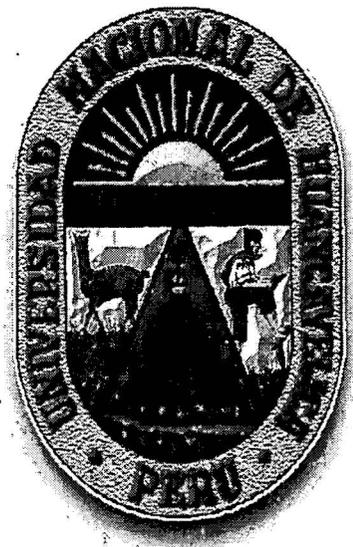


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS.
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA.
TESIS

**“COMPORTAMIENTO DE DOS VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)
PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA SEGÚN LAS
ALTERNATIVAS EN LOS SISTEMAS CLÁSICOS, HIDROPONÍA, AEROPONÍA E
HIDROAEROPONÍA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

MACIZO CERVANTES; RONALD

HUANCABELICA 2013

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria de "Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 03 días del mes de julio del año 2013, a horas 10:00 a.m.; se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

- Presidente : Ing. Leónidas LAURA QUISPETUPA
- Secretario : Mg. Sc. Ing. Julián Leonardo MANTARI MALLQUI
- Vocal : Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA
- Accesitario : Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO

Designados con RESOLUCIÓN Nº 012-2011-CF-FCA-COG-UNH; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Intitulado:

"COMPORTAMIENTO DE DOS VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA SEGÚN LAS ALTERNATIVAS EN LOS SISTEMAS CLÁSICOS, HIDROPONÍA, AEROPONÍA E HIDROAEROPONIA"

Cuyo autor es el graduado:

BACHILLER: **MACIZO CERVANTES, Ronald**

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invito al público presente y la sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO POR*Unanimidad*.....

DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.



Presidente



Secretario

Vocal



Accesitario

Asesor: Mg.Sc.Ing. Rolando Porta Chupurgo

Co-asesor: Ing. Rafael Vinci Torres Maita

A Dios todo poderoso.

A mis padres por su sacrificio, orientación y apoyo en el logro de mi profesión.

A mis hermanos: por el cariño brindado y años compartidos.

Agradecimiento.

- A la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Agrarias.
- A los docentes de la E.A.P. Agronomía con infinita gratitud, por su valioso aporte en mi formación profesional.
- Finalmente, expreso mis más sinceros y eternos agradecimientos a mis padres.
- Al Instituto Nacional de Investigación Experimental Agraria – Santa Ana - Huancayo

	Pág.
Resumen	VII
Introducción	VIII
Capítulo I: Problema	09
1.1. Planteamiento del Problema	09
1.2. Formulación del Problema	10
1.3. Objetivos	10
a. General	10
b. Especifico	10
1.4. Justificación	10
a. Científico	10
b. Social	12
c. Económico	13
Capítulo II: Marco Teórico	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Bases Teóricas	16
a. Clásica o convencional	16
b. Aeroponía	17
c. Hidroponía	18
2.2.1. Clasificación científica	18
2.2.2. Descripción de la planta de papa	19
2.2.2.1. Hoja	19
2.2.2.2. Tallo	19
2.2.2. 3. Tallos aéreos	19
2.2.2.4. Rizomas	20
2.2.2.5. Tubérculos	20
2.2.2.6. Raíz	20
2.2.2.7. Inflorescencia y flor	21
2.2.2.8. Fruto y semillas	21
2.2.3. Características de las variedades	21
2.2.3.1. INIA 309- Serranita	21

a. Origen	22
b. Características morfológicas	22
c. Características agronómicas	22
2.2.3.2. Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM Yungay	23
a. Origen	23
b. Características morfológicas	23
c. Características agronómicas	23
2.2.4. Labores agronómicas	24
2.2.4.1. Sistema clásico o convencional	24
a. ventajas y desventajas del sistema clásico o convencional	24
a.1. ventajas	24
a.2. desventajas	24
b. Sustrato	24
b.1. Turba	25
b.2. Musgo	25
c. Aclimatación de plantas in vitro	25
d. Trasplante	25
e. Componentes del sistema	26
f. Labores agronómicas	26
f.1. Riego	26
f.2. Aporque	26
f.3. Tutorado	26
f.4. Cosecha	26
2.2.4.2. Sistema hidroponía	26
a. Ventajas y desventajas del sistema hidropónico	27
a.1. Ventajas	27
a.2. Desventajas	27
b. Sustrato	27
c. Componentes del sistema	27
c.1. Tanque	27
c.2. Camas de madera	27

d. Labores agronómicas	27
d.1. Riego	27
d.2. Aporque	27
d.3. Tutorado	27
d.4. Cosecha	27
2.2.4.3. Sistema hidroaerónico	28
a. Ventajas y desventajas del sistema hidroaerónico	28
a.1. Ventajas	28
a.2. Desventajas	28
b. Sustrato	28
c. Aclimatación de plantas in vitro	28
d. Tanque	28
e. Componentes del sistema	29
e.1. Tanque	29
e.2. Camas de madera	29
e.3. Tecno port	29
e.4. plástico polietileno	29
f. Labores agronómicos	29
f.1. Riego	29
f.2. Aporque	29
f.3. Tutorado	29
f.4. Cosecha	29
2.2.4.4. Sistemas aeropónico	29
a. Ventajas y desventajas del sistema aeropónico	30
a.1. Ventajas	30
a.2. Desventajas	30
b. Contenedor	30
c. Sustrato	31
d. Aclimatación de plantas in vitro	31
e. Trasplante	31
f. Componentes del sistema	31

f.1. Tanque	31
f.2. Electrobomba	32
f.3. Electro neumático	32
f.4. Tuberías de distribución	32
f.5. Tuberías de recolección o drenaje	32
f.6. Timer o reloj programador	33
f.7. Filtro de anillo	33
g. Labores agronómicos	33
g.1. Riego	33
g.2. Aporque	33
g.3. Tutorado	33
g.4. Poda	33
g.5. Cosecha	33
2.3. Hipótesis	33
2.4. Variables de estudio	33
a. Variable dependiente	34
b. Variable independiente	34
Capítulo III: Metodología de la Investigación	35
3.1. Ámbito de estudio	35
a. Ubicación política	35
b. Geografía	35
c. Factores climáticos	35
3.2. Tipo de Investigación	35
3.3. Nivel de Investigación	35
3.4. Método de Investigación	36
a. Croquis experimental	36
b. Detalle del trabajo de experimento	37
c. Detalle del tratamiento experimental por variedad	37
3.5. Población, Muestra, Muestreo	38
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.7. Procedimiento de recolección de datos	39

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	39
Capítulo IV: Resultados y discusiones	40
4.1. Presentación de Resultados	40
a. altura de planta	40
b. Número de tubérculos por planta	42
c. Peso de tubérculos total	
4.2. Discusión	48
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Referencia Bibliográfica	52
Artículo científico	54
Anexo	72
Cuadros	81
Índice gráfico	60
a. Altura de planta	60
b. Numero de tubérculos de planta	62
c. Peso de tubérculos	64
Índice fotográfico	65
Testimonio fotográfico para el subsistema clásico	65
Testimonio fotográfico para los sistemas hidroponía y hidroaerponía	66
Testimonio fotográfico para el subsistema aerponía	66

Resumen

Se realizó el trabajo descriptivo con el objetivo de determinar la producción de semilla pre básica de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía y convencional en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo. Se tomaron muestras por cada uno de las plantas; tanto como altura de cada uno de las plantas, número de tubérculos por planta y peso de tubérculos por planta en total de 20 plantas en cada uno de los sistemas, sumados llegando en un total de 80 plantas de papa; los cuales fueron evaluados en el invernadero de la (INIA) Instituto Nacional Innovación Agraria de la Estación Experimental Santa Ana – Huancayo, desde enero a setiembre del 2011. Para la evaluación de los datos fueron tomados a través de numerales en cuaderno de campo. Se emplearon los métodos de medidas y numerales directa en las plantas y en cada una de variedades y sistemas que se emplearon en el trabajo en estudio; en cuanto a la altura de las plantas, la variedad INIA 309 - Serranita fue ligeramente más alta que la variedad Yungay; en los cuatro sistemas, en número de tubérculos la variedad INIA 309 - Serranita fue la más productora en los cuatro sistemas a comparación de la variedad Yungay, siendo el sistema aeroponía la que más resalta en cuanto al número de tubérculos por sistema y en peso de tubérculos por planta, también la variedad INIA 309 – Serranita fue la que más pesó que la variedad Yungay en los cuatro sistemas.

Introducción

La producción mundial de papa ha crecido en los últimos 7 años. En el año 2005 fue de 320 millones de toneladas, reflejando tendencias diferentes de la producción y utilización de la papa en los países desarrollados y en desarrollo. La producción de papa está creciendo muy poco en los primeros, especialmente en Europa, mientras que en los países en desarrollo está aumentando y representa el 35% de la producción mundial. En los últimos siete años, la producción creció 3,3% en el promedio anual, su consumo per cápita 8,9%, el área sembrada y sus rendimientos en 2,6%, respectivamente. De acuerdo con un estudio realizado por la consultora Maximixe, la producción peruana de papa y su consumo ha aumentado a un ritmo estable en los últimos siete años; entre el 2004 y 2011, la producción del tubérculo pasó de 3,01 millones de TM a 4,01 millones de TM, lo que significó un crecimiento 3,3% en el promedio anual, mientras que el consumo per cápita creció de 67 kg. 83 kg. (8,9% de incremento). En este mismo periodo, la superficie sembrada pasó de 271,9 mil has a 317,9 mil has, equivalente a un crecimiento anual de 2,6%, lo que trajo como consecuencia que el rendimiento promedio subiera de 14,5 TM/ha a 17,8 TM/ha (2,6% de incremento). La producción en invernadero de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) se realizó con el propósito de obtener semilla libre de enfermedades, que muestre todo su potencial de producción en campo, tanto para semilla, como para la producción comercial de este tubérculo, por ello se requieren tubérculos para así lograr el establecimiento adecuado del cultivo y la mayor productividad del mismo. La semilla de papa de mejor calidad es la prebásica (cumple los máximos requisitos de calidad), la cual se obtiene en invernaderos. Luego esta semilla se multiplica y se obtienen las semillas básica, registrada y certificada y autorizada, las cuales deben pasar por un sistema formal de certificación.

Capítulo I

Problema

1.1. Planteamiento del Problema

La papa es el principal alimento de la población andina. La cultivaron desde nuestros antepasados y supieron conservarla tanto la semilla como el mismo alimento hasta nuestros días. La producción de semilla de papa es de importancia, puesto que de ella depende el inicio y posterior éxito de un programa de producción y la credibilidad de los agricultores que utilizan este insumo en las campañas de cada región; por lo tanto, es necesario optimizar el empleo de este insumo, puesto que muchos agricultores de la zona andina siguen practicando una agricultura tradicional que resulta antieconómico.

Franco (1994); la escasa disponibilidad de semilla, al alcance de todos los agricultores no se debe íntegramente a la falta de tecnologías de producción de semilla, sino al desconocimiento y la falta de aplicación de tecnologías existentes, que en los últimos 18 años el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), conjuntamente con el Centro Internacional de la Papa (CIP), han desarrollado intensos trabajos que han permitido generar tecnologías eficientes de producción de semilla. **(Ezeta y Scheidegger, 1985)**; 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 del tubérculo-semilla 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. **(CIP, 1997)**; los bajos rendimientos de los productores se genera por la falta de conocimiento, para utilizar

adecuadamente sus recursos productivos y la corrección de estos errores no requiere necesariamente de crédito, sino de acceso a información mediante capacitaciones (Hidalgo, 1989).

1.2. Formulación del Problema

Considerando los aspectos mencionados en los párrafos anteriores planteó la siguiente interrogante:

¿Cuál es el comportamiento de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) para la producción de semilla pre básica, según las alternativas de los sistemas clásicos de hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía?

1.3. Objetivos:

a. Objetivo general:

Determinar el comportamiento de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de semilla pre básica según las alternativas en los sistemas clásico, hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía, en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

b. Objetivo específico:

- a. Evaluar el comportamiento de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de semilla pre básica según las alternativas en los sistemas clásico, hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía, en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.
- b. Determinar la rentabilidad económica y el comportamiento de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de semilla pre básica según las alternativas en los sistemas clásico, hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía, en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

1.4. Justificación

a. Científico.

Franco (1994) menciona que, las plántulas de papa (*Solanum tuberosum* L.) propagadas in vitro, crecen en un medio nutritivo sintético, en un ambiente

aséptico. El cultivo aséptico asegura la producción de mini tubérculos libres de patógenos, etc. y asegura la producción de la siguientes generaciones.

Clásico o convencional: según (Paredes *et.al.*, 2004) es una forma de producir la semilla pre básica en camas con substrato desinfectado. Las plántulas se extraen con cuidado usando pinzas para facilitar su salida de la magenta. Con mucho cuidado se separa cada planta, lavando o no el exceso de agar que cada planta lleva adherido. Las plántulas se plantan a una densidad de 20 a 100 plantas por m². En hoyos de 3 a 4 cm de profundidad se introducen las plántulas con sus raíces, de modo que cubran 2 a 3 nudos bajo el suelo. Los 2/3 de la plántula deben quedar inmersos en el suelo y el trasplante se realiza cuando las plántulas enraizadas tienen cuatro o cinco foliolos y un tamaño suficiente para ser manipuladas. Las plántulas, deben trasplantarse en forma espaciada en las camas, macetas o recipientes similares. Luego se presiona con firmeza el suelo alrededor de las plántulas, para favorecer un buen contacto del suelo y la raíz. En los primeros días, mientras las plántulas se adaptan a su nuevo ambiente, se debe mantener el ambiente sombreado y fresco para evitar la deshidratación de las plántulas. Inmediatamente después del trasplante, se acostumbra hacer un riego ligero usando una solución de Benlate. Los días siguientes los riegos deben ser ligeros y frecuentes. Cuando las plántulas están bien enraizadas, se debe regar las camas ligeramente con agua corriente con un bajo contenido de sales; en caso contrario, se debe usar agua desmineralizada. Cuando las raíces se encuentren ya establecidas, se puede disolver nutrientes suplementarios en el agua de riego. Una vez que las plántulas se establezcan, se puede disolver un fertilizante en el agua de riego. En la Unidad de Semilla del CIP se usa 5 g de NPK de fórmula 9-45-15 por litro de agua. Se aplican 50 ml por planta o maceta de 25 cm de diámetro. Este sistema es muy caro ya que es un proceso muy trabajoso por las diferentes actividades que se realizan en el manejo de dicho método

Chuquillanqui y Tenorio (2007) señalan que, tanto la hidroponía y aeroponía son técnicas que permiten reducir los costos de producción de tuberculillos al aumentar la tasa de multiplicación por planta y suprimir el uso de sustratos sólidos. Con el método tradicional de cultivo se obtienen de 8 a 12 tuberculillos por planta, mientras que con aeroponía se consiguen de 60 a 70 tuberculillos por planta. Cabe señalar que la técnica de aeroponía en el cultivo de papa es preliminar, en el método de la hidroponía el sustrato o material más usado es la arena, este material inerte le sirve a la planta de soporte o sostén, brinda una aireación excelente y drenaje y reduce la propagación de enfermedades y es un material reciclable que nos permite reutilizar cuantas veces sea necesario en la producción de semilla pre básica.

Torres (2010) menciona, en el método de aeroponía las variedades de papa tienen diferente respuesta al crecimiento foliar, radicular y estolonamiento, comportándose mejor la variedad Yungay, seguido por INIA 303-Canchán y Amarilla Tumbay.

Hidroaeroponía. Es un sistema de combinación tanto de hidroponía y aeroponía.

b.- Social.

La papa es el principal alimento de la población andina. La cultivaron desde nuestros antepasados y supieron conservarla tanto la semilla como el mismo alimento hasta nuestros días.

Nutrientes	g/400lt.
Nitrato de potasio	216
Nitrato de amonio *	140
Superfosfato triple de calcio	112
Sulfato de magnesio	96
Fetrilon combi	4.8

* A ser reducido en ½ cuando empieza la tuberización.

Fuente: **Otaquí (2009).**

c.- Económico.

