

INSTITUTO TECNOLÓGICO BERTO NICOLI
CARRERA AGROPECUARIA



Hacia una educación superior de calidad...

**PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE
PAPA POR SISTEMA AEROPONICO**

Proyecto de grado para optar el
Título de Técnico Superior en
Agropecuaria

Postulante: Maide Sanchez Miranda
Tutor: Ing. Oscar Peredo Balderrama

Cochabamba – Bolivia
Diciembre-2019

TRIBUNAL EXAMINADOR

Tribunal

Tribunal

Tribunal

Ing. Claudio A. Vazquez Salinas
Responsable de Carrera

Lic. Lenny R. Tapia Vidal
Directora Académica

Lic. Edwin A. Olmos Rojas
Rector

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres Jhovana miranda y Lambert sanchez y hermanos Jose v. Cristian., N.Leónidas y hermana Brenely por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Agradecimiento

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primero a Dios ya que sin la bendición y su amor todo hubiera sido un total fracaso, amigos, amigas del instituto Tecnológico Berto Nicoli a mis docentes, también para mi docente Ing. Óscar Peredo B. que gracias a su conocimiento y ayuda pude concluir con éxito, a mi madre y mi padre y mis hermanos, que estuvieron todos los días presentes y apoyándome para que nada salga mal y todo este bien. He concluido etapas muy importantes en mi vida y estoy a punto de comenzar una nueva, la que tendré que afrontar con madurez y sinceridad.

Resumen

El producir semilla de papa a partir de brotes en sistema aeropónico es una técnica rápida de reproducir o propagar semilla de papa libre de enfermedades a corto, relativamente económico, puede producir; los primeros tubérculos a partir de 70 días. Cada planta puede producir entre 32 a 51 tubérculos/plantas de 1kg de tuberculillos en 4 generaciones puede alcanzar para siembra 1ha.

En lo cual el presente documento se propone a la producción de la semilla de papa pre-básicas en sistema aeropónico en el municipio de Sacaba mejorando el rendimiento y mejorando su calidad de semilla de esta manera los productores optaran a usar semilla certificada para reducción de costos también controlando las enfermedades y plagas que existen en su mayoría de los agricultores.

Esta propuesta se realizó en SACABA en la zona de CHIMBOCO lo cual dio buenos resultados para el rápido desarrollo radicular de las semillas se utilizó nutrientes de semilla de papa bajo un invernadero también los resultados funcionan a campo libre este sistema ayudara a que los pequeños agricultores tengan más conocimiento técnico para así tener mejores resultados.

ÍNDICE

INTRODUCCION

CAPITULO 1.....	1
1.1 tema:.....	1
1.2 Diagnóstico y justificación	2
1.2.1 Diagnostico	2
1.2.2. Justificación.....	2
1.2.2.1. Importancia de la semilla en la producción de papa.....	3
1.3 Planteamiento y formulación del problema técnico tecnológico.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Enfoque metodológico.....	5
CAPITULO II	7
MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	7
2.1. TAXONOMÍA DE LA SEMILA DE PAPA.....	7
2.1.1. Variedad Waycha	7
2.1.2. Especie.....	7
2.2. Descripción	8
2.2.1. Hoja	9
2.2.2. Tallo	9
2.2.3. Tallos aéreos.....	9
2.2.4. Rizomas.....	10
2.2.5. Raíz	10
2.2.6. Brotación	10
2.2.7 Emergencia.....	10
2.2.8.Estolonización	10
2.2.9. Flores.....	11
2.2.10. Fruto y semillas	11
2.2.11. Descripción botánica	12
2.2.12. Semilla certificada en Bolivia.	13

2.2.13. Semilla certificada en Cochabamba	13
2.2.11. Factores que afectan la producción del cultivo	13
2.2.12. Métodos de producción de semilla de papa:	14
2.2.13. Sistemas de producción y multiplicación de semilla pre básica.	15
2.2.14. Multiplicación convencional utilizando plantas libres de virus.....	15
2.2.15. Sistema aeropónico de producción de semilla de papa.....	15
2.2.16. Beneficios de la aeroponía	16
2.2.17. Características de la aeroponía.....	16
2.2.18. Uso de la aeroponía.....	16
2.2.19. Categorización de Semillas	17
2.2.20. Degeneración de la semilla	19
2.2.21. Funcionamiento de la aeroponía.	21
CAPITULO III	26
PROPUESTA DE INNOVACION O SOLUCION DEL PROBLEMA.....	26
Diseño de la aeroponía	26
3.1. Materiales	28
3.2. Utilidades de algunos materiales.....	28
RESULTADOS ESPERADOS.....	31
CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES.....	33
FUENTES DE INFORMACION BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	35

