema aeropónico. Borrador de Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
2. CEVALLOS, A. 1994. Limpieza y multiplicación de variedades mejoradas y nativas de papa. Quito, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. p. 1-2.
3. CHUQUILLANQUI, C., RODRÍGUEZ, A., MANRIQUE, K., 2007. CIP ensaya nueva técnica para producción de semilla de papa. Consultado el 07-08-2009. Disponible en <http://grupoaeropenia.blogspot.com>
4. CIMMYT. 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F. p. 20-30
5. HERRERA, M., CARPIO, H. Y CHAVEZ, G. 1999. Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador. INIAP – PNRT. Quito, Ecuador. p. 21, 38,
6. HORNA, D. 2004. Evaluación de cuatro soluciones nutritivas para la producción de tubérculo – semilla categoría prebásica con dos cultivares de papa en un sistema de manejo semi hidropónico. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 1-76
7. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2002. III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Proyecto SICA. Quito.
8. JONES, B.; WOLF, B.; MILLS, H. 1991. Plant Analysis handbook. Micro y macro publishing Inc. Library of Congress Cataloging in Publication. Data Georgia (USA). Georgia University. p. 184-185.
9. MATEUS J., CHUQUILLANQUI C., 2008. Producción de semilla de papa en un sistema aeropónico. Consultado el 29-12-2009. Disponible en <http://sresearch.cip.cgiar.org>
10. MONTESDEOCA, F. 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. PNRT-INIAP-Proyecto Fortipapa. p. 40
11. NAVARRETE, J. 2004, Evaluación de dos métodos de micropropagación, para la producción de semilla categoría prebásica, de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*), bajo condiciones de invernadero, Santa Catalina INIAP. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 77

12. PAREDES, M. 2002. Estudio de Producción de tubérculo semilla Categoría prebásica de dos variedades de papa bajo Diferentes Sistemas de Manejo. Tesis Ing Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 1 – 61.
13. VELÁSQUEZ, J. 2001, Importancia de la producción de semilla de papa de calidad. Seed News la Revista Internacional de Semillas (Bra.) 6(6):24-25.

9. ANEXOS

Anexo 1. Disposición del experimento en el invernadero



Anexo 2. Soluciones Nutritivas Dinámicas

SOLUCIONES NUTRITIVAS						
NUTRIENTES	Solución 1		Solución 2		Solución 3	
	Inicial(ppm)	Final(ppm)	Inicial(ppm)	Final(ppm)	Inicial(ppm)	Final(ppm)
Nitrógeno (N)	190	150	150	100	150	100
Fósforo (P₂O₅)	35	45	50	60	60	40
Potasio (K₂O)	200	260	200	240	300	200
Calcio (Ca)	150	150	150	150	150	250
Azufre (S)	70	92	80	80	80	80
Magnesio (Mg)	45	45	50	50	50	50
Hierro (Fe)	1	1	2.8	2.8	2.8	2.8

Anexo 3. Interpretaciones de Análisis foliares según JONES, WOLF.

Cuando esta a media tuberización los parámetros son:

ELEMENTO	BAJO	SUFICIENTE	ALTO
N (%)	2.00 -2.99	3.00 – 4.00	≥4.0
P (%)	0.20 -0.24	0.25 – 0.40	≥ 0.4
K (%)	4.00 -5.99	6.00 – 8.00	≥8.0
Ca (%)	1.00 – 1.49	1.50 – 2.50	≥ 2.5
Mg (%)	0.50 – 0.69	0.70 – 1.00	≥1.0
B (ppm)	25 - 39	40 - 70	≥70
Cu (ppm)	5 - 6	7 - 20	≥20
Fe (ppm)	30 - 39	40 - 100	≥100
Mn (ppm)	20 - 29	30 - 250	≥250
Zn (ppm)	20 - 29	30 - 200	≥200

Anexo 4. Dosis de fertilizantes para cada una de las soluciones nutritivas dinámicas a utilizarse en cada etapa del cultivo.

Solución Nutritiva Dinámica 1 (Inicial)

FERTILIZANTES	Componentes (%)	g/m ³	g/l	ppm						
				Ca	N	Mg	S	K	P	Fe
				150	190	45	70	200	35	1
Nitrato de Calcio		789.47	0.79							
Ca	19%			150						
N	15.50%				122.37					
Nitrato de Amonio		193.23	0.19		67.63					
N	35%									
Sulfato de Magnesio		450.00	0.45							
Mg	10%					45				
S	13%						58.5			
Sulfato de potasio		63.89	0.06							
K	52%							33.22		
S	18%						11.5			
Muriato de potasio		277.96	0.28					166.78		
K	60%									
Ácido fosfórico		109.38	0.11						35	
P	32%									
Quelato de Hierro		20.00	0.02							1
Fe	5%									
TOTAL		1903.93	1.90	150	190	45	70	200	35	1