La situación de la producción nacional de papa como principal insumo alimentario y componente fundamental de la dieta nacional, requiere contar con mecanismos e instrumentos que fortalezcan los procesos inherentes a su cultivo, producción y comercialización, la presente características que nos obligan a reflexionar sobre las posibilidades de encaminar procesos dinámicos de reforma, por no decir, transformación de esas condiciones, para adecuarlas a las exigencias de los mercados globales. Actualmente, la papa es el 4º cultivo de importancia a nivel mundial, esto implica, facilitar la disposición de tecnología acorde a las necesidades de cada eslabón de la cadena, fortalecer los instrumentos de gestión y mejorar el acceso de los productores al mercado, en la actualidad, los agricultores afrontan una crisis económica como consecuencia del elevado costo de los insumos que se utilizan para la producción, especialmente de la semilla **(De Castro y Valle, 2001)**.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes

Horna (2004) menciona, dependiendo del medio en el que se desarrollan las raíces, los sistemas de cultivo sin suelo se pueden clasificar en tres grupos: 1) cultivos en sustrato; 2) cultivos en agua (hidropónicos) y 3) cultivos en aire (aeropónicos). La aeroponía es el sistema hidropónico más moderno. El primer sistema aeropónico fue desarrollado en (Italia), lo que le permitió crear las denominadas "columnas de cultivo". Una columna de cultivo consiste en un cilindro de PVC, u otros materiales, colocado en posición vertical, con perforaciones en las paredes laterales, por donde se introducen las plantas en el momento de realizar el trasplante. Las raíces crecen en oscuridad y pasan la mayor parte del tiempo expuestas al aire, de ahí el nombre de aeroponía. Por el interior del cilindro una tubería distribuye la solución nutritiva mediante pulverización media o baja presión; Se trata de una técnica de cultivo muy avanzada, para cultivar vegetales sin suelo. Aplicada racionalmente, permite obtener enormes incrementos cuantitativos y cualitativos de producción. Se producen sensibles reducciones en el uso de mano de obra, fertilizantes y agua, y sobre todo, una drástica reducción en los consumos energéticos de los cultivos en invernadero. Permiten obtener cultivos más homogéneos y, de forma especial, favorecen el desarrollo de un sistema radicular más homogéneo. **(Otazú, 2009)** menciona que, la aeroponía es una técnica donde las raíces y los tubérculos crecen suspendidos en la raíz sin tocar el suelo. Con esta técnica, se evita, además, desinfectar el suelo usando sustancias químicas que han sido prohibidas en el mundo; esta técnica se desarrolla en el invernadero, consiste en cultivar plántulas de papa en mesas o cajones especialmente adaptadas, las raíces

crecen en la parte inferior de las mesas, en oscuridad, para lo cual se las cubren con plásticos negro y son nebulizados periódicamente con sustancia nutritiva que posibilita la formación de tubérculos en el aire, de esta manera los tubérculos se forman y crecen completamente libres de problemas sanitarios y producen hasta diez veces más que con la técnica convencional.

Rodríguez y Fernández (1997) afirman que, en un cultivo hidropónico se denomina sustrato a un medio material, normalmente sólido, en el cual se desarrollan las raíces del cultivo. Con objeto de optimizar las propiedades, los sustratos suelen estar confinados en contenedores que pueden adoptar distintas formas (abiertas o cerradas), volúmenes (cubos, prismas, cilindros) y aspectos (a granel, bolsas, sacos). Por lo tanto, los sustratos deben proporcionar al cultivo todo lo que el cultivo requiere y que normalmente toma por la raíz: agua, nutrientes minerales y oxígeno, son los componentes más importantes que los vegetales normalmente absorben por la raíz. Dada la estrecha relación que los sustratos guardan con la raíz, también deben contribuir a proporcionarle otras cuatro propiedades que normalmente se olvidan cuando se habla de sustratos: 1) oscuridad absoluta para el buen desarrollo del sistema radicular; 2) temperatura óptima para que la raíz pueda llevar a cabo todas las funciones que tienen encomendadas (absorción de nutrientes minerales, transpiración y movimiento de la savia bruta por el xilema, respiración celular íntimamente relacionada con la absorción y transporte de nutrientes, acumulación de sustancias de reserva en algunos cultivos y síntesis de fitohormonas, en otros); 3) un ambiente propicio para el establecimiento de una microflora favorable para el cultivo (rizosfera) y 4) un ambiente desfavorable para el desarrollo de microorganismos u otros agentes que puedan actuar como transmisores o reservorio de plagas y enfermedades. En la Estación Experimental Sta. Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), localizado en la ciudad de Quito, Ecuador, se utilizaba como sistema convencional para la producción de mini tubérculos, camas de producción bajo invernadero con un sustrato a base de tierra negra, y humus, con fertilización sólida y riego manual, con una densidad de 16

vitroplántulas/m². Posteriormente, pasaron a un sistema semihidropónico, el cual consistió en colocar un sustrato liviano en camas de producción. El agua y los nutrientes se suministraron por medio de un sistema de riego por goteo y la densidad utilizada cambió a 34 plantas/m². Sin embargo, no encontraron diferencias significativas en cuanto a producción frente al sistema convencional, pero sí se obtuvo un incremento en la calidad sanitaria de la semilla. En su sistema de producción también utilizan plantas in vitro producidas en laboratorio, libres de virus, plagas y enfermedades, de diferentes variedades; afirma (Paredes *et al.*, 2004).

2.2. Bases Teóricas

a. clásica o convencional

Paredes *et al.*, (2004); Menciona que, las camas de multiplicación en los invernaderos deben instalarse con una buena distribución de los pasillos o caminos para el máximo aprovechamiento del espacio. Por lo regular, los pasillos deben tener suficiente ancho para permitir el paso de una carretilla para llevar el sustrato y las camas deben ser angostas, de modo que se pueda llegar al centro de éstas por cualquier lado; el sustrato debe estar libre de malezas, nematodos y otros organismos patógenos y debe ser esterilizado con productos químicos; no debe tener efectos nocivas en las plantas. Las plántulas de papa propagadas in vitro crecen en un medio nutritivo sintético en un ambiente aséptico. El cultivo aséptico asegura la producción de mini tubérculos libres de patógenos en camas con sustrato desinfectado. El trasplante debe hacerse cuando las plántulas enraizadas tienen cuatro o cinco folíolos y un tamaño suficiente para ser manipuladas. Las plántulas deben trasplantarse en forma espaciada en las camas, macetas o recipientes similares. Las plántulas se extraen con cuidado usando pinzas para facilitar su salida del tubo de prueba, magenta o frasco. Con mucho cuidado se separa cada planta, lavando o no el exceso de agar o sustrato que cada planta lleva adherido. Las plántulas se siembran a una densidad de 20 a 100 plantas por m². En hoyos de 3 a 4 cm de profundidad se introducen las plántulas con sus raíces de modo que cubran 2 a 3 nudos bajo el suelo. Los 2/3

de la plántula deben quedar inmersos en el suelo. Luego se presiona con firmeza el suelo alrededor de las plántulas para favorecer un buen contacto del suelo y la raíz. En los primeros días, mientras las plántulas se adaptan a su nuevo ambiente, se debe mantener el ambiente sombreado y fresco para evitar la deshidratación de las plántulas. Inmediatamente después del trasplante, se acostumbra hacer un riego ligero usando una solución de Benlate (el 0.1). Los días siguientes los riegos deben ser ligeros y frecuentes. Cuando las plántulas están bien enraizadas, se debe regar las camas ligeramente con agua corriente con un bajo contenido de sales.

b. Aeroponía

Horna (2004) menciona que, la aeroponía es el sistema hidropónico más moderno. Está definida por la International Society for Soil-less Culture como “un sistema donde las raíces están expuestas, de manera continua o discontinua, a un ambiente saturado de finas gotas de una solución nutritiva”. En este método de cultivo, las raíces de las plantas se encuentran suspendidas en el aire y crecen dentro de contenedores vacíos y oscuros. **Otazu y Chuquillanqui (2007)** menciona, al sistema aeropónico presenta las siguientes características: no presenta la necesidad de utilizar agroquímicos peligrosos en la desinfección de sustratos, produce una mayor cantidad de raíces y estolones y por lo tanto, hay un incremento en el número de tubérculos por planta, no permite la proliferación, de organismos que causan enfermedades y dañan la calidad de la semilla; además, permite disminuir el porcentaje de tubérculos < 2 gramos, debido a que se pueden realizar cosechas selectivas; En base a lo mencionado se planteó, un nuevo sistema para la producción de semilla pre básico de papa el aeropónico, el mismo se basa en la posibilidad de realizar la suspensión de raíces en el aire, sin suelo ni el uso de sustratos. Se utiliza como soporte de las plantas cajones de madera, suministrando permanentemente agua y nutrientes mediante un sistema de nebulización.

c. Hidroponía

Rodríguez y Fernández (1997) menciona que, la hidroponía es una alternativa para producir semilla pre básica de papa, es la técnica de cultivo sin suelo. Como técnica de producción, la hidroponía presenta ventajas sobre el uso de sustratos, ya que permite cultivos en zonas donde los suelos e incluso el clima no son adecuados para la agricultura. Además, se usa una menor área de cultivo, por la mayor densidad por unidad de superficie. Las semillas de papa obtenidas a través de esta técnica son de excelente calidad y sanidad y la inversión inicial requerida es menor que con el sistema convencional y, en general, los costos de producción son menores.

2.2.1 Clasificación científica

Según **Grace (1985)**; la papa se cultiva en los Andes desde hace más de 7000 años. Según investigaciones confirmadas recientemente, el origen de la papa, especie *Solanum tuberosum* L., se centra en la parte norte del lago Titicaca, Sur del Perú. Actualmente, la subespecie *S. tuberosum tuberosum* es el cuarto cultivo de mayor importancia en el mundo, en el año 2005 cubrió una superficie de 18 652381 hectáreas a nivel mundial. Es la base de la alimentación de la zona andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias.

Según **(Ortega, 1989)**; se clasifica de la siguiente manera.

Reino	:Vegetal
División:	:Fanerógama
Subdivisión	:Angiosperma
Clase	:Dicoliledoneas
Subclase	:Simpetala
Familia	:Solanaceae
Género	:Solanum
Sección	:Petota
Especie	: <i>Solanumtuberosum</i> L.

2.2.2. Descripción de planta de papa

Según **Ochoa (2003)**; *Solanum tuberosum* es una planta herbácea, tuberosa, perenne a través de sus tubérculos, de tallo erecto o semi-decumbente, que puede medir hasta 1 m de altura.

2.2.2.1.Hoja: Las hojas son compuestas, con 7 a 9 folíolos (imparipinnadas), de forma lanceolada y se disponen en forma espiralada en los tallos. Son bifaciales, ambas epidermis están compuestas por células de paredes sinuosas en vista superficial. Presentan pelos o tricomas en su superficie, en grado variable dependiendo del cultivar considerado. Los tricómas pueden ser uniseriados, glandulares y con una cabeza pluricelular más o menos esférica.

2.2.2.2. Tallo: Aspecto de la parte basal de la planta, en la que se muestran los tallos aéreos, los rizomas, los tubérculos y las raíces. En negro, el tubérculo "madre" o "semilla" que dió origen a la planta. Presentan tres tipos de tallos, uno aéreo, circular o angular en sección transversal, sobre el cual se disponen las hojas compuestas y dos tipos de tallos subterráneos: los rizomas y los tubérculos.

2.2.2. 3. Tallos aéreos: Estos tallos, que se originan a partir de yemas presentes en el tubérculo utilizado como semilla, son herbáceos, suculentos y pueden alcanzar de 0,6 a 1,0 m de longitud; además, son de color verde, aunque excepcionalmente pueden presentar un color rojo purpúreo. Pueden ser erectos o decumbentes, siendo lo normal que vayan inclinándose progresivamente hacia el suelo en la medida que avanza la madurez de la planta. Los entrenudos son alargados en la subespecie *andigena* y más bien cortos en la subespecie *tuberosum*. En la etapa final del desarrollo de las mismas, los tallos aéreos pueden tornarse relativamente leñosos en su parte basal.

2.2.2.4. Rizomas: Estos tallos rizomatosos están formados por brotes laterales más o menos largos que nacen de la base del tallo aéreo. Nacen alternadamente desde subnudos ubicados en los tallos aéreos y presentan un crecimiento horizontal bajo la superficie del suelo. Cada rizoma, en tanto, a través de un engrosamiento en su extremo distal, genera un tubérculo.

2.2.2.5. Tubérculos: Es el tercer tipo de tallo de la papa es subterráneo y se halla engrosado como una adaptación para funcionar como órgano de almacenamiento de nutrientes, el tubérculo. Los rizomas presentan una zona meristemática sub-apical, de donde se originan los tubérculos mediante un engrosamiento radial, producto del alargamiento de las células parenquimatosas y la pérdida de la polaridad de las mismas. Durante la formación del tubérculo, el crecimiento longitudinal del estolón se detiene y las células parenquimáticas de la corteza, de la médula y de regiones perimedulares sufren divisiones y alargamiento. En tubérculos maduros, existen pocos elementos conductores y no hay un cambium vascular continuo.

2.2.2.6. Raíz: El sistema radical es fibroso, ramificado y extendido más bien superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0,8 m de profundidad. Las plantas originadas a partir de tubérculos, por provenir de yemas y no de semillas, carecen de radícula; sus raíces, que son de carácter adventicio, se originan a partir de yemas subterráneas. Estas raíces se ubican en la porción de los tallos comprendida entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo; por esta razón, el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal que permita una adecuada formación de raíces y de rizomas. A partir de los primeros estados de desarrollo, y hasta el momento en que comienza la formación de tubérculos, las raíces presentan un rápido crecimiento.

2.2.2.7. Inflorescencia y flor: La inflorescencia nace en el extremo terminal del tallo y el número de flores en cada una puede ir desde 1 hasta 30, siendo lo más usual entre 7 a 15. El número de inflorescencias por planta y el número de flores por inflorescencia están altamente influenciados por el cultivar. Aproximadamente en el momento en que la primera flor está expandida, un nuevo tallo desarrolla en la axila de la hoja proximal, el cual producirá una segunda inflorescencia. Las flores tienen de 3 a 4 cm de diámetro, con 5 pétalos unidos por sus bordes que le dan a la corola la forma de una estrella. Las 5 anteras se hallan unidas formando un tubo alrededor del pistilo y presentan una longitud de 5 a 7 mm. El estigma generalmente es excerto más allá del anillo de anteras. Dependiendo de la variedad pueden ser la corola puede ser de color blanco o una mezcla más o menos compleja de azul, borraño y púrpura dependiendo del tipo y cantidad de antocianinas presentes.

2.2.2.8. Fruto y semillas: El fruto de la planta de papa es una baya, la cual puede presentar una forma redonda, alargada, ovalada o cónica. Su diámetro generalmente fluctúa entre 1 y 3 cm, y su color puede variar de verde a amarillento, o de castaño rojizo a violeta. Las bayas presentan dos lóculos y pueden contener aproximadamente entre 200 y 400 semillas. Las bayas se presentan agrupadas en racimos terminales, los cuales se van inclinando progresivamente en la medida que avanza el desarrollo de los frutos; las semillas son muy pequeñas, aplanadas, de forma arrañada, y pueden ser blancas, amarillas o castaño amarillentas.

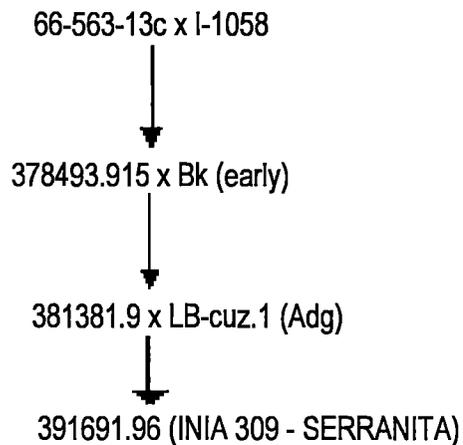
2.2.3 Características de las variedades de papa

2.2.3.1 INIA 309 – SERRANITA según Landeo *et, al.*, (1990) Programa Mejoramiento Genético del Centro Internacional de la Papa (CIP). INIA 309-Serranita; nueva variedad de papa con aptitud industrial de fritura y consumo fresco. Esta nueva variedad que poseen las

características como bajo contenido de azúcares reductores, alto contenido de materia seca y color adecuado.

a. Origen

El clon 391691.96, proviene del programa de mejoramiento para resistencia al tizón tardío del Centro Internacional de la Papa y su pedigríe es el siguiente:



b. Características morfológicas

La variedad tiene un tamaño mediano de planta (1.20 m); posee de 4 a 6 tallos por planta, tallos con pigmentación marrón, hojas de color verde oscuro, flores de color violeta y abundante.

c. Características agronómicas

Período vegetativo : 120 a 150 días (semitardía).
Días a la floración : 80 a 90.
Tipo de planta : Andígena/Tuberosum

Tubérculos

Forma : Redonda
Número : De 15 a 25 por planta.
Profundidad de ojos : Superficiales.