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), especie que pertenece a la familia de las solanáceas, originaria de América del sur y cultivada en todo el mundo por sus tubérculos comestibles es de gran importancia para la alimentación humana, se consume entre 90 a 100 kilogramos por persona al año. En Bolivia la papa es el principal cultivo practicado por la mayoría de los agricultores de la zona andina. En todo el territorio existen al menos como 200 mil hectáreas de sembradío y 33 variedades, en su mayoría de baja capacidad de producción (10 a 15 t/ha). Una tarea en la que están involucradas unas 250 mil familias, aun así no se alcanza para satisfacer la demanda nacional y esto promueve indirectamente el contrabando de la papa.

Los métodos convencionales de agricultura tienen ciertas características físicas ecológicas y sociales las cuales casi han llegado a sus límites debido sobre todo a la proliferación de plagas y enfermedades las cuales diezman la producción considerablemente causando grandes pérdidas para el productor por lo que es necesario y urgente adoptar nuevas técnicas de producción que sean económicamente sustentables en el marco de la conservación de medio ambiente.

El uso de semilla de calidad manejado con criterios técnicos, se constituye en uno de los factores importantes tendientes a revertir la situación descrita. Para la producción de semilla de calidad existen varios métodos, entre los más eficientes actualmente es el método aeropónico que consiste en obtención de tubérculos semilla pre-básica libre de enfermedades a bajo costo sin uso de suelo, es decir en vez de sustrato, se usan nutrientes químicos por nebulización en sistema con tecnología apropiada donde además, se logra conservar el agua y la energía permitiendo de esta manera reducir los insumos por metro cuadrado de superficie de cultivo.

CAPITULO 1

1.1 tema:

PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPA POR EL SISTEMA AEROPONICO.

La aeroponía es una técnica que consiste en cultivar plántulas de papa en cámaras cubiertos con plástico negro especialmente adaptados para la provisión de nutrientes por agua nebulizada (agua – nutrientes). Las raíces crecen en la parte interna de las cámaras, los cuales son nebulizados con soluciones nutritivas en forma frecuente según el requerimiento del cultivo.

Los tubérculos se forman libres de enfermedades, además produciendo de diez veces más perfecto, respecto a las técnicas convencionales.

Los estudios realizados actualmente demostraron que los agricultores de la región, tienen un bajo conocimiento en el buen manejo, y la adquisición de una semilla certificada de calidad, se usa métodos tradicionales para la siembra y selección de la semilla. Teniendo el conocimiento de que el sistema aeropónico es un sistema de cultivo, basado en la sustentación de las raíces de las plántulas en el aire, suministrando agua y nutrientes, mediante un sistema de riego por nebulización y utilizando como soporte de las plantas estructuras de madera, forradas en su interior con plástico negro, para simular las condiciones del suelo y además considerando al tubérculo semilla, un factor fundamental para garantizar la producción y la calidad sanitaria, física, genética y fisiológica de la semilla del cultivo de papa.

Esta técnica al menos en las zonas productivas de papa del municipio de Sacaba no es conocida, la mayoría adquieren un artículo básico de la feria sin considerar su calidad.

Realizado un sondeo entre los productores de papa del municipio de Sacaba y Bolivia en general, se diagnostica que un 85% de los agricultores obtienen rendimientos muy bajos (10 a 15 tn/ha), respecto a estándares de otros países (40 a 45 tn/ha). Las causas son varias como el costo elevado de semilla certificada, técnicos de manejo agroquímico entre

otros por lo que los agricultores deciden utilizar semilla convencional o común de baja calidad con el riesgo de generar plagas y enfermedades. De igual forma el manejo y uso del suelo es completamente coherente de varias técnicas de conservación y rotación de cultivos.

1.2 Diagnóstico y justificación

1.2.1 Diagnostico

Mediante un sistema de riego por nebulización y utilizando como soporte de las plantas estructuras de madera, forradas en su interior con plástico negro, para simular las condiciones del suelo y además considerando al tubérculo semilla, un factor fundamental para garantizar la producción y la calidad sanitaria, física, genética y fisiológica de la semilla del cultivo de papa.