Solución Nutritiva Dinámica 2 (Inicial)

FERTILIZANTES	Componentes (%)	g/m3	g/l	ppm						
				Ca	N	Mg	S	K	P	Fe
				150	150	50	80	200	50	2.8
Nitrato de Calcio		789.47	0.79							
Ca	19%			150						
N	15.50%				122.37					
Nitrato de Amonio		78.95	0.08		27.63					
N	35%									
Sulfato de Magnesio		500.00	0.50							
Mg	10%					50				
S	13%						65			
Sulfato de potasio		83.33	0.08							
K	52%							43.33		
S	18%						15			
Muriato de potasio		261.11	0.26					156.67		
K	60%									
Ácido fosfórico		156.25	0.16						50	
P	32%									
Quelato de Hierro		56.00	0.06							2.8
Fe	5%									
TOTAL		1925.12	1.93	150	150	50	80	200	50	2.8

Solución Nutritiva Dinámica 3 (Inicial)

FERTILIZANTES	Componentes (%)	g/m ³	g/l	ppm						
				Ca	N	Mg	S	K	P	Fe
				150	150	50	80	300	60	2.8
Nitrato de Calcio		789.47	0.79							
Ca	19%			150						
N	15.50%				122.37					
Nitrato de Amonio		78.95	0.08		27.63					
N	35%									
Sulfato de Magnesio		500.00	0.50							
Mg	10%					50				
S	13%						65			
Sulfato de potasio		83.33	0.08							
K	52%							43.33		
S	18%						15			
Muriato de potasio		427.78	0.43					256.67		
K	60%									
Ácido fosfórico		187.50	0.19						60	
P	32%									
Quelato de Hierro		56.00	0.06							2.8
Fe	5%									
TOTAL		2123.03	2.12	150	150	50	80	300	60	2.8

Solución Nutritiva Dinámica 1 (Final)

FERTILIZANTES	Componentes (%)	g/m ³	g/l	ppm						
				Ca	N	Mg	S	K	P	Fe
				150	150	45	92	260	45	1
Nitrato de Calcio		710.53	0.71							
Ca	19%			135						
N	15.50%				110.13					
Quelato de calcio		150.00	0.15	15						
Ca	10.00%									
Nitrato de Amonio		113.91	0.11		39.87					
N	35%									
Sulfato de Magnesio		450.00	0.45							
Mg	10%					45				
S	13%						58.5			
Sulfato de potasio		186.11	0.19							
K	52%							96.78		
S	18%						33.5			
Muriato de potasio		272.04	0.27					163.22		
K	60%									
Ácido fosfórico		140.63	0.14						45	
P	32%									
Quelato de Hierro		20.00	0.02							1
Fe	5%									
TOTAL		2043.21	2.04	150	150	45	92	260	45	1

Solución Nutritiva Dinámica 2 (Final)

FERTILIZANTES	Componentes (%)	g/m3	g/l	ppm						
				Ca	N	Mg	S	K	P	Fe
				150	100	50	80	240	60	2.8
Nitrato de Calcio		631.58	0.63							
Ca	19%			120						
N	15.50%				97.89					
Quelato de calcio		300.00	0.30	30						
Ca	10.00%									
Nitrato de Amonio		6.02	0.01		2.11					
N	35%									
Sulfato de Magnesio		500.00	0.50							
Mg	10%					50				
S	13%						65			
Sulfato de potasio		83.33	0.08							
K	52%							43.33		
S	18%						15			
Muriato de potasio		327.78	0.33					196.67		
K	60%									
Ácido fosfórico		187.50	0.19						60	
P	32%									
Quelato de Hierro		56.00	0.06							2.8
Fe	5%									
TOTAL		2092.21	2.09	150	100	50	80	240	60	2.8

Solución Nutritiva Dinámica 3 (Final)

FERTILIZANTES	Componentes (%)	g/m3	g/l	ppm						
				Ca	N	Mg	S	K	P	Fe
				250	100	50	80	200	40	2.8
Nitrato de Calcio		644.74	0.64							
Ca	19%			122.50						
N	15.50%				99.93					
Quelato de calcio		775.00	0.78	77.50						
Ca	10.00%									
Nitrato de Amonio		0.19	0.0002		0.07					
N	35%									
Sulfato de Magnesio		500.00	0.50							
Mg	10%					50				
S	13%						65			
Sulfato de potasio		83.33	0.08							
K	52%							43.33		
S	18%						15			
Muriato de potasio		261.11	0.26					156.67		
K	60%									
Acido fosfórico		125.00	0.13						40	
P	32%									
Quelato de Hierro		56.00	0.06							2.8
Fe	5%									
TOTAL		2445.37	2.45	200	100	50	80	200	40	2.8