Color de piel	:Morado
Color de pulpa	: Blanco cremoso.
Materia seca	:22 - 24 %
Dormancia de los tubérculos	:De tres a cuatro meses en el almacén

2.2.3.2 Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM (1970) Programa de Mejoramiento genético. Yungay, es una de las variedades antiguas que permanece con mucha demanda en el mercado local, nacional e internacional por sus características y manifestación genética de la variedad y su alto rendimiento.

a. Origen

Pedigree es el siguiente:

(Saski x Earline) x (Huagalina x Renacimiento)

b. Características morfológicas

Planta	:Erecto
Tallo	:Verde oscuro pigmentación: rojizo en los nudos
Hojas	:Verde oscuras
Tubérculos	:Oval aplanado
Flores	:Color rojizo claro
Ojos	:Superficiales
Piel	:Color blanco amarillento con ojos rojos
Carne	:Amarillenta
Brotos	: Colormorado intenso.

d. Características agronómicas

Periodo vegetativo	:Tardío (150 a 180 días)
--------------------	--------------------------

Rendimiento	: Hasta 50 t/ha, alto porcentaje de tubérculos grandes, estolones largos.
Adaptación	: Toda la sierra hasta 3 700 msnm.
Calidad culinaria	: Muy buena, 20 a 24% de materia seca.
Adversos	: Rizoctonia (<i>Rhizoctoniasolani</i>) heladas y sequías.
Reacción a factores tolerante a Rancho	(<i>Phytophthora infestans</i>)

2.2 .4. Labores agronómicas

2.2.4.1.Sistema clásico o convencional

Paredes et al., (2004). Las camas de multiplicación en los invernaderos deben instalarse con una buena distribución de los pasillos o caminos para el máximo aprovechamiento del espacio. Por lo regular, los pasillos deben tener suficiente ancho para permitir el paso de una carretilla para llevar el sustrato y las camas deben ser angostas, de modo que se pueda llegar al centro de éstas por cualquier lado; el sustrato debe estar libre de malezas, nemátodos y otros organismos patógenos y debe ser esterilizado con productos químicos; no debe tener efectos nocivas en las plantas.

a. Ventajas y desventajassistema clásico o convencional

a.1. Ventajas

- Es el sistema más conocido.
- Es el sistema más empleado.

a.2. Desventajas

- El costo de producción de semilla pre básica es alto.
- La desinfección del sustrato se realiza con bromuro y es una composición química muy tóxica.
- Se necesita un personal con experiencias.

b. Sustrato. Está conformado por:

b.1. Turba es un material orgánico, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

b.2. Musgo (*Bryophyta*) el musgo está constituido por los restos deshidratados de plantas de los pantanos ácidos del género *Sphagnum*, como *S. papillosum*, *S. capillaceum* y *S. palustre*. Los residuos de estas plantas usualmente están libres de patógenos, son de poco peso y tienen una gran capacidad de retención de agua; puede absorber unas 10 a 20 veces su peso. Para mezclar este material con suelo agrícola y arena por lo general se despedaza a mano o por medios mecánicos. El musgo con frecuencia se añade a la turba en proporciones diversas para aumentar la capacidad de retención de agua de la mezcla. Esta combinación es un buen sustrato para la siembra de semillas sexuales, plántulas in vitro y tubérculos semillas de la papa.

c. Aclimatación de plantas in vitro

Cuando nos llegan plántulas in vitro en tubos o magentas, estas deben ser colocadas inmediatamente bajo luz. Durante el transporte, estas son empacadas de modo que no están expuestas a la luz por varios días. El ambiente del laboratorio es diferente al ambiente del invernadero; lavar con mucho cuidado y se separa cada planta, lavando o no el exceso de agar que la planta lleva adherido por lo tanto las plantas deben ser climatizadas por 2 a 3 días antes de ponerlas en bandejas de agua.

e. Trasplante

Las plántulas se trasplantan a una densidad de 20 a 100 plantas por m². En hoyos de 3 a 4 cm de profundidad se introducen las plántulas con sus raíces de modo que cubran 2 a 3 nudos bajo el suelo. Los 2/3 de la plántula deben quedar inmersos en el suelo. Luego se presiona con firmeza el suelo alrededor de las plántulas para favorecer un buen

contacto del suelo y la raíz y a medida que van creciendo y desarrollando las plantas, se coloca unos tutores.

e. Componentes del sistema

Tanque sirve para almacenar la solución.

Tubos de PVC : Sirve para distribuir la solución.

Llaves de paso : Sirve para regularizar la solución nutritiva.

Camas de madera : Sirve para el soporte del material o sustrato.

Cinta de goteo : Sirve para proporcionar agua y la solución nutritiva a las plantas.

f. Labores agronómicas

f.1. Riego. Se realiza a capacidad de campo por un periodo que sea necesario hasta su aclimatación y luego se riega con la solución nutritiva.

f.2. Aporque. Una vez las plántulas alcancen el tamaño suficiente se realiza el aporque con sustrato con la finalidad de cubrir los estolones para que tubericen; Se puede realizar de uno a dos veces dependiendo de la necesidad.

f.3. Tutorado. Se realiza cuando las plantas alcanzan mayor de 20 cm.

f.4. Cosecha. Se realiza cuando alcanza la madurez fisiológica.

2.2.4.2. Sistema hidropónico

Hidroponía. Una alternativa para producir semilla prebásica de papa es la técnica de cultivo sin suelo. Como técnica de producción, la hidroponía presenta ventajas sobre el uso de sustratos, ya que permite cultivos en zonas donde los suelos e incluso el clima no son adecuados para la agricultura. Además, se usa una menor área de cultivo, por la mayor densidad por unidad de superficie. Las semillas de papa obtenidas a través de esta técnica son de excelente calidad y sanidad y la inversión inicial requerida es menor que con el sistema convencional y, en general, los costos de producción son menores; En base a lo mencionado se planteó, un nuevo sistema para la producción de semilla prebásica de papa el aeropónico, el mismo se basa en la posibilidad de realizar la

suspensión de raíces en el aire, sin suelo ni el uso de sustratos. Se utiliza como soporte de las plantas cajones de madera, suministrando permanentemente agua y nutrientes mediante un sistema de goteo.

a. Ventajas y desventajas sistema hidropónico

a.1. Ventajas

- El costo de producción de semilla pre básica es bajo
- El material es reutilizable.

b.1. Desventajas

- Se necesita un personal con experiencias.
- El material tiene que ser seleccionado adecuadamente y que no tengan residuos minerales

b. Sustrato

El sustrato utilizado es arena de cantera de aproximadamente de 0.2 a 0.9 mm previamente lavado y desinfectado.

c. Componentes del sistema

c.1. Tanque sirve para almacenar la solución

c.2. Camas de madera sirve para el soporte del material o arena de cantera.

d. Labores agronómicos

d.1. Riego. Se realiza a capacidad de campo por un periodo que sea necesario hasta su aclimatación y luego se riega con la solución nutritiva.

d.2. Aporque. Una vez las plántulas alcancen el tamaño suficiente se realiza el aporque con arena de cantera previo desinfectado con la finalidad de cubrir los estolones para que tubericen; se puede realizar de uno a dos veces dependiendo de la necesidad.

d.3. Tutorado.- Se realiza cuando las plantas alcanzan mayor de 20 cm.

d.4. Cosecha.- Se realiza cuando alcanza la madurez fisiológica.

2.2.4.3. Sistema hidroaerónico

Es un método donde se utiliza como material inerte la arena y que le sirve de soporte a la planta y el aporque no se realizará ya que cubriremos con tecno port y plástico negro para que no ingrese la luz y así que tubericen en el espacio entre la planta y tecno port cubierto con el plástico negro.

a. Ventajas y desventajas sistema hidroaerónico

a. 1. Ventajas:

- El material es reutilizable.
- Costo es bajo.

a. 2. Desventajas:

- Se necesita un personal con experiencias.
- El aporque es trabajoso.

b. Sustrato

El sustrato utilizado es arena de cantera de aproximadamente de 0.2 a 0.9 mm previamente lavado y desinfectado y tecno port para realizar el aporque o recubrimiento de la parte basal de las plantas.

c. Aclimatación de plantas in vitro

Cuando nos llegan plántulas in vitro en tubos o magentas, estas deben ser colocadas inmediatamente bajo luz. Durante el transporte, estas son empacadas de modo que no están expuestas a la luz por varios días. El ambiente del laboratorio es diferente al ambiente del invernadero, por lo tanto las plantas deben ser climatizadas por 2 a 3 días antes de ponerlas en bandejas de agua.

d. Trasplante

Las plántulas in vitro aclimatadas se trasplantan en el sustrato previo regado, La distancia entre plantas in vitro es 22 a 23 cm de largo y de ancho 15 a 17 cm y a medida que van creciendo y desarrollando las plantas, se coloca unos tutores.

e. Componentes del sistema

e.1. Tanque. Sirve para almacenar la solución

e.2. Camas de madera.- Sirve para el soporte del material o arena de cantera.

e.3. Tecno port. Sirve para aporcar

e.4. Plástico polietileno. Sirve para oscurecer el tecnoport.

f. Labores agronómicas

f.1. Riego. Se realiza a capacidad de campo por un periodo que sea necesario hasta su aclimatación y luego se riega con la solución nutritiva.

f.2. Aporque. Una vez que las plántulas alcancen el tamaño suficiente se realiza el aporque con tecno port y luego se cubre con plástico negro para que oscurece con la finalidad de cubrir los estolones para que tubericen; Se puede realizar de uno a dos veces dependiendo de la necesidad.

f.3. Tutorado.- Se realiza cuando las plantas alcanzan mayor de 20 cm.

f.4. Cosecha.- Se realiza cuando alcanza la madurez fisiológica.

2.2.4.4. Sistema aeropónico

La aeroponía es una técnica más avanzada y de tecnología más sofisticada que el sistema hidropónico tradicional. En el sistema aeropónico las raíces no están sumergidas en la solución nutritiva como ocurre en un sistema de raíz flotante - sino que la solución es suministrada periódicamente a las raíces en forma de nebulización a través de nebulizadores. En el sistema aeropónico las raíces de las plantas desarrollan en un contenedor cerrado, totalmente oscuro y vacío por dentro. Dentro del contenedor se genera un microambiente con alta humedad relativa, lo que produce raíces suspendidas en el aire. La alta humedad relativa se logra por la nebulización periódica del microambiente radicular. Los resultados del cultivo aeropónico dependen en buena medida del tamaño de las gotas, por ello, la nebulización no debe golpear directamente a las raíces de las plantas pero sí debe permitir la adhesión de una película de nutrientes en

las raíces. La cantidad de solución nutritiva consumida dependerá de las condiciones climáticas (invierno, verano), edad de la planta, de su variedad y de la longitud de sus raíces.

a. Ventajas y desventajas del sistema la aeroponía

a.1. ventajas

- El desarrollar las raíces suspendidas en un sistema cerrado, totalmente oscuro, no desarrollan algas.
- Excelente aireación del microambiente radicular, lo que produce un buen crecimiento vigoroso de las raíces.
- El gasto de agua y nutrientes es sumamente bajo.
- Mayor rendimiento por área y por planta

a.2. desventajas

- Se necesita un personal permanente y capacitado.
- Costo de instalación inicial del sistema alto
- Si hay un mal manejo de la solución nutritiva, se puede afectar la producción total del sistema
- Si hay descuido en la higiene, se puede infectar a las raíces de todas las plantas de bacterias y hongos. Se exige mucho cuidado en el cuidado de la higiene.

b. Contenedor

El contenedor debe ser de bajo costo y debe tener un tamaño apropiado para cultivar plantas. Para el cultivo de papa en sistema aeropónico, la profundidad del contenedor puede fluctuar entre 0.8 a 1.0 m. Esta profundidad es adecuada porque las plantas van a desarrollar una cabellera de raíces bastante larga, pudiendo sobrepasar el metro de longitud. El ancho del contenedor es de 1.2m. El largo puede ser de cualquier dimensión; Lo que se obtiene al final es un gran cajón impermeabilizado por dentro.

c. Sustrato

El sistema aeropónico no se usa sustrato ya que las plantas y raíces estarán suspendidas en un microambiente con alta humedad relativa cuando se aplican periódicamente nebulizaciones con solución nutritiva.

d. Aclimatación de plantas in vitro

Cuando nos llegan plántulas in vitro en tubos o magentas, estas deben ser colocadas inmediatamente bajo luz. El ambiente del laboratorio es diferente al ambiente del invernadero, por lo tanto las plantas deben ser climatizadas por 2 a 3 días antes de ponerlas en bandejas de arena. Por lo menos un día antes del trasplante las plantas deben ser expuestas a la humedad relativa del invernadero. En esta etapa se debe evitar la exposición directa a la luz solar. Durante los primeros 3 días las plantas deben ser regadas con agua. Después, se debe usar la solución nutritiva normal. Dependiendo del clima interno del invernadero, el riego debe hacerse solo cuando sea necesario, pues no debemos exponer a las plantas a un estrés innecesario. Después de 15 a 20 días las plantas deben haber formado suficiente sistema radicular como para ponerlas en los cajones aeropónicos.

e. Trasplante

Las plántulas enraizadas se sujetan con esponja y se colocan en agujeros de 2 cm de diámetro. Los agujeros están sobre la superficie externa del contenedor. La distancia entre plantas in vitro es 22 a 23 cm de largo y de ancho 15 a 17cm. A medida que van creciendo y desarrollando las plantas, se coloca un tutor ya que las plantas en este sistema desarrollan tallos muy largos.

f. Componentes del sistema

Los componentes de un sistema aeropónico son:

f.1. Tanque. Almacena la solución nutritiva y su capacidad dependerá del tamaño del contenedor y del número de plantas que se pretende cultivar. Un tanque de 600 litros es suficiente para alimentar 2 contenedores de 20 m de largo. Es necesario que el

tanque tenga protección contra los rayos solares para evitar el desarrollo de algas en la solución nutritiva. La tapa debe ser de fácil remoción y debe facilitar la entrada de la parte final del tubo colector hacia el interior del tanque para que la solución nutritiva retorne con fuerza. La turbulencia generada es importante porque permite la oxigenación de la solución nutritiva.

f.2. Electrobomba. Tiene la función de impulsar la solución nutritiva desde el tanque hacia la tubería de distribución. La potencia de la electrobomba dependerá del tamaño del área de producción. Una electrobomba de 0.5 HP es suficiente para una instalación de 100 m². El funcionamiento de la electrobomba para los flujos intermitentes puede ser controlado a través de un reloj programador o timer.

f.3. Electro neumático. Su función es aumentar la presión que ejerce la bomba con la finalidad de nebulizar con presión la solución nutritiva al interior del contenedor, donde desarrollan las raíces de las plantas suspendidas.

f.4. Tubería de distribución. Conecta el tanque y la manguera donde están insertados los nebulizadores. La manguera es de 16 mm de diámetro y se extiende internamente a lo largo del contenedor por la parte superior y central del contenedor. Por esta tubería circula la solución nutritiva la cual sale en forma nebulizada. La solución nutritiva es nebulizada en ciclos intermitentes manteniendo una alta humedad relativa dentro del contenedor.

f.5. Tubería de recolección o drenaje. Recoge la solución nutritiva que retorna por la base del contenedor y la conduce hacia el tanque donde se almacena la solución nutritiva. Por esta razón el contenedor debe haber una pendiente de 1% entre los extremos del contenedor. Se coloca en la parte inferior y central del contenedor con una ligera pendiente con respecto al tanque, con la finalidad de facilitar el retorno de la solución nutritiva. La solución cae con

fuerza al tanque, provocando una turbulencia, la cual es importante para oxigenarla.

f.6. Timer o Reloj Programador. Controla el encendido de la electrobomba en diferentes intervalos de tiempo; cada 15 minutos. Generalmente la bomba se enciende entre 1 a 2 minutos; tiempo suficiente para mantener una alta humedad relativa dentro de la cámara donde desarrollan las raíces.

f.7. Filtro de anillo. Sirve para retener posibles partículas que puedan obturar los nebulizadores.

g. Labores agronómicos

g.1. Riego. Se realiza con el electro bomba previa sincronizada del tiempo 15 minutos nebuliza y 30 minutos dicho riego se realiza con la solución.

g.2. Aporque. Una vez las plántulas alcancen el tamaño suficiente se realiza la poda de las hojas basales con la finalidad de bajar las plantad de 3 a 5 cm con la finalidad de que los estolones tubericèn; Se puede realizar de uno a dos veces dependiendo de la necesidad.

g.3. Tutorado. Se realiza cuando las plantas alcanzan mayor de 20 cm con la finalidad de que no se tumben.

g.4. Poda. Se realizan a los tollos laterales con el finalidad que no haya competencia de luz.

g.5. Cosecha. Se realiza cuando alcanza el tamaño adecúalo los tubérculos, mayores de 2 cm, se realizan cada 15 días después de la segunda cosecha.

2.3. Hipótesis

Ho. No existe diferencias en la producción de semilla pre básica de dos variedades de papa (*Solanu mtuberosum* L.) en condiciones de hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía, el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

Ha. Existe diferencias en la producción de semilla pre básica de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía, el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

2.4. Variables de estudio

a. **Variable dependiente.** Se considerarán los siguientes:

- Altura de la planta
- Número de tubérculos
- Peso de tubérculos

b. **Variable independiente.** Se considerarán los siguientes:

Los sistemas de producción que son:

- Aeroponía
- Hidroponía
- Hidroaeroponía
- La clásica

Capítulo III

Metodología de la Investigación

3.1. **Ámbito de estudio**

Lugar de ejecución: Se realizó en el invernadero del programa de Semillas - Instituto Nacional de Investigación Experimental Agraria - Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

a. Ubicación política.

Departamento	:Junín
Provincia	:Huancayo
Distrito	:El Tambo
Anexo	:Hualahoyo - Saños Grande

b. Geográfica

Latitud sur	: 12° 00' 00"
Longitud Oeste	: 75° 15' 05" del Meridiano de Greenwich
Altitud	: 3 296 msnm.

c. Factores Climáticos

Temperatura media anual	:18 °C
Precipitación anual	:600 - 800 mm
Zona agroecológica	:Sierra tropical media alta
Cuenca hidrológica	:Mantaro

Fuente: Senamhi (Santa Ana, 2013).

3.2. **Tipo de Investigación**

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental; se realizó en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

3.3. **Nivel de Investigación**

El presente trabajo de investigación es de nivel aplicativo, se realizó en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

3.4. Método de Investigación

El diseño experimental en arreglo factorial 4x2, conducido en método aditivo lineal del Diseño Completamente al Azar, con 2 repeticiones. Y se analizó la Prueba de Duncan para la comparación de promedios.