Esta técnica al menos en las zonas productivas de papa del municipio de sacaba no es conocida, la mayoría adquiere de la feria sin considerar su calidad.

Realizado un sondeo entre los productores de papa del municipio de sacaba y Bolivia en general, se diagnostica que un 85% de los agricultores obtienen rendimientos muy bajos (10 a 15 tn/ha), respecto a estándares de otros países (40 a 45 tn/ha), las causas esenciales que afectan a la calidad de la semilla en nuestro medio son varias por otra parte, el alto costo de semilla certificada, los agricultores deciden utilizar semilla convencional o común de baja calidad el cual genera plagas y enfermedades. De igual forma el manejo y uso del suelo es completamente tradicional con mucha diferencia técnica.

1.2.2. Justificación.

El presente proyecto es una alternativa sustentable de producción de semilla de papa puede servir para las áreas que cuentan con poco espacio para cultivo o que cuentan con pocos recursos económicos para ello, por ejemplo existen zonas que no cuentan con agua de riego. Por otro lado mediante este trabajo se proporciona un diseño simple y económico

utilizando materiales tales como tubos de PVC cuerpo, tubos de PVC codos, aspersores, nebulizadores, entre otros.

La necesidad de la implementación surgió de los pequeños productores de papa en las comunidades de PALCA, y municipio de COLOMI, puesto que su consumo y producción es alta pero con muchas enfermedades de por medio en lo cual se dio a conocer la producción de semilla de papa por sistema aeropónico. El uso de este sistema garantiza una producción certificada de semilla de papa que permitirá al agricultor obtener mejores rendimientos.

Las técnicas utilizadas son sencillas, económicas y bastante ventajosas para el beneficio de los agricultores, constituyéndose en actividades económicas productivas sostenibles en el tiempo, en el marco de la conservación de medio ambiente

1.2.2.1. Importancia de la semilla en la producción de papa

Considerando que uno de los métodos más rápidos de propagar semilla de papa es un cultivo que a través de tallos subterráneos o tubérculos, es decir que de este sistema obtendremos mejores resultados y buenos rendimientos.

Una semilla es de calidad cuando cumple con los siguientes parámetros

- Determina en gran medida el rendimiento del cultivo de papa; es el vehículo mediante el cual se diseminan y mantienen variedades mejoradas y nativas; Constituye un insumo estratégico para conservar la soberanía alimentaria y la diversidad genética de un país.
- Sanidad, está libre de plagas y enfermedades
- Adecuado estado físico, no tiene materiales inertes como piedras y tierra y no presenta daños físicos como cortes
- Pureza genética: es de la variedad requerida, sin mezclas de semillas de otras variedades u otras especies.

El paradigma dominante en la actualidad, propone que la degeneración de semilla se maneje casi exclusivamente a partir de la adquisición de semilla certificada de modo que

permita al agricultor cultivar al menos siete generaciones con buenos rendimientos y producto de calidad. Sin embargo, en la mayoría de los países, sobre todo a nivel de pequeños agricultores el uso de semilla certificada es bajo sobre todo debido a los factores de carencia en conocimientos técnicos, manejo, a pesar que se han hecho inversiones significativas a lo largo de muchos años.

La nueva estrategia propuesta por el CIP y demás instituciones se propuso manejar el nuevo sistema de aeroponía, la semilla en cultivos de propagación vegetativa, considera la integración de las tres tácticas mencionadas, en ese orden de importancia:

- a) Uso de variedades resistentes, que implica un fuerte trabajo de evaluación de variedades existentes y de mejoramiento genético para producir variedades resistentes y diseminarlas.
- b) Manejo de semilla en finca, que implica reconocer y mejorar los sistemas informales de semilla, a través del fortalecimiento de las capacidades de los agricultores, para que puedan mantener la sanidad de su semilla por más tiempo, mediante técnicas como la selección positiva y el almacenamiento adecuado de la semilla.
- c) Compra de semilla sana producida fuera de la finca, que implica mejorar los sistemas formales de semilla (por ejemplo, a través de una mayor participación del sector privado) para producir y distribuir semilla certificada de alta sanidad, en el momento, cantidad, precio y variedad adecuados.

1.3 Planteamiento y formulación del problema técnico tecnológico.

Considerando de que la producción de papa en las zonas productoras del municipio de sacaba se practica a nivel de pequeño productor (menor a una hectárea) en su mayoría, los mismos se dedican además actividades que por desconocimiento de técnicas apropiadas en el manejo logran obtener bajo rendimiento y baja calidad. Por tanto como problema principal en el rubro de la producción de papa en la zona se indica lo siguiente.