Modelo aditivo lineal del diseño completamente al azar

$$X_{ijk} = U + V_i + S_j + VS_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

X_{ijk} = Observación cualesquiera dentro del experimento

μ = Media poblacional

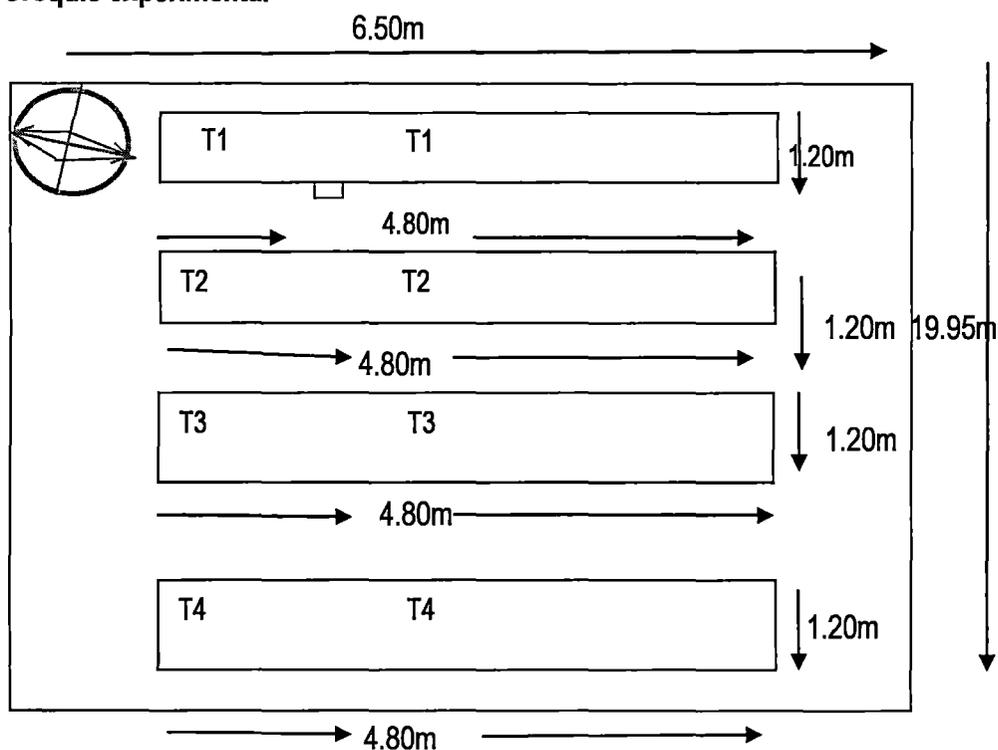
V_i = Efecto del i-ésimo sistema.

S_j = Efecto del j-ésimo sistema.

VS_{ij} = Efecto de la interacción de la variedad i-ésima y j-ésimo sistema.

E_{ijk} = Efecto del error experimental asociado a la variedad i-ésima en el j-ésimo sistema, de la k-ésimo repetición.

a. Croquis experimental



b. Detalle del trabajo de experimento

Variedad 1	Variedad 2
T1: Testigo	T1: Testigo
T2 : Aeroponía	T2 : Aeroponía
T3: Hidroponía	T3: Hidroponía
T4: Hidroaeroponía	T4: Hidroaeroponía

Fuente: elaboración propia (2013).

S1: Convencional

S2: Aeponomía

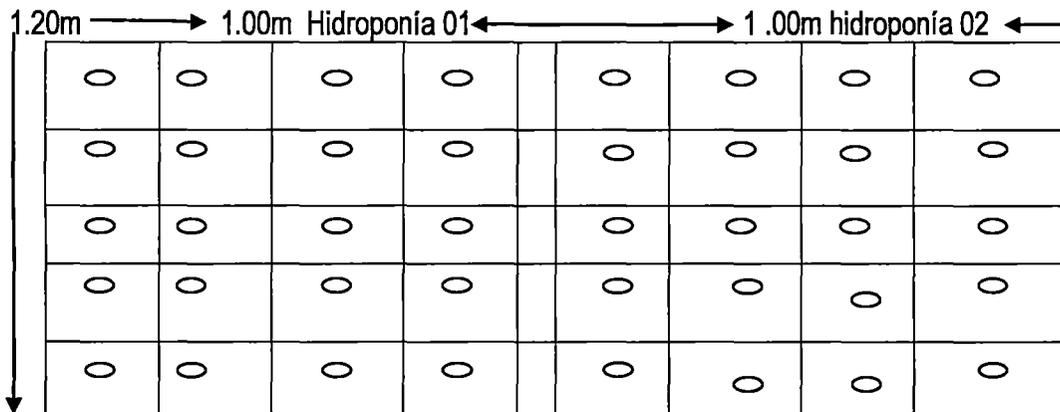
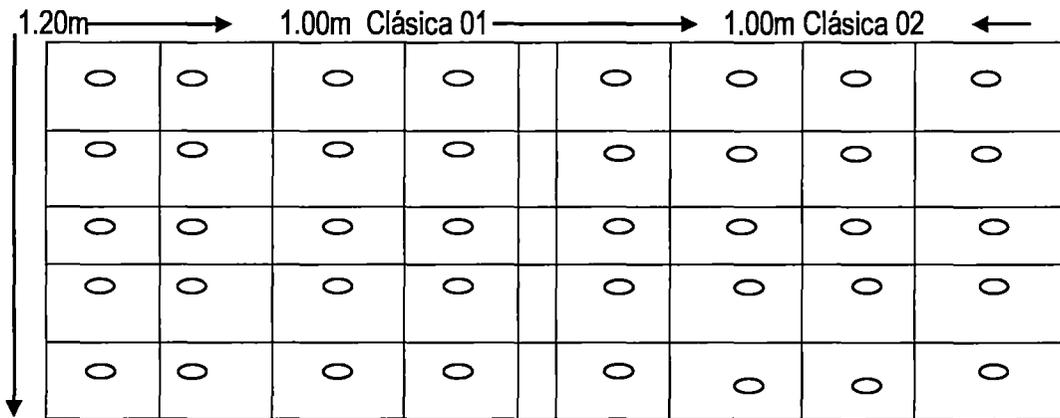
S3: Hidroponía

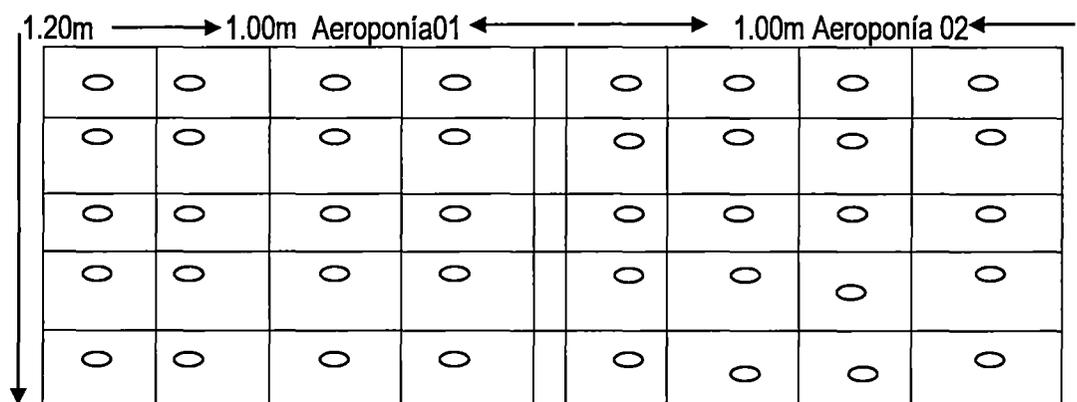
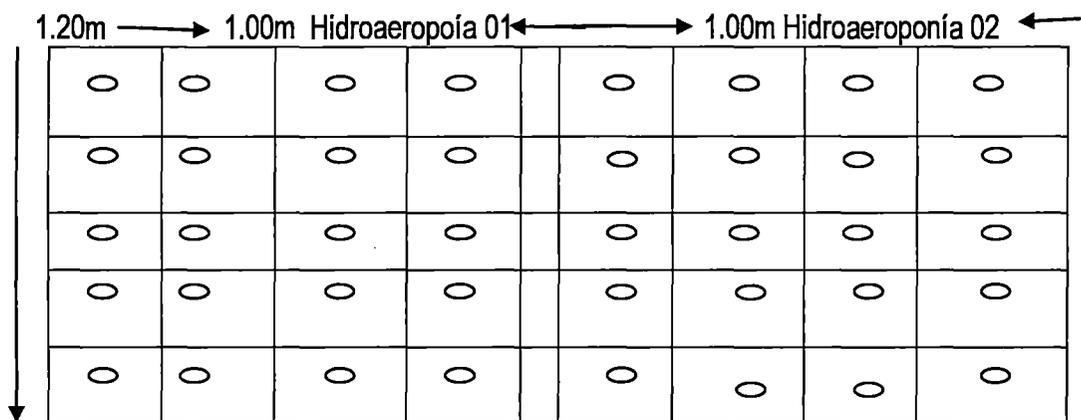
S4: Hidroaeroponía

V1: INIA 309 - Serranita

V2: Yungay

c. Detalle del tratamiento experimental por variedad





3.5. Población, Muestra, Muestreo

- Población: Consta de 10 plantas de papa.
- Muestra: Consta de 10 plantas de papa.
- Muestreo: Se realizará a todas las plantas

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se midió las plántulas de papa con:

- Observaciones directa diarias en el invernadero
- Cuaderno de apuntes
- Wincha
- Regla
- Lapicero

3.7. Procedimiento de recolección de datos

Al estado madurez fisiológica se evaluó la altura de plantas el número de tubérculos y peso de tubérculos por planta.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En el presente trabajo se utilizó la estadística descriptiva e inferencial, ANVA.

Capítulo IV Resultados y discusiones

4.1. Presentación de Resultados

a. Altura de planta

Cuadro N° 1. Análisis de Varianza de la altura de plantas (cm) de dos variedades de papa producidos en cuatro sistemas de producción ($\alpha = 0.01$).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
Variedad	1	1044.01	1044.01	20.2825	3.98 7.01	**
Sistemas	3	2567.24	855.746	16.6249	2.74 4.07	**
VxS	3	301.638	100.546	1.95335	2.74 4.07	NS
ERROR	72	3706.1	51.4736			
TOTAL	79	7618.99				

En el **Cuadro N° 1**. Se presenta el Análisis de Varianza de la altura de plantas de dos variedades de papa conducido en cuatro sistemas de producción, en el cual se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas para la interacción de variedades versus sistemas. Por otro lado, existen diferencias altamente significativas en la altura de plantas por efecto de las variedades por las características genéticas: como genotipo y fenotipo del mismo modo existe diferencias altamente significativas en la altura de plantas por efecto las características genéticas: como genotipos y fenotipos de los sistemas de producción de semilla de papa.

Cuadro N° 2. Prueba de Duncan para el factor Sistemas

Tratamiento	Sistema	Promedio	Significación
Aeroponía	S2	66.3	A
Convencional	S1	65.65	A
Hidroaeroponía	S4	59.90	A
Hidroponía	S3	52.20	B
	Promedio General	61.01	

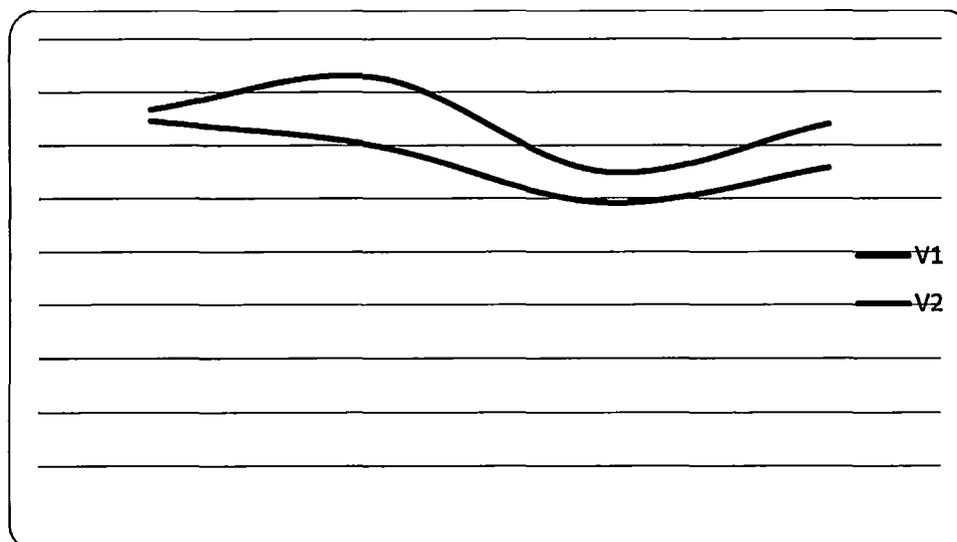
Las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay no muestran diferencias significativas de altura de plantas cuando se desarrollan en los sistemas de aeroponía, convencional e hidroaeroponía. Contrariamente, las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay si muestran diferencias cuando se desarrollan en hidroponía.

Cuadro N° 3. Prueba de Duncan para el factor Variedades:

Tratamiento	Variedad	Promedio	Significación
INIA 309 – Serranita	V1	64.63	a
Yungay	V2	57.4	b
	Promedio General	61.01	

En cualquiera de los sistemas de producción la variedad INIA 309 - Serranita muestra diferencias significativas de altura de plantas respecto a la variedad Yungay.

Gráfico N° 1. Interacción de variedades versus sistemas de producción de la altura de plantas



En el Gráfico N° 1. Se puede visualizar que no existe interacción entre las variedades de papa y los sistemas de producción para la altura de plantas.

c. Número de tubérculos por planta

Cuadro N° 4. Análisis de varianza del número de tubérculos de dos variedades de papa producidos en cuatro sistemas de producción ($\alpha = 0.01$).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
V	1	732.05	732.05	9.24824537	3.98 7.01	**
S	3	34884.9	11628.3	146.904408	2.74 4.07	**
VS	3	2021.05	673.683333	8.51087872	2.74 4.07	**
ERROR	72	5699.2	79.1555556			
TOTAL	79	43337.2				

En el Cuadro N°4. Se muestra el análisis de varianza del número de tubérculos de dos variedades de papa producido en cuatro sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias altamente significativas para la interacción de variedades de papa versus sistemas de producción. Por lo tanto, requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor.

Cuadro N° 5. Prueba de Duncan para el factor sistemas

Tratamiento	Sistema	Promedio	Significación
Aeronomía	S2	62,25	a
Convencional	S1	13,58	b
Hidroaeronomía	S4	13,5	b
Hidroponía	S3	15,15	b
	Promedio General	26,11	

Las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay no muestran diferencias significativas en número de tubérculos en el sistema aeronomía. Contrariamente, las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay si muestran diferencias en cuanto el número de tubérculos en los sistema de convencional, hidroaeronomía e hidroponía.

Cuadro N° 6. Prueba de Duncan para el factor Variedades:

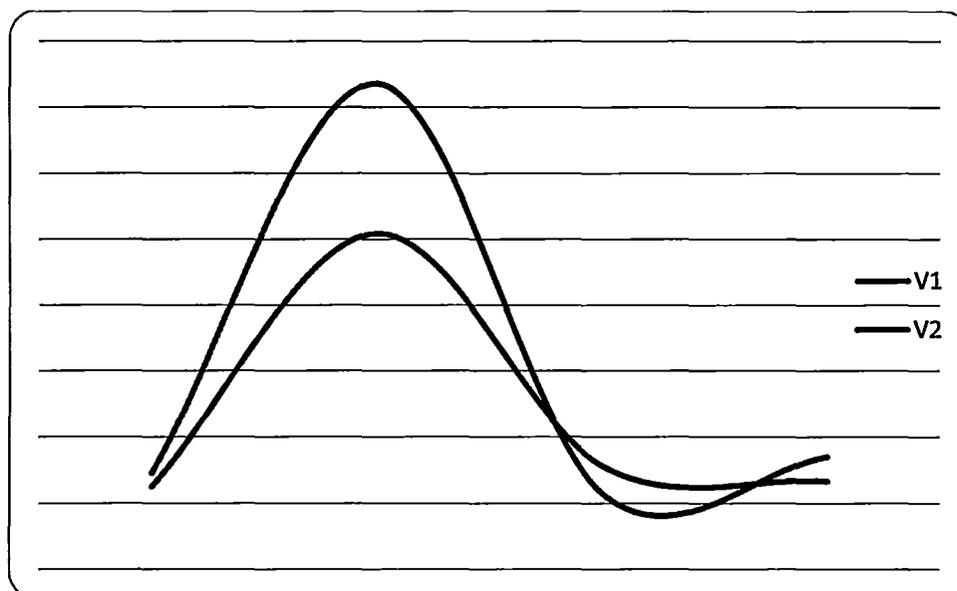
Tratamiento	variedad	Promedio	Significación
INIA 309 – Serranita	V1	23,08	a
Yungay	V2	29,13	b
	Promedio General	26,11	

En cualquiera de los sistemas de producción la variedad INIA 309 - Serranita muestra diferencias significativas en número de tubérculos respecto a la variedad Yungay.

Cuadro N° 7. Análisis de varianza de efectos simples

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
V en S1	1	20	20	0.25266704	3.98 7.01	NS
V en S2	1	2576.45	2576.45	32.5491999	3.98 7.01	**
V en S3	1	88.2	88.2	1.11426165	3.98 7.01	NS
V en S4	1	68.45	68.45	0.86475295	3.98 7.01	NS
S en V1	3	10374.875	3458.29167	43.6898161	2.74 4.07	**
S en V2	3	26531.075	8843.69167	111.72547	2.74 4.07	**
Error	72	5699.2	79.1555556			

Estos resultados indican que las variedades tienen diferencias altamente significativas en número de tubérculos, solo cuando se produce en el sistema aeropónico (S2), los niveles del factor sistema tienen diferencias altamente significativas cuando se combinan con las variedades.

Gráfico N° 2. Interacción de variedades versus sistemas de producción del número de tubérculos por planta

En el Gráfico N° 2. Se puede visualizar que existe interacción entre las variedades de papa y los sistemas de producción para el número de tubérculos.

c. Peso de tubérculos total

Cuadro N° 8. Peso de tubérculos (g) por planta

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
V	1	137034.013	137034.013	10.8245694	3.98 7.01	**
S	3	2364197.24	788065.746	62.250767	2.74 4.07	**
VS	3	186631.238	62210.4125	4.91411524	2.74 4.07	**
ERROR	72	911486.5	12659.5347			
TOTAL	79	3599348.99				

En el Cuadro N° 8. Se muestra el análisis de varianza del peso de tubérculos de dos variedades de papa producido en cuatro sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias altamente significativas para la interacción de variedades de papa versus sistemas de producción. Por lo tanto requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor.

Cuadro N°9. Prueba de Duncan para el factor Sistemas

Tratamiento	Sistema	Promedio	Significación
Aeroponía	S2	507,6	a
Convencional	S1	119,25	a
Hidroaeroponía	S4	88	b
Hidroponía	S3	129,2	a
	Promedio General	211,02	

Las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay no muestran diferencias significativas en peso de tubérculos en el sistema aeroponía, convencional e hidroponía. Contrariamente, las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay si muestran diferencias en cuanto el peso de tubérculos en los sistema hidroaeroponía.

Cuadro N° 10. Prueba de Duncan para el factor Variedades:

Tratamiento	variedad	Promedio	Significación
INIA 309 – Serranita	V1	169,63	a
Yungay	V2	252,4	b
	Promedio General	211,02	

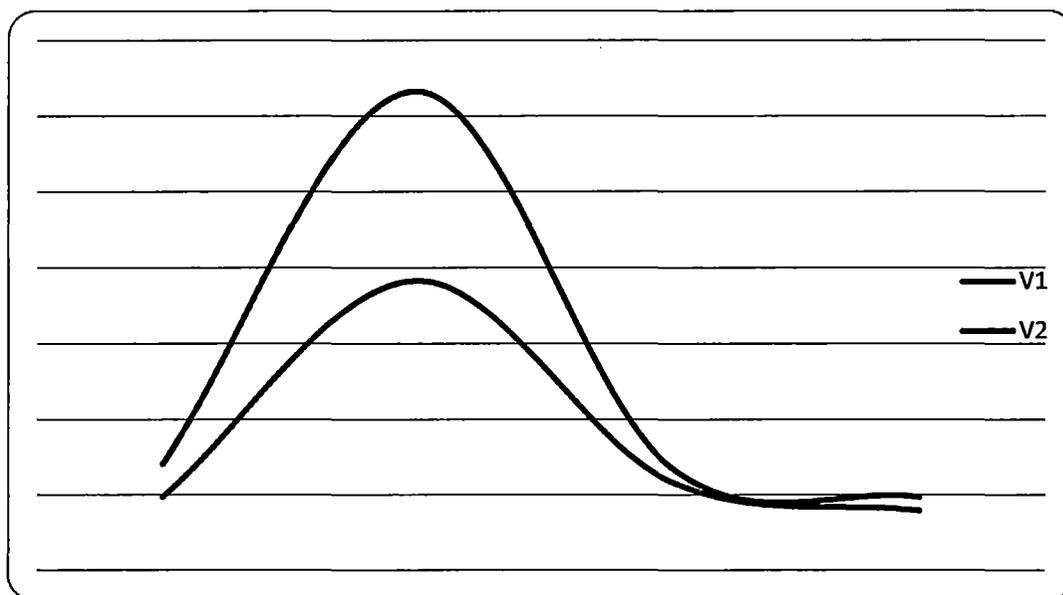
En cualquiera de los sistemas de producción la variedad INIA 309 - Serranita muestra diferencias significativas en peso de tubérculos respecto a la variedad Yungay.

Cuadro N° 11. Análisis de varianza de efectos simples

	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
SCVS1	1	9461.25	9461.25	0.74736159	3.98 7.01	NS
SCVS2	1	310503.2	310503.2	24.5272205	3.98 7.01	**
SCVS3	1	2080.8	2080.8	0.16436623	3.98 7.01	NS
SCVS4	1	1620	1620	0.12796679	3.98 7.01	NS
SCSV1	3	615066.875	205022.292	16.195089	2.74 4.07	**
SCSV2	3	1935761.6	645253.867	50.9697932	2.74 4.07	**
ERROR	72	911486.5	12659.5347			

Estos resultados indican que las variedades tienen diferencias altamente significativas en rendimiento de tubérculos por planta, sólo cuando se produce en el sistema aeropónico (S2), los niveles del factor sistema tienen diferencias altamente significativas cuando se combinan con las variedades.

Gráfico N° 3. Interacción de variedades versus sistemas de producción del peso de tubérculos por planta



En el Gráfico N° 3. Se puede visualizar que existe interacción entre las variedades de papa y los sistemas de producción para el peso de tubérculos.

Discusión.

En el estudio realizado en la Estación Experimental Santa Ana - INIA – Huancayo de los 40 plantas de papa los resultados que se adquirieron son:

En el Cuadro N° 1. Se presenta el análisis de varianza de la altura de plantas de dos variedades de papa conducido en cuatro sistemas de producción, en el cual se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas para la interacción de variedades versus sistemas. Por otro lado, existen diferencias altamente significativas en la altura de plantas por efecto de las variedades y del mismo modo existe diferencias altamente significativas en la altura de plantas por efecto de los sistemas de producción de semilla de papa; coincide con lo mencionado con (Torres 2010); en el análisis de varianza de la altura de planta de dos variedades de papa conducidos en cuatro sistemas no existe las diferencias significativas para la interacción de variedades versus sistemas y por otro lado existe diferencias altamente significativas en la altura de planta por efecto de los sistemas debido a las características genéticas como son los genotipos y fenotipos,

En el Cuadro N° 4. Se muestra el análisis de varianza del número de tubérculos de dos variedades de papa producido en cuatro sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias altamente significativas para la interacción de variedades de papa versus sistemas de producción. Por lo tanto, requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor; periódicamente coincide con lo mencionado por (Otazu 2009); La alta diferencia significativa en el número de tubérculos de dos variedades de papa producidos en los cuatro sistemas es debido a las características genéticas como son los genotipos y fenotipos.

En el Cuadro N° 6. Se muestra el análisis de varianza del peso de tubérculos de dos variedades de papa producido en cuatro sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias altamente significativas para la interacción de variedades de papa versus sistemas de producción. Por lo tanto, requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor;

periódicamente coincide con lo mencionado con **(Otazu y Chuquillanqui 2007)**; la altamente diferencia significativa en el peso de tubérculos de dos variedades de papa producidos en los cuatro sistemas es debido a las características genéticas como son los genotipos y fenotipos.

Conclusiones.

Están hechas en base a los resultados obtenidos, la discusión efectuada y bajo las condiciones en la que se realizó el presente experimento, se concluye:

- A través del cultivo sin suelo no solamente es posible cultivar hortalizas de hoja (lechuga, albahaca, apio, acelga, etc.) y de fruto (tomate, pimiento, pepinillo, fresa, etc.) sino también raíces (camote, zanahoria, etc.) y tubérculos como la papa.
- Durante el crecimiento vegetativo de la papa, la variedad INIA 309 – Serranita es la que más desarrolló a comparación de la variedad Yungay.
- En tanto en el número de tubérculos que más produjo es la variedad INIA 309 – Serranita en comparación a la variedad Yungay.
- Los mayores rendimientos se obtuvieron con la variedad INIA 309 – Serranita que la variedad Yungay.

Recomendaciones.

Los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación permiten plantear las siguientes recomendaciones:

- Continuar con el estudio del presente trabajo bajo diferentes condiciones de suelo, arena y clima, fertilización y demás factores, priorizando tanto las variedades nativas y mejoradas, siempre a la luz de sus factores de precocidad, rendimiento y sanidad, y comparando con los testigos.
- Realizar pruebas regionales enfatizando en las variedades de alto rendimiento y tolerantes a los diferentes factores medio ambientales.
- Realizar pruebas de comparación de rendimiento y adaptación de variedades en los diferentes sistemas de producción y pisos ecológicos.
- Finalmente, los resultados obtenidos en este trabajo, no deberán ser considerados como definitivos, puesto que es un estudio preliminar.

Referencia Bibliográfica

- CIP. (1997).** Informe Técnico Anual 1996 -1997 del Proyecto PROMESPA "Proyecto para el Mejoramiento y Semilla de Papa". Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú.
- CHUQUILLANQUI, C.; TENORIO, J. (2007).** Producción de semilla de papa por hidroponía. En: Alternativas al uso de bromuro de metilo en la producción de semilla de papa de calidad. Centro Internacional de la Papa, Lima Perú.
- DE CASTRO Y VALLE. (2001).** Análisis prospectivo de cadenas productivas agropecuarias. Taller, Puno Perú.
- EZETA, F.; SCHEIDEGGER, U.C. (1985).** Semilla básica: Un nuevo programa de producción y distribución de semilla para el Perú. CIP.
- FRANCO, E. (1994).** Catálogo de semilla Básica de Papa en el Perú. SEINPA INIA – CIP – COTESU.
- GRACE, B. (1985).** El clima del altiplano del departamento de Puno - Perú. Ed. ACIDI. Convenio.
- HIDALGO, O.A. (1989).** Progresos en la producción de tuberculosa-semillas en Latinoamérica. Revista Lat. De la Papa, Bogotá Colombia.
- HORNA, D. (2004).** Evaluación de cuatro soluciones nutritivas en la producción de tubérculos semilla categoría pre básica con dos cultivares de papa en un manejo hidropónico. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- LANDEO et, al., (1990).** Programa Mejoramiento Genético del Centro Internacional de la Papa (CIP).
- OTAZU, V y CHUQUILLANQUI, C. (2007).** Producción de semilla de papa de calidad por eroponía. En: Alternativas al uso de bromuro de metilo en la producción de semilla de papa de calidad. Centro Internacional de la Papa, Huancayo Perú

30

OTAZÚ V. (2009). Manual de producción de semilla de papa de calidad usando Aeroponía. Centro Internacional de la Papa, Lima Perú.

OCHOA, C.M. (2003) Las Papas del Perú: base de datos 1947–1997. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú.

ORTEGA, D.R. (1989).La Papa: Alimento Andino a Preservar. En: Ecología y Recursos Naturales. Rev. Regional Sur Andina. XI 0 XII, Na23, Cusco Perú.

PAREDES *et al.*, (2004). Producción de semilla pre básica de papa en la estación experimental Santa Catalina – INIAP, Ecuador.

RODRÍGUEZ Delfin, A. y FERNÁNDEZ, E. (1997). Cultivo de raíces y tuberosas. En Hidroponía: una Santa Ana Investigador de Programa Nacional de papa – INIA Santa Ana Huancayo, Lima Perú.

TORRES MAYTA, Rafael V. (2010).“Programa nacional de papa” Investigador del Programa Nacional de Papa INIA Santa Ana – Huancayo Perú.

UNALAM (1970).Mejoramiento genético Universidad Nacional Agraria la Molina Lima Perú.

Artículo científico

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**

**COMPORTAMIENTO DE DOS VARIEDADES DE PAPA DE PAPA
(*Solanum tuberosum*L.) PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA SEGÚN
LAS ALTERNATIVAS EN LOS SISTEMAS CLÁSICOS, HIDROPONÍA, AEROPONÍA E
HIDROAEROPONÍA”**

Ronald Macizo Cervantes.

Resumen

El objetivo fue determinar la producción de semilla pre básica de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía, en el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo; se evaluaron los parámetros, altura de planta, número de tubérculos y peso de tubérculos por plantas de las variedades de INIA 309 - Serranita y Yungay. Los resultados obtenidos en cms, muestran el de mejor altura general de la variedad INIA 309 - Serranita en lo convencional (667) cm; en el sistema Aeroponía (727) cm; en el sistema Hidroaeroponía (551) cm; y en el sistema hidroponía (640) cm. Que la variedad Yungay en los cuatro sistemas de producción obteniendo las alturas totales en lo convencional (646) cm; en el sistema aeroponía (599) cm; en el sistema hidroaeroponía (493) cm; y en el sistema hidroponía (558) cm. En cuanto al número de tubérculos es la variedad que más sobresalió es la variedad Yungay como son en las sistemas convencional (145) tubérculos; en el sistema Aeroponía (736) tubérculos; en el sistema y en el sistema hidroponía (170) tuberculo y variedad INIA 309 - Serranita en lo convencional produjo (125) tubérculos; en el sistema Aeroponía produjo (509) tubérculos; en el sistema Hidroaeroponía produjo (156) tubérculos; y en el sistema hidroponía producido (133); pero como se muestra los resultados la variedad INIA 309 - Serranita produjo más números de tubérculos en sistema

78

Hidroaerponía que la variedad Yungay (114) tubérculos totales por sistemas en tanto en lo que es el peso total en Gs de tubérculos por sistemas es la variedad Yungay, que mejor resultado: convencional (1410) Gs; en el sistema aeroponía (6322) Gs; en el sistema hidroaerponía (1349) Gs; y en el sistema hidroponía(970) Gs y la variedad INIA 309 - Serranita: convencional (975) cm; en el sistema aeroponía (3830) Gs; en el sistema hidroaerponía (1190) Gs; y en el sistema hidroponía(790) Gs, esto nos demuestra que la variedad Yungay es lo mejor en cuanto a la producción.

Palabras claves

- a. Tubérculos.** Es un tallo subterráneo del subsuelo modificado y engrosado donde se acumulan los nutrientes de reserva para la planta.
- b. Variedad.** Población de plantas de una misma especie que tienen una constitución genética común y homogeneidad citológica, fisiológica y morfológica y otros caracteres comunes.
- c. Sistema.** Sistema es un todo organizado y complejo cuyos componentes se relacionan con al menos algún otro componente.

Abstrac

The objective of this study was to determine the production of seed pre-two basic varieties of potato (*Solanum tuberosum L.*) in conditions of hydroponics, aeroponia and hydro-aeroponia, in the greenhouse of the Agricultural Experimental Station Santa Ana - Huancayo; parameters were evaluated, plant height, number of tubers and weight of tubers per plant of the varieties of INIA_309 La serranita and Yungay. The results obtained at cms, show the best height of the variety INIA 309 -serranita in the conventional (667) cm; in the Aeroponia system (727) cm; in the Hidroaeroponia system (551) cm; and in the hydroponics system (640) cm. That the variety in the Yungay four production systems by obtaining the total height in the conventional (646) cm; in the aeroponia system (599) cm; in the hidroaeroponia system (493) cm; and in the hydroponics system (558) cm. In terms of the number of tubers is the variety that most stood out is the variety Yungay as are in the conventional systems (145) tubers; in the Aeroponia system (736) tubers; on the system and in the hydroponics system (170) and tuberculous variety INIA 309 -serranita produced in the conventional (125) tubers; in the system Aeroponia produced (509) tubers; In the system Hidroaeroponia produced (156) tubers; and in the hydroponics system produced (133); but as shown the results the variety INIA309 - serranita produced more numbers of tubers in Hidroaeroponia system that the variety Yungay (114) tubers total systems on both in what is the total weight in Gs of tubers by systems is the variety Yungay, which best result: conventional (1410) GS; in the system aeroponia (6322) GS; In the system hidroaeroponia (1349) GS; and in the hydroponics system (970) Gs; and the variety INIA_309 La serranita: conventional (975) cm; in the system aeroponia (3830) GS; in the system hidroaeroponia (1190) GS; and in the hydroponics system (790) Gs, this shows us that the variety Yungay is the very best in terms of production.