- ❖ El uso de semilla de mala calidad
- ❖ Suelos de baja capacidad productiva

❖ El Manejo inapropiado del cultivo

Son las causas principales para los bajos rendimientos de producción de papa en la zona de sacaba.

De los problemas citados precedentemente, se prioriza la utilización de semilla de calidad producido en sistema aeroponico que sumados al buen manejo del suelo y la aplicación de técnicas productivas apropiadas permitirá lograr mejores rendimientos y bajar los costos de producción.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- ❖ Mejorar el rendimiento de producción de papa mediante el uso de semilla de calidad en la zona de Sacaba

1.4.2. Objetivos específicos

- ❖ Producir semilla de papa a partir de brotes en sistema aeroponico.
- ❖ Evaluar el efecto de producción de la semilla de papa en el sistema aeroponico
- ❖ Determinar la rentabilidad económica y la sostenibilidad

1.5. Enfoque metodológico

Los mini tubérculos obtenidos en el sistema aeropónico, presentan lenticelas muy abiertas, esto se debe a que el lugar en donde se desarrollan registra una gran humedad relativa, esta condición es favorable, ya que así evitan pérdidas de agua y aprovechan todas las reservas que acumulan para su crecimiento; es por esta característica que, los mini tubérculos después de ser cosechados deben estar un período de tiempo, entre cinco y siete días a temperatura ambiente, a fin de que la fisiología y el mini tubérculo en sí, no sufra antes de introducirlo en la cámara de conservación a 5°C. La disminución de la absorción de agua, se correlaciona de forma lineal con la CE (conductividad eléctrica). Por lo tanto se recomienda mantener una CE promedio de 2,0 ds m⁻¹ en el sistema aeropónico de producción de papa. La reducción de la CE se lleva a cabo mediante el suministro de agua

pura a la solución nutritiva. Por el contrario, si se tiene v En relación al pH, las variaciones que se observan en una solución nutritiva, están en función de la diferencia, en magnitud, de absorción de nutrientes por las plantas, en términos del balance de aniones sobre cationes. Cuando los aniones son absorbidos en concentraciones más altas que los cationes, por ejemplo en el caso del nitrato—, las plantas excretan OH^- o HCO_3^- como aniones, para equilibrar las cargas eléctricas en el interior de la solución, produciéndose así el aumento en el valor de pH. Este proceso se denomina alcalinidad fisiológica.

La regulación del pH se lleva a cabo normalmente mediante el uso de ácidos: nítrico, sulfúrico o fosfórico. Tales ácidos se pueden utilizar de forma individual o combinada. Si es necesario subir el pH, se recomienda el uso de hidróxidos, especialmente de potasio de CE debajo de 1,5 se pueden adicionar fertilizantes a la solución nutritiva.

CAPITULO II

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1. TAXONOMÍA DE LA SEMILA DE PAPA

Figura 1

TAXONOMÍA DE LA SEMILA DE PAPA

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Género:	Solanum
Subgénero:	Potatoe
Sección:	Petota
Especie:	Solanumtuberosum

Fuente:Hawkes,J.G.(1990)

2.1.1. Variedad Waycha

Las características de material vegetal fueron obtenidas del catálogo de papas nativas (PROINPA 2005)

2.1.2. Especie

Solanum tuberosum ssp. *andigena* Ploidía: $2n=4x=48$.

A. Características morfológicas.

Color de la flor: Lila con rojo morado. Forma del tubérculo: Redondo con ojos profundos
Color de la piel: Rojo con áreas de color amarillo alrededor de los ojos. Color de la pulpa:
Crema

B. Calidad de tubérculo.

Peso específico: 1.101 Materia seca total: 24.3 % Almidón: 17.71 % Calidad culinaria: Excelente para ser consumida como papa hervida y en puré. Glicoalcaloides: Bajo contenido (no amarga)

C. Caracteres agronómicos.

Hábito de crecimiento: Semi-erecto. Ciclo vegetativo: Tardío (150 a 180 días).

D. Reacciones agronómicas.

Tolerancia al nematodo rosario (*Nacobbus aberrans*). Ligera tolerancia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

E. Zonas de cultivo

En los departamentos de Cochabamba, La Paz, Potosí, Chuquisaca y Oruro, entre 2500 a 3800 msnm.