Key words

- a. Tuber. It is an underground stem of the modified and thickened basement where accumulate reserve for plant nutrients.
- b. Variety. Population of plants of the same species that have a common genetic constitution and cytological, physiological and morphological uniformity and other common characters.
- c. System. is an organized and complex whose components are related to at least some other component

Introducción

La producción mundial de papa ha crecido en los últimos 7 años. En el año 2005 fue de 320 millones de toneladas, reflejando tendencias diferentes de la producción y utilización de la papa en los países desarrollados y en desarrollo. La producción de papa está creciendo muy poco en los primeros, especialmente en Europa, mientras que en los países en desarrollo está aumentando y representa el 35% de la producción mundial. En los últimos siete años, la producción creció 3,3% en el promedio anual, su consumo per cápita 8,9%, el área sembrada y sus rendimientos en 2,6%, respectivamente. De acuerdo con un estudio realizado por la consultora Maximixe, la producción peruana de papa y su consumo ha aumentado a un ritmo estable en los últimos siete años; entre el 2004 y 2011, la producción del tubérculo pasó de 3,01 millones de TM a 4,01 millones de TM, lo que significó un crecimiento 3,3% en el promedio anual, mientras que el consumo per cápita creció de 67 kg. 83 kg. (8,9% de incremento). En este mismo periodo, la superficie sembrada pasó de 271,9 mil has a 317,9 mil has, equivalente a un crecimiento anual de 2,6%, lo que trajo como consecuencia que el rendimiento promedio subiera de 14,5 Tm/ha a 17,8 Tm/ha (2,6% de incremento). La producción en invernadero de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) se realizó con el propósito de obtener semilla libre de enfermedades, que muestre todo su potencial de producción en campo, tanto para semilla, como para la producción comercial de este tubérculo, por ello se requieren tubérculos para así lograr el establecimiento adecuado del cultivo y la mayor productividad del mismo. La semilla de papa de mejor calidad es la pre básica (cumple los máximos requisitos de calidad), la cual se obtiene en invernaderos. Luego esta semilla se multiplica y se obtienen las semillas básica, registrada y certificada y autorizada las cuales deben pasar por un sistema formal de certificación.

Materiales y métodos

La producción de la semilla pre básica de papa es muy caro en el Perú y en toda la región andina es por eso la adquisición de dicha semilla no es posible por los pequeños

productores de la papa del Perú por lo tanto la producción es muy bajo por la alta contaminación de la semilla y semilla degeneradas, siembra tradicional arrojando en los últimos 10 años es de 7 a 10 Tm/Ha. Y en los últimos años ha aumentado considerablemente gracias a la producción de diferentes sistemas como es la aeroponía ha aumentado la producción 12.5 Tm/ha. Por la disminución de los precios de la semilla pre básica

El presente trabajo de investigación tuvo como hipótesis:

Ho. No existe diferencias en la producción de semilla pre básica de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) En condiciones de hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía, el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

Ha. Existe diferencias en la producción de semilla pre básica de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) En condiciones de hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía, el invernadero de la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo.

El presente experimento fue conducido en la Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo a una altitud 3 296 msnm, latitud sur 12° 00' 00" y longitud Oeste 75° 15' 05" del Meridiano de Greenwich en un ambiente propicio para la propagación de tuberculillos o semilla pre básica como es el invernadero y personal capacitado para dicha actividad. Las plántulas in vitro utilizados en el presente ensayo fueron adquiridos del laboratorio de la Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo todo el campo experimental se cosecho a los 120 días después del trasplante que es el periodo vegetativo más corto de la variedad INIA 309 - Serranita. Las cosechas se realizaron de la siguiente manera en cada uno de los sistemas y variedades: en la INIA 309 - Serranita y Yungay los sistemas convencional, hidroponía, hidroaeroponía y aeroponía la cosecha ha sido a los 130 días que es el periodo vegetativo de la variedad INIA 309 - Serranita en el sistema tradicional pero en el sistema aeroponía se alarga el periodo vegetativo y se realizan cosechas paulatinas siendo la primera cosecha a los 90 días en ambas variedades por que alcanzan el tamaño adecuado en ambas variedades de 4 a 5 cm, y prolongándose las siguientes cosechas cada 15 días y la última cosecha no se tomó los datos no se tomaron en

consideración al estudio al periodo vegetativo de la cosecha, y en cuanto a la variedad Yungay el periodo vegetativo llega en este sistema hasta los 220 días llegando hasta 05 cosechas. Los tuberculillos después de la cosecha se llevaron al laboratorio de dicha institución para sus respectivas evaluaciones, almacenamiento y reportes a dicha institución.

Resultados

a. Altura de planta

Cuadro N° 1. Análisis de Varianza de la altura de plantas (cm) de dos variedades de papa reducidos en cuatro sistemas de producción ($\alpha = 0.01$).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
Variedad	1	1044.01	1044.01	0.2825	3.987.01	**
Sistema	3	2567.24	855.746	5.6249	2.744.07	**
VxS	3	301.638	100.546	95335	2.744.07	NS
ERROR	72	3706.1	51.4736			
TOTAL	779	7618.99				

En el Cuadro N° 1. Se presenta el Análisis de Varianza de la altura de plantas de dos variedades de papa conducido en cuatro sistemas de producción, en el cual se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas para la interacción de variedades versus sistemas. Por otro lado, existen diferencias altamente significativas en la altura de plantas por efecto de las variedades y del mismo modo existe diferencias altamente significativas en la altura de plantas por efecto de los sistemas de producción de semilla de papa.

Cuadro N° 2. Prueba de Duncan para el factor sistemas

Tratamiento	Sistema	Promedio	Significación
Aeroponía	S2	66.3	a
Convencional	S1	65.65	a
Hidroaeroponía	S4	59.90	a
Hidroponía	S3	52.20	b
	Promedio General	61.01	

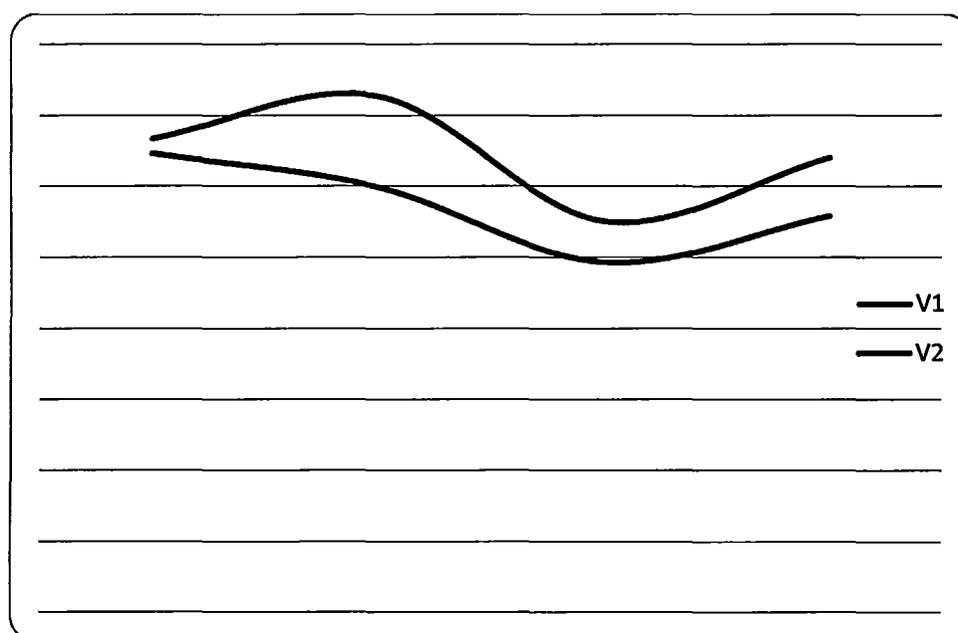
Las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay no muestran diferencias significativas de altura de plantas cuando se desarrollan en los sistemas de aeroponía, convencional e hidroaeroponía. Contrariamente, las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay si muestran diferencias cuando se desarrollan en hidroponía.

Cuadro N° 3. Prueba de Duncan para el factor variedades:

Tratamiento	Variedad	Promedio	Significación
INIA 309 – Serranita	V1	64.63	a
Yungay	V2	57.4	b
	Promedio General	61.01	

En cualquiera de los sistemas de producción la variedad INIA 309 - Serranita muestra diferencias significativas de altura de plantas respecto a la variedad Yungay.

Gráfico N° 1. Interacción de variedades versus sistemas de producción de la altura de plantas



En el Gráfico N° 1. Se puede visualizar que no existe interacción entre las variedades de papa y los sistemas de producción para la altura de plantas.

b. Número de tubérculos por planta

Cuadro N° 4. Análisis de varianza del número de tubérculos de dos variedades de papa producidos en cuatro sistemas de producción ($\alpha = 0.01$).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
V	1	732.05	732.05	9.24824537	3.98 7.01	**
S	3	34884.9	11628.3	146.904408	2.74 4.07	**
VS	3	2021.05	673.683333	8.51087872	2.74 4.07	**
ERROR	72	5699.2	79.1555556			
TOTAL	79	43337.2				

En el Cuadro N°4. Se muestra el análisis de varianza del número de tubérculos de dos variedades de papa producido en cuatro sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias altamente significativas para la interacción de variedades de papa versus sistemas de producción. Por lo tanto, requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor.

Cuadro N° 5. Prueba de Duncan para el factor Sistemas

Tratamiento	Sistema	Promedio	Significación
Aeroponía	S2	62,25	A
Convencional	S1	13,58	B
Hidro_aeroponía	S4	13,5	B
Hidroponía	S3	15,15	B
	Promedio General	26,11	

Las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay no muestran diferencias significativas en número de tubérculos en el sistema aeroponía. Contrariamente, las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay si muestran diferencias en cuanto el número de tubérculos en los sistema de convencional, hidroaeroponía e hidroponía.

Cuadro N° 6. Prueba de Duncan para el factor Variedades:

Tratamiento	variedad	Promedio	Significación
INIA 309 – Serranita	V1	23,08	a
Yungay	V2	29,13	b
	Promedio General	26,11	

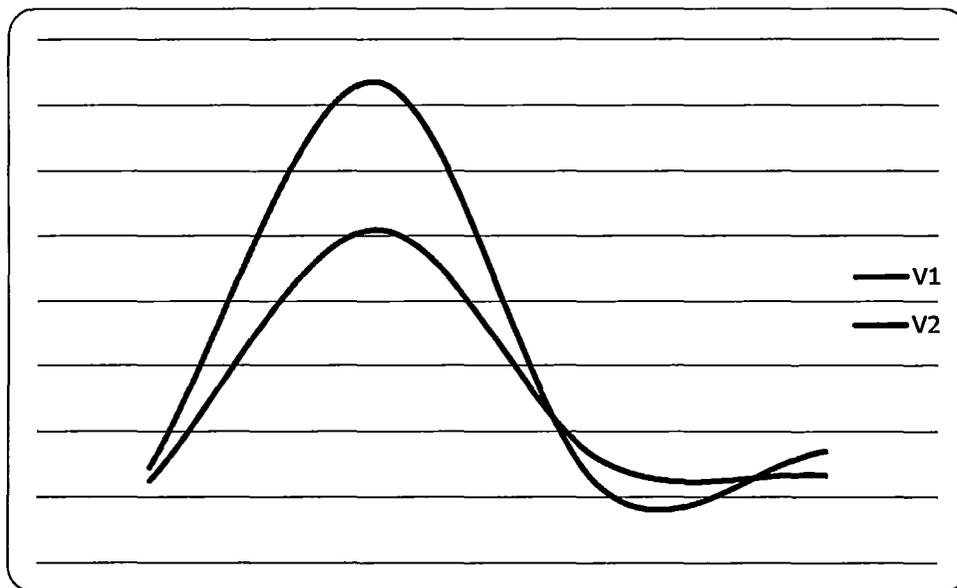
En cualquiera de los sistemas de producción la variedad INIA 309 - Serranita muestra diferencias significativas en número de tubérculos respecto a la variedad Yungay.

Cuadro N° 7. Análisis de varianza de efectos simples

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
V en S1	1	20	20	0.25266704	3.98 7.01	NS
V en S2	1	2576.45	2576.45	32.5491999	3.98 7.01	**
V en S3	1	88.2	88.2	1.11426165	3.98 7.01	NS
V en S4	1	68.45	68.45	0.86475295	3.98 7.01	NS
S en V1	3	10374.875	3458.29167	43.6898161	2.74 4.07	**
S en V2	3	26531.075	8843.69167	111.72547	2.74 4.07	**
Error	72	5699.2	79.1555556			

Estos resultados indican que las variedades tienen diferencias altamente significativas en número de tubérculos, solo cuando se produce en el sistema aeropónico (S2), los niveles del factor sistema tienen diferencias altamente significativas cuando se combinan con las variedades.

Gráfico N° 2. Interacción de variedades versus sistemas de producción del número de tubérculos por planta



En el Gráfico N° 2. Se puede visualizar que existe interacción entre las variedades de papa y los sistemas de producción para el número de tubérculos.

c. Peso de tubérculos

Cuadro N° 8. Peso de tubérculos (g) por planta

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
V	1	137034.013	137034.013	10.8245694	3.98 7.01	**
S	3	2364197.24	788065.746	62.250767	2.74 4.07	**
VS	3	186631.238	62210.4125	4.91411524	2.74 4.07	**
ERROR	72	911486.5	12659.5347			
TOTAL	79	3599348.99				

En el Cuadro N° 8. Se muestra el análisis de varianza del peso de tubérculos de dos variedades de papa producido en cuatro sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias altamente significativas para la interacción de variedades de papa versus sistemas de producción. Por lo tanto requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor.

Cuadro N°9. Prueba de Duncan para el factor Sistemas

Tratamiento	Sistema	Promedio	Significación
Aeroponía	S2	507,6	a
Convencional	S1	119,25	a
Hidroaeroponía	S4	88	b
Hidroponía	S3	129,2	a
	Promedio General	211,02	

Las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay no muestran diferencias significativas en peso de tubérculos en el sistema aeroponía, convencional e hidroponía. Contrariamente, las variedades INIA 309 - Serranita y Yungay si muestran diferencias en cuanto el peso de tubérculos en los sistema hidro-aeroponía.

Cuadro N° 10. Prueba de Duncan para el factor Variedades:

Tratamiento	variedad	Promedio	Significación
INIA 309 – Serranita	V1	169,63	a
Yungay	V2	252,4	b
	Promedio General	211,02	

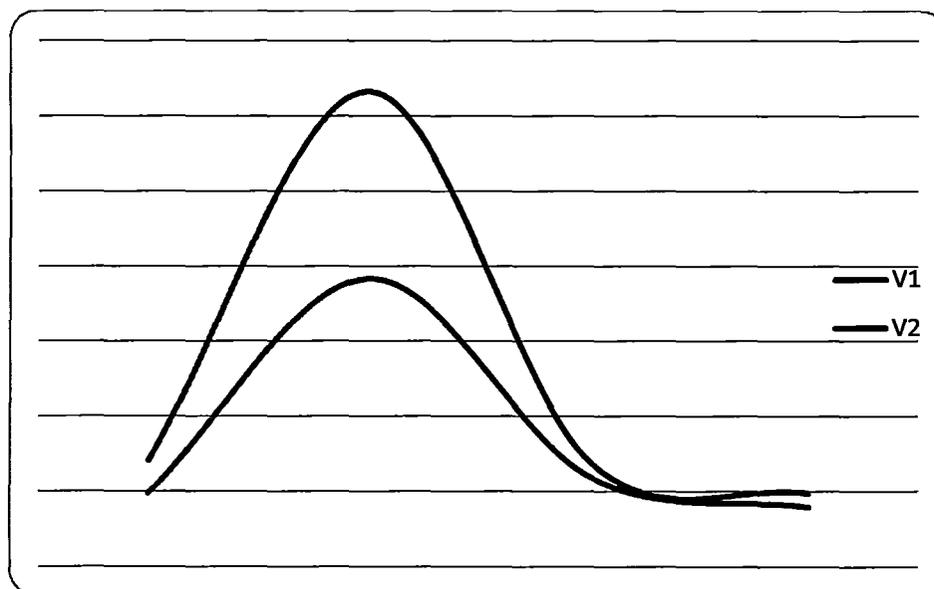
En cualquiera de los sistemas de producción la variedad INIA 309 - Serranita muestra diferencias significativas en peso de tubérculos respecto a la variedad Yungay.

Cuadro N° 11. Análisis de varianza de efectos simples

	GL	SC	CM	FC	FT		SIG.
SCVS1	1	9461.25	9461.25	0.74736159	3.98	7.01	NS
SCVS2	1	310503.2	310503.2	24.5272205	3.98	7.01	**
SCVS3	1	2080.8	2080.8	0.16436623	3.98	7.01	NS
SCVS4	1	1620	1620	0.12796679	3.98	7.01	NS
SCSV1	3	615066.875	205022.292	16.195089	2.74	4.07	**
SCSV2	3	1935761.6	645253.867	50.9697932	2.74	4.07	**
ERROR	72	911486.5	12659.5347				

Estos resultados indican que las variedades tienen diferencias altamente significativas en rendimiento de tubérculos por planta, sólo cuando se produce en el sistema aerónico (S2), los niveles del factor sistema tienen diferencias altamente significativas cuando se combinan con las variedades.

Gráfico N° 3. Interacción de variedades versus sistemas de producción del peso de tubérculos por planta



En el Gráfico N° 3. Se puede visualizar que existe interacción entre las variedades de papa y los sistemas de producción para el peso de tubérculos.

Discusión.

En el estudio realizado en la Estación Experimental Santa Ana - INIA – Huancayo de los 40 plantas de papa los resultados que se adquirieron son:

En el Cuadro N° 1. Se presenta el análisis de varianza de la altura de plantas de dos variedades de papa conducido en cuatro sistemas de producción, en el cual se puede observar que no existen diferencias estadísticas significativas para la interacción de variedades versus sistemas. Por otro lado, existen diferencias altamente significativas en la altura de plantas por efecto de las variedades y del mismo modo existe diferencias altamente significativas en la altura de plantas por efecto de los sistemas de producción de semilla de papa; coincide con lo mencionado con **(Torres 2010)**; en el análisis de varianza de la altura de planta de dos variedades de papa conducidos en cuatro sistemas no existe las diferencias significativas para la interacción de variedades versus sistemas y por otro lado existe diferencias altamente significativas en la altura de planta por efecto de los sistemas debido a las características genéticas como son los genotipos y fenotipos,

En el Cuadro N° 4. Se muestra el análisis de varianza del número de tubérculos de dos variedades de papa producido en cuatro sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias altamente significativas para la interacción de variedades de papa versus sistemas de producción. Por lo tanto, requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor; periódicamente coincide con lo mencionado por **(Otazu 2009)**; La alta diferencia significativa en el número de tubérculos de dos variedades de papa producidos en los cuatro sistemas es debido a las características genéticas como son los genotipos y fenotipos.

En el Cuadro N° 6. Se muestra el análisis de varianza del peso de tubérculos de dos variedades de papa producido en cuatro sistemas de producción, del cual se desprende que existen diferencias altamente significativas para la interacción de variedades de papa versus sistemas de producción. Por lo tanto, requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones del comportamiento de los niveles en consideración al otro factor;

periódicamente coincide con lo mencionado con **(Otazu y Chuquillanqui 2007)**; la altamente diferencia significativa en el peso de tubérculos de dos variedades de papa producidos en los cuatro sistemas es debido a las características genéticas como son los genotipos y fenotipos.

Conclusiones.

Están hechas en base a los resultados obtenidos, la discusión efectuada y bajo las condiciones en la que se realizó el presente experimento, se concluye:

- A través del cultivo sin suelo no solamente es posible cultivar hortalizas de hoja (lechuga, albahaca, apio, acelga, etc.) y de fruto (tomate, pimiento, pepinillo, fresa, etc.) sino también raíces (camote, zanahoria, etc.) y tubérculos como la papa.
- Durante el crecimiento vegetativo de la papa, la variedad INIA 309 – Serranita es la que más desarrolló a comparación de la variedad Yungay.
- En tanto en el número de tubérculos que más produjo es la variedad INIA 309 – Serranita en comparación a la variedad Yungay.
- Los mayores rendimientos se obtuvieron con la variedad INIA 309 – Serranita que la variedad Yungay.

Referencia Bibliográfica

CIP. (1997). Informe Técnico Anual 1996 -1997 del Proyecto PROMESPA "Proyecto para el Mejoramiento y Semilla de Papa". Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú.

CHUQUILLANQUI, C.; Tenorio, J. (2007). Producción de semilla de papa por hidroponía. En: Alternativas al uso de bromuro de metilo en la producción de semilla de papa de calidad. Centro Internacional de la Papa, Lima Perú.

DE CASTRO y VALLE. (2001). Análisis prospectivo de cadenas productivas agropecuarias. Taller, Puno Perú.

EZETA, F.; SCHEIDEGGER, U.C.(1985). Semilla básica: Un nuevo programa de producción y distribución de semilla para el Perú. CIP.

FRANCO, E. (1994). Catálogo de semilla Básica de Papa en el Perú. SEINPA INIA – CIP – COTESU.

GRACE, B. (1985). El clima del altiplano del departamento de Puno - Perú. Ed. ACDI. Convenio.

HIDALGO, O.A. (1989). Progresos en la producción de tuberculosa-semillas en Latinoamérica. Revista Lat. De la Papa, Bogotá Colombia.

HORNA, D. (2004). Evaluación de cuatro soluciones nutritivas en la producción de tubérculos semilla categoría pre básica con dos cultivares de papa en un manejo hidropónico. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

LANDEO et,al.,(1990).Programa Mejoramiento Genético del Centro Internacional de la Papa (CIP).

OTAZU, V y CHUQUILLANQUI, C. (2007). Producción de semilla de papa de calidad por aeroponía. En: Alternativas al uso de bromuro de metilo en la producción de semilla de papa de calidad. Centro Internacional de la Papa, Huancayo Perú

OTAZÚ V. (2009). Manual de producción de semilla de papa de calidad usando Aeroponía. Centro Internacional de la Papa, Lima Perú.

OCHOA, C.M. (2003) Las Papas del Perú: base de datos 1947–1997. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú.

ORTEGA, D.R. (1989).La Papa: Alimento Andino a Preservar. En: Ecología y Recursos Naturales. Rev. Regional Sur Andina. XI 0 XII, Na23, Cusco Perú.

PAREDES *et al.*, (2004). Producción de semilla pre básica de papa en la estación experimental Santa Catalina – INIAP, Ecuador.

RODRÍGUEZ DELFÍN, A. y FERNÁNDEZ, E. (1997). Cultivo de raíces y tuberosas. En Hidroponía: una Santa Ana Investigador de Programa Nacional de papa – INIA Santa Ana Huancayo, Lima Perú.

TORRES MAYTA, Rafael V. (2010).“Programa nacional de papa” Investigador del Programa Nacional de Papa INIA Santa Ana – Huancayo Perú.

UNALAM (1970).Mejoramiento genético Universidad Nacional Agraria la Molina Lima Perú.

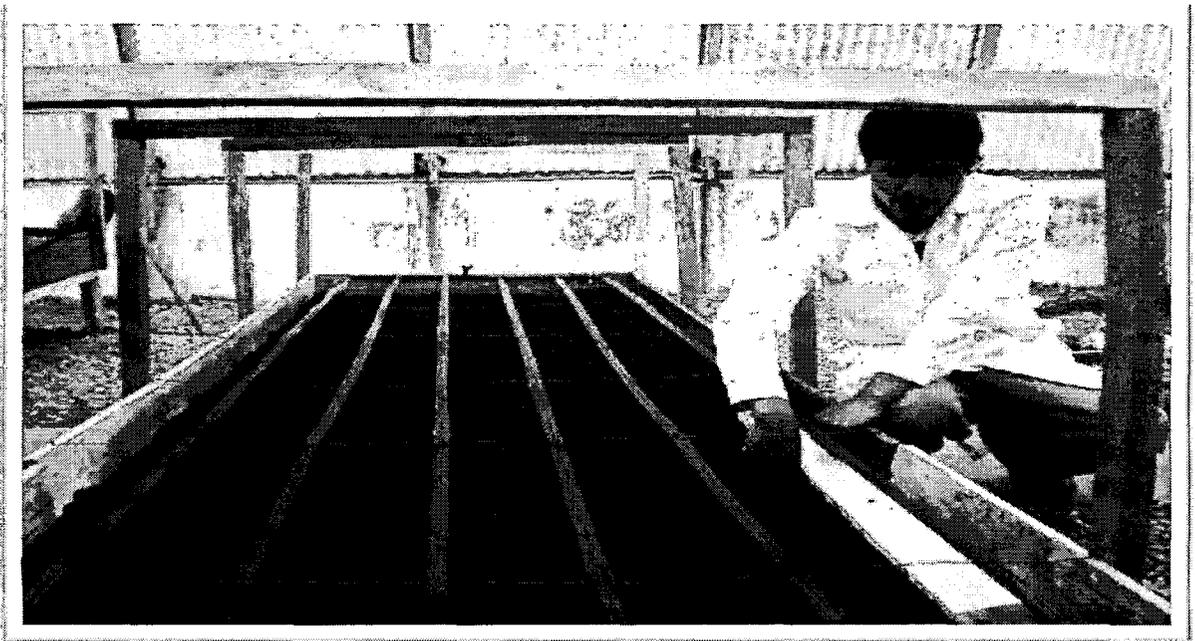
Anexos

Testimonio fotográfico para el subsistema clásico.



Fotografía N°01.Mescla y picado del sustrato para trasplantar plantulas in vitro en el sistema clasico.

Fotografía N° 02.Instalacion de sinta de gotero para el sistema clasico

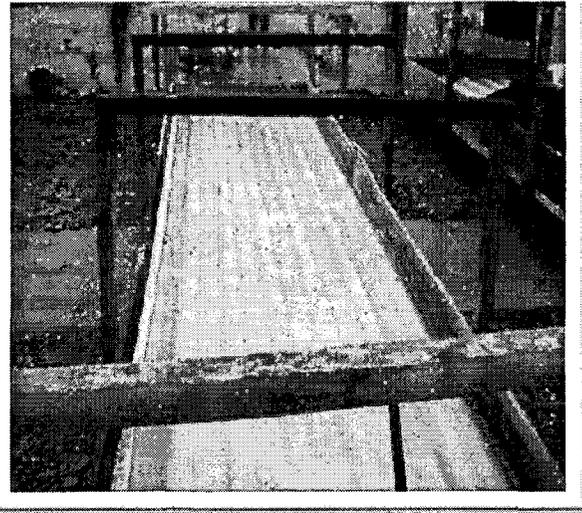


Fotografía N° 03.Diseño de unificacion de plantulas invitro para el sistema clasico.

Testimonio fotográfico para los subsistemas hidroponía y hidroaerponía.

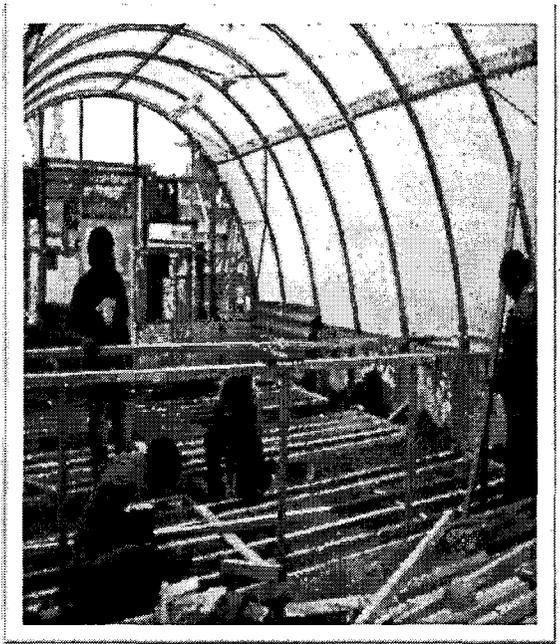


Fotografía N° 04. Construcción de camas para para la instalación del plantulas invitro en el sistema hidroponico.



Fotografía N° 05. Muestra del sistema hidro_aeropónico para trasplante de las plantulas in vitro.

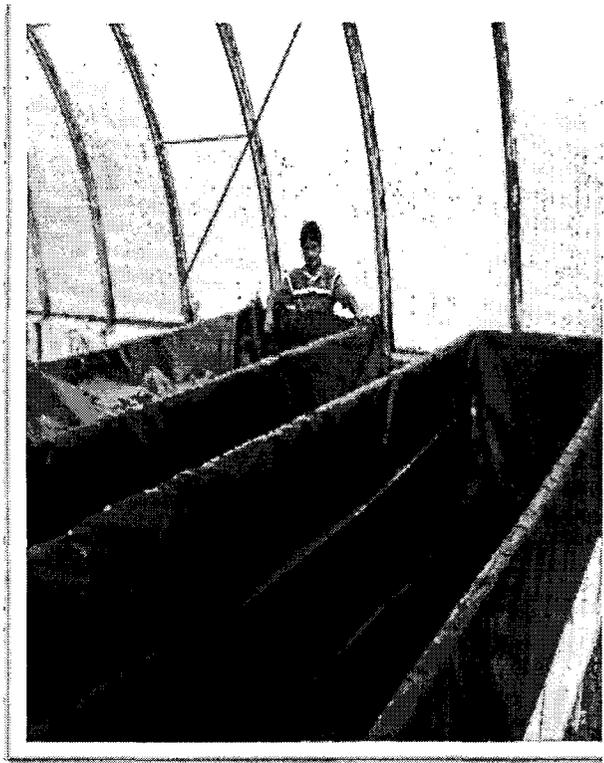
Testimonio fotográfico para el subsistema aeroponía.



Fotografía N° 06. Construcción de cama para la instalación de plantulas in vitro en el sistema aeropónico.



Fotografía N° 07. Recubrimiento de las camas del sistema aeroponico con tecno para instalación de las plantulas in vitro.



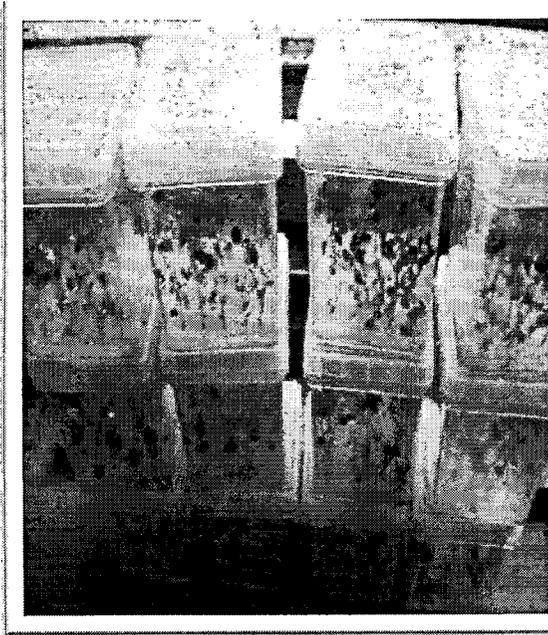
Fotografía N° 08.Recubrimiento con plastico polieteleno a las camas del sistema aeropónico.



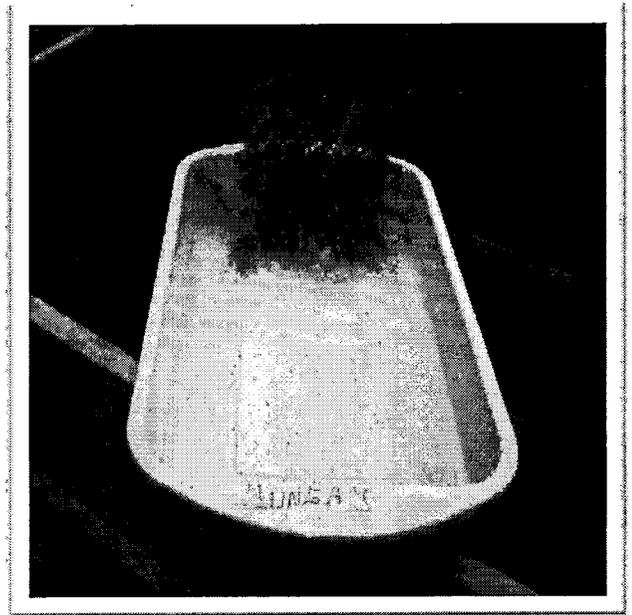
Fotografía N° 10.Tapa o soporte de las plantas in vitro del sistema aeroponico



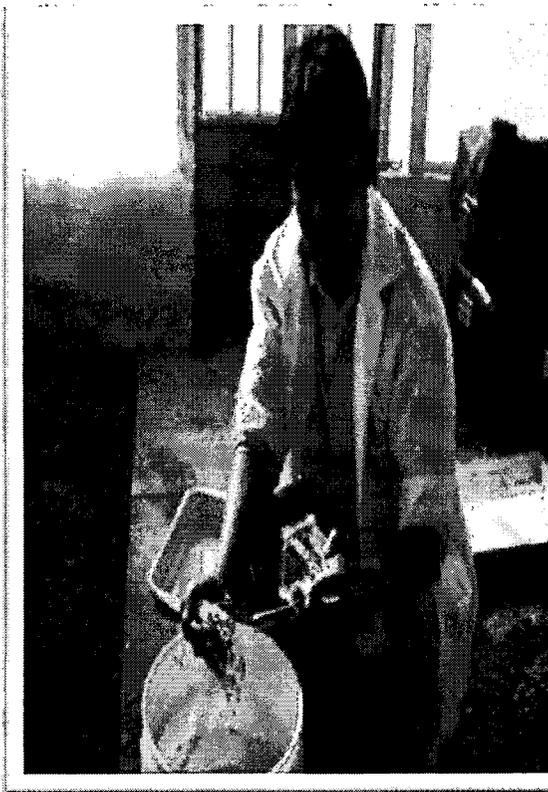
Fotografía N°11.Prueba de los nublizadores en la cama del sistema aeropónico.



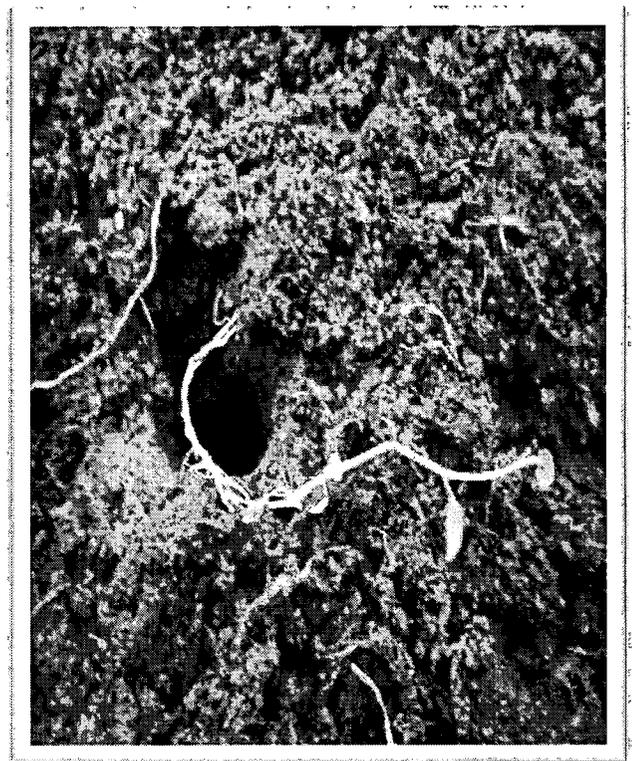
Fotografía N 12.Adquisición y adaptación de plántulas in vitro en el invernadero para los diferentes sistemas.