2.2. Descripción

La patata, también conocida como papa, es un tubérculo que tiene su origen en Sudamérica pero que, en la actualidad, se cultiva en diversas regiones del planeta. El *Solanum tuberosum* (denominación de la patata a nivel científico) es uno de los alimentos más importantes para la humanidad.

En la papa y en otros cultivos de propagación vegetativa es decir aquellos que se multiplican asexualmente a partir de una de sus partes: raíz, tallo, etc. los principales factores de calidad de las semillas son la sanidad y el estado fisiológico. La pureza física y la pureza genética son de menor importancia, ya que el tamaño de los tubérculos permite eliminar, de manera relativamente fácil, materiales inertes y mezclas de semilla de otras variedades o especies

2.2.1. Hoja

Las hojas son compuestas, con 7 a 9 folíolos de forma lanceolada y se disponen en forma espiral en los tallos. Son bifaciales, ambas epidermis están formadas por células de paredes onduladas en vista superficial. Presentan pelos en su superficie, en grado variable.

2.2.2. Tallo

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

2.2.3. 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 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 indígena 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

Figura 1 Plantas de papa cultivadas en aeroponía



fuelle:victor otazu

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.

2.2.5. 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.

2.2.6. Brotación

El tubérculo-semilla de la papa, antes de la siembra produce brotes que indica el estado fisiológico apropiado para la plantación; el estado fisiológico determina el rendimiento y el período vegetativo del cultivo de la papa.

2.2.7 Emergencia

La emergencia es cuando la planta ha emergido del suelo, sucede a partir de los 30 a 40 días de la siembra del cultivo de la papa; la semilla asexual tiene un periodo de reposo o dormancia de 2 a 3 meses y la semilla sexual de 4 a 6 meses aproximadamente.

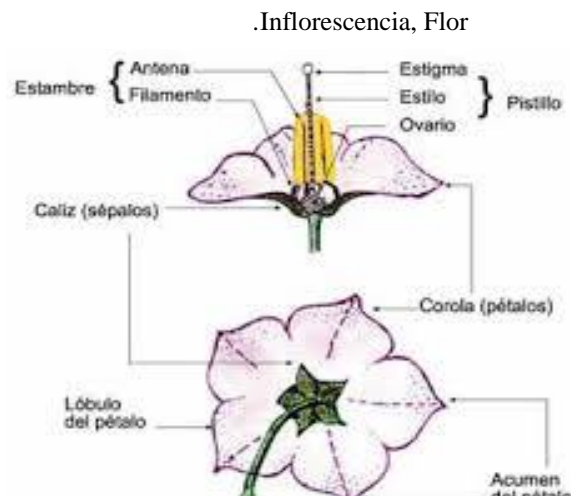
2.2.8. Estolonización

La estolonización es cuando las yemas de la parte subterránea de los tallos inician su crecimiento horizontal, ocurre a partir de los 15 a 20 días de la emergencia del cultivo de la papa

2.2.9. Flores

Las flores tienen de 3 a 4 centímetros de diámetro, con 5 pétalos unidos por sus bordes que le dan a la corola la forma de una estrella. Las 5 hallan unidas formando un tubo alrededor del pistilo y presentan una longitud de 5 a 7 mm. El estigma generalmente es excreto más allá del anillo de anteras. La corola puede ser de color blanco o una mezcla más o menos compleja de azul y púrpura dependiendo del tipo y cantidad de antocianinas presentes. Las anteras son de color amarillo brillante, excepto en los clones estériles en los cuales adoptan un color amarillo claro o amarillo verdoso. Los Estigmas son usualmente de color verde, a pesar que algunos clones pueden presentar estigmas pigmentados

Figura 2



fuelle:Maguncia ,2003

2.2.10. Fruto y semillas

El fruto de la planta de papa es una baya, de forma semejante a un tomate pero mucho más pequeña, 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.

La papa es una dicotiledónea herbácea, con hábitos de crecimiento rastrero o erecto generalmente de tallos gruesos y entrenudos cortos. Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tiene yemas y ojos, los tallos son huecos o medulosos excepto en los nudos que son sólidos de forma angular y por lo general verdes.

Figura 3. brotes sobre el tuberculo de papa



Fuente: Hawkes, J. 1999:

2.2.11. Descripción botánica

Huamán (2000), menciona que la papa es una dicotiledónea herbácea, tiene un hábito de crecimiento rastrero o erecto; los tubérculos son de tallos carnosos originándose del extremo del estolón con ojos y yemas, su follaje alcanza una altura aproximada de 0.60 a 1.50 m, las hojas son compuestas y pinnadas, el fruto es de tipo baya tiene forma redonda u ovalada de tamaño pequeño y carnoso que tiene semillas sexuales, posee un color verde amarillento o castaño rojizo. Según Conlago (2010), la papa es una planta herbácea, suculenta que presenta tubérculos (tallos subterráneos), que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal; los tallos aéreos son de sección angular y entre las axilas de las hojas y los tallos se forman ramificaciones secundarias con tres a seis tallos por planta. Las hojas son alternas, de color verde claro, verde y verde oscuro, haz y envés poco pubescentes; presentando las primeras hojas simples, posteriormente presenta hojas

compuestas, imparipinadas con tres a cuatro pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal. Las raíces presentan un desarrollo en verticilo en los nudos del tallo principal, su primer crecimiento es vertical dentro de la capa de suelo arable, posteriormente se presenta un crecimiento horizontal de 25 a 50 cm., la papa tiene un sistema radicular fibroso muy ramificado. La inflorescencia es cimosa, presentando flores hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras, con cáliz gamosépalo lobulado, con corola rotácea pentalobulada de 7 color blanco a púrpura, con cinco estambres, cada estambre posee dos anteras de color amarillo pálido, amarillo fuerte o anaranjada, gineceo con ovario bilocular. El fruto es una baya bilocular de 15-30 mm de diámetro, el color es verde amarillento y cada fruto contiene 200 semillas aproximadamente. El tubérculo de la papa es un tallo subterráneo ensanchado con diferentes colores de acuerdo a la variedad. La papa tiene ojos superficiales, semi profundas y profundas con una dormancia de 120 días aproximado.

2.2.12. Semilla certificada en Bolivia.

Según INIAF, 2010, en la actualidad se produce un poco más o menos de 7574.57 TM de semillas certificadas de papa de diferentes variedades. Gran parte de esta cantidad es producida por una empresa (SEPA) y varias, quizá, decenas, de Asociaciones de Productores dispersos entre La Paz, Cochabamba y Potosí. La oferta de 7574.57 TM año, representa la siembra de aproximadamente 1100.55 h/año, tanto para la siembra de invierno (destinada al consumo) como para la siembra de año (para semilla). 2.5.2.

2.2.13. Semilla certificada en Cochabamba

Según el INIAF, 2010, Cochabamba, suministró con 2613.97 TM de semilla de papas certificadas (sistema formal) en el 2010. que presenta la siembra de 407.08 ha.

2.2.11. Factores que afectan la producción del cultivo

Se menciona que la planta de papa está potencialmente capacitada para producir tubérculos a partir de estolones o de yemas axilares; siempre y cuando la planta se encuentre en un ambiente apropiado para la inducción y el desarrollo del tubérculo. También, que la producción de cualquier cultivo, es el resultado del proceso fotosíntesis–respiración, ambos procesos están influenciados por factores ecológicos y fisiológicos de la planta.

El proceso fotosintético o de asimilación, se realiza en las partes verdes de la planta y depende de factores genéticos y del ambiente, como la temperatura, fotoperiodo, intensidad lumínica, cantidad y calidad del follaje, edad de las hojas, concentración de CO₂ en el tejido de las hojas, nutrientes y el aporte de agua. La parte aérea de la planta de la papa, desarrolla este proceso necesario para formar hidratos de carbono, que serán transportados a zonas de crecimiento aéreo (follaje, brotes, flores, fruto) y subterráneo (raíces, estolones y tubérculos).

De igual forma, indica que, a partir de la formación del botón floral, todo el proceso fotosintético, debe traducirse en acumulación de hidratos de carbono en los tubérculos y proveer de energía para la respiración. La producción en este período, está determinada por la fotosíntesis, la radiación, la tasa de respiración del cultivo, la concentración de CO₂ en las hojas, el suministro adecuado de la concentración de los elementos en la solución nutritiva y el porcentaje de hidratos de carbono transportados a los tubérculos.

2.2.12. Métodos de producción de semilla de papa:

❖ Semilla botánica

Con Semilla Sexual (Botánica) de Papa (SSP); debido a su diminuto tamaño, bastan 50 gramos de ella para instalar 1 ha de plantas de papa, reemplazando a las 1,5 toneladas de tubérculos-semilla que se requieren para plantar la misma superficie