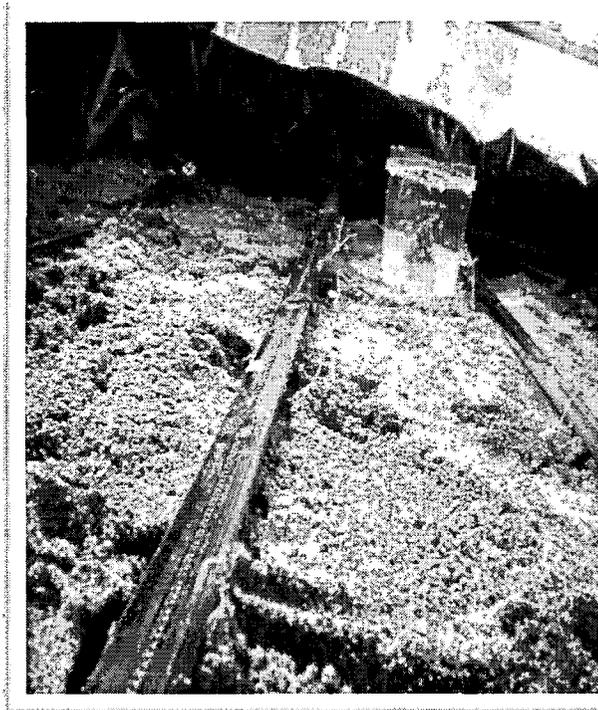
Fotografía N°14.Adaptación de las plántulas i vitro en agua después del lavado para la instalación en el sistema clásico, arenopónico y arenoaeropóni.



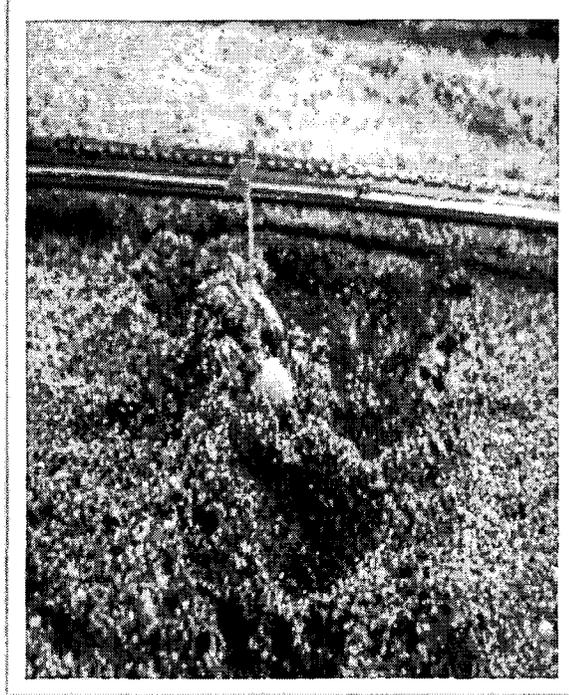
Fotografía N° 13.Lavado del agar de las plántulas in vitro para su aclimatación para los diferentes sistemas.



Fotografía N15 .Trasplante de las plántulas in vitro en el sistema clásico después de aclimatar en el agua.



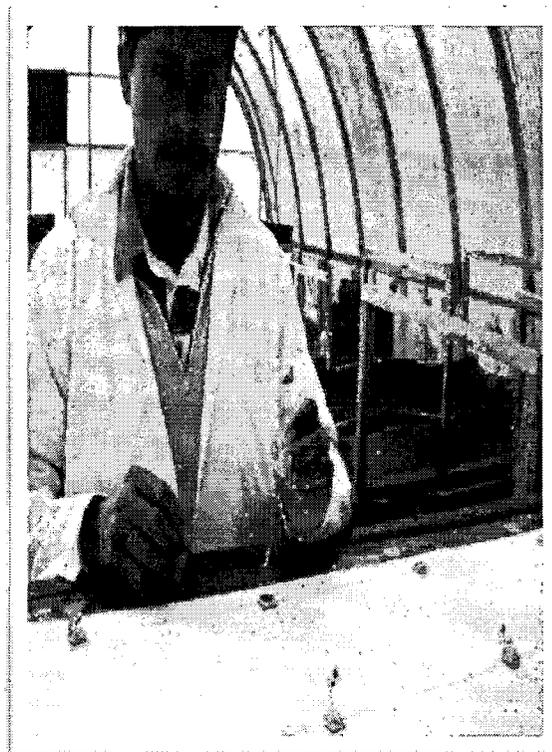
Fotografía N° 16. Trasplante de las plántulas in vitro en el sistema areno_aerónico.



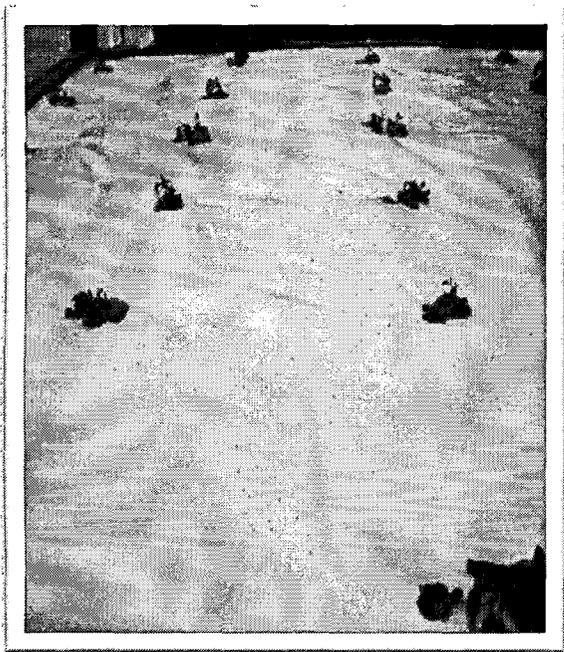
Fotografía N° 17. Plántula in vitro después de 10 días del trasplante en el sistema hidropónico.



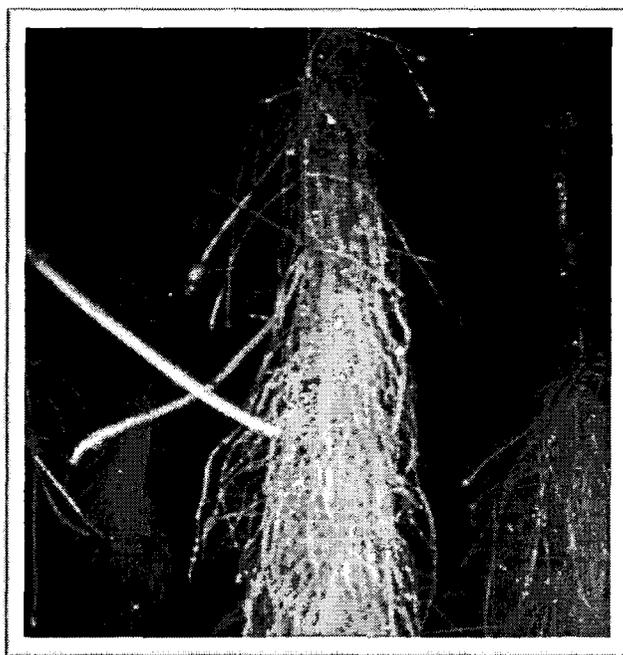
Fotografía N° 18. Enraizamiento de las plántulas in vitro en arena para la instalación en el sistema aerónico.



Fotografía N° 19. Trasplante de las plántulas in vitro en el sistema aerónico.



Fotografía N° 20.Problemas con el sistema aeropónico por el corte de la energía eléctrica.



Fotografía N°21.Cabellera radicular en el sistema aeropónico.



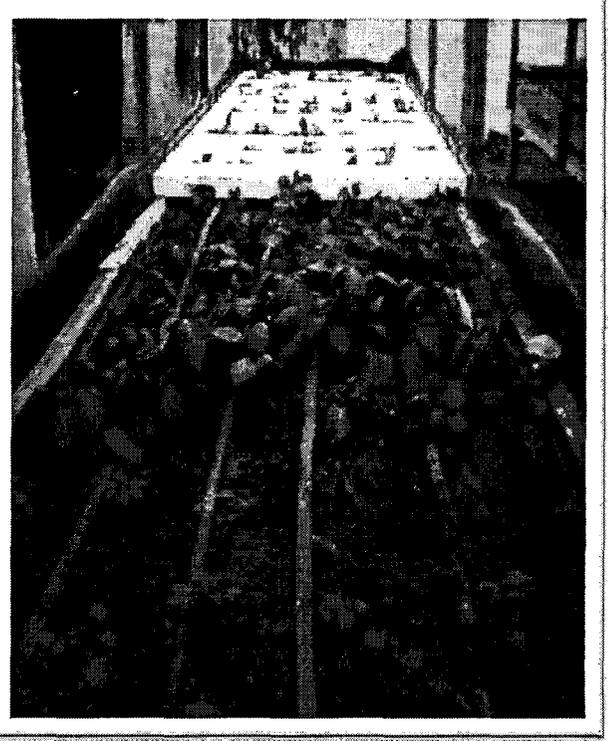
Fotografía N°22.Tapado o recubrimiento de la base de la planta para que no entre la luz en el sistema aeropónico.



Fotografía N° 23.Tuberización en el sistema aeropónico.



Fotografía N° 24.Segunda cosecha en el sistema aeropónico.



Fotografía N° 26.Aporque con tecno port de las plántulas en el sistema hidroaeropónica



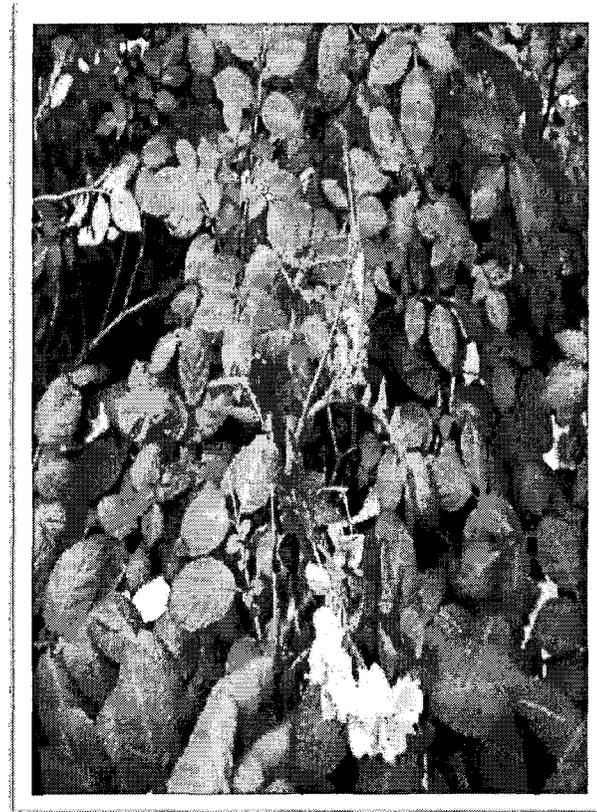
Fotografía N° 25.Plántulas en desarrollo en el sistema hidropónico y el sistema clásico.



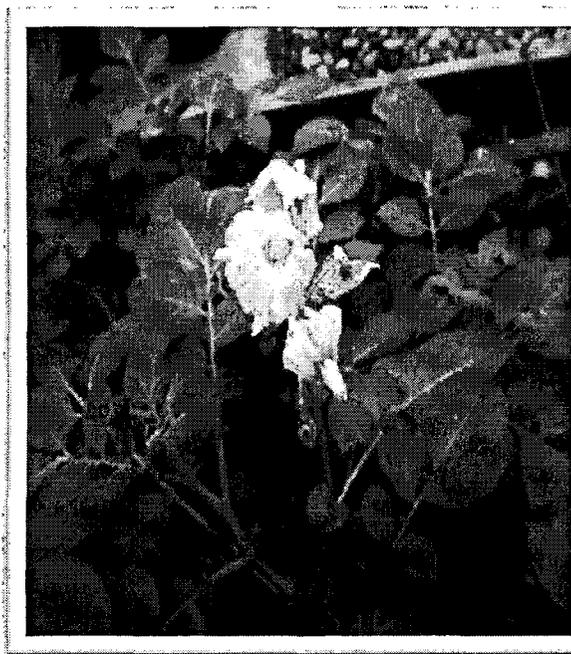
Fotografía N° 27.Recubrimientos con plástico negro al tecno port en el sistema hidroaeropónica para oscurecer y la formación de tuberculillos.



Fotografía N° 28. Problemas de formación de tuberculillos en el sistema hidroaeropónica por falta de oscurecimiento.



Fotografía N° 30. Plantas en estado de floración en el sistema hidroaeropónica.



Fotografía N° 29. Plantas en estado de floración en el sistema clásico.



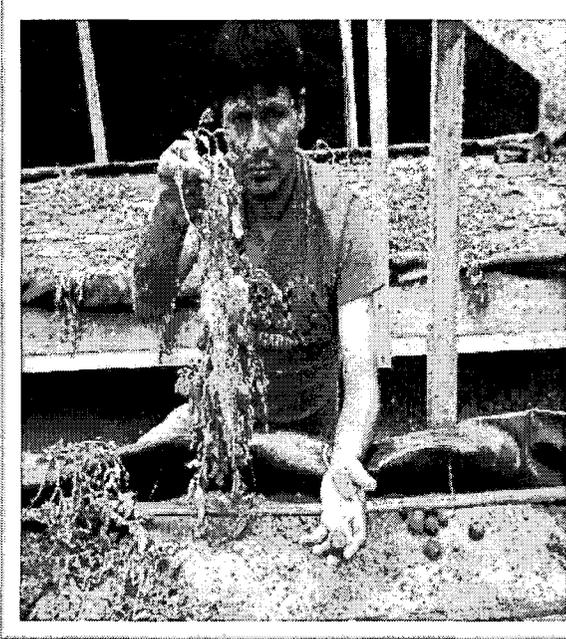
Fotografía N° 31. Estado de madures de las plantas en el sistema hidropónica e hidroaeropónica.



Fotografía N° 32.Cosecha de los tuberculillos de la variedad INIA 309-Serranita y Yungay en el sistema clásico.



Fotografía N° 33.Cosecha de los tuberculillos de la variedad Yungay en el sistema clásico.



Fotografía N° 34.Cosecha de tuberculillos de la variedad INIA 309-serranita en el sistema Hidroponía.



Fotografía N° 35.Cosecha de los tuberculillos de la variedad INIA 309-serranita en el sistema hidroaeropónia.

Cuadros

Cuadro N°: 01 altura de planta en cm de las variedades de INIA 309 - Serranita y de la variedad Yungay.

V1				V2			
	S2	S3	S4		S2	S3	S4
58	65	48	53	53	63	45	48
55	72	45	58	59	65	52	50
64	63	48	63	65	60	50	45
63	61	50	63	56	60	48	52
67	78	52	59	62	59	51	57
75	67	59	62	70	63	59	65
80	70	57	70	75	63	49	63
67	94	68	75	69	57	48	63
75	74	60	68	65	50	46	65
63	83	64	69	72	59	45	50
667	727	551	640	646	599	493	558

Fuente elaboración propia (2013).

V1: Variedades INIA 309 - Serranita

V2: Variedades Yungay

S: Sistemas

Cuadro N°: 02 números de tubérculo por planta de la variedad INIA 309 - Serranita y de la variedad Yungay.

V1				V2			
	S2	S3	S4		S2	S3	S4
16	52	21	11	13	61	9	15
12	78	19	10	11	83	10	21
12	40	12	13	10	64	10	20
10	53	15	11	17	42	14	16
10	52	16	10	18	86	9	16
19	61	21	15	13	102	15	20
13	37	15	21	14	91	8	15
11	41	10	13	19	48	10	10
10	43	12	15	12	95	14	16
12	52	15	14	18	64	15	21
125	509	156	133	145	736	114	170

Fuente elaboración propia (2013).

V1: Variedades INIA 309 - Serranita

V2: Variedades Yungay

S: Sistemas

Cuadro N°: 03 Peso de tuberculoso planta en gr de la variedad INIA 309 - Serranita y de la variedad Yungay.

V1				V2			
	S2	S3	S4		S2	S3	S4
100	519	100	50	160	588	108	80
50	596	50	60	50	620	50	50
60	317	60	60	100	846	98	300
50	182	100	50	120	877	201	200
150	395	180	200	200	797	211	60
215	358	200	160	130	406	143	40
110	378	210	60	210	970	200	50
80	534	50	40	160	456	154	60
100	321	60	50	130	164	129	80
60	230	180	60	150	598	100	50
975	3830	1190	790	1410	6322	1394	970

Fuente elaboración propia (2 013).

V1: Variedades INIA 309 - Serranita

V2: Variedades Yungay

S: Sistemas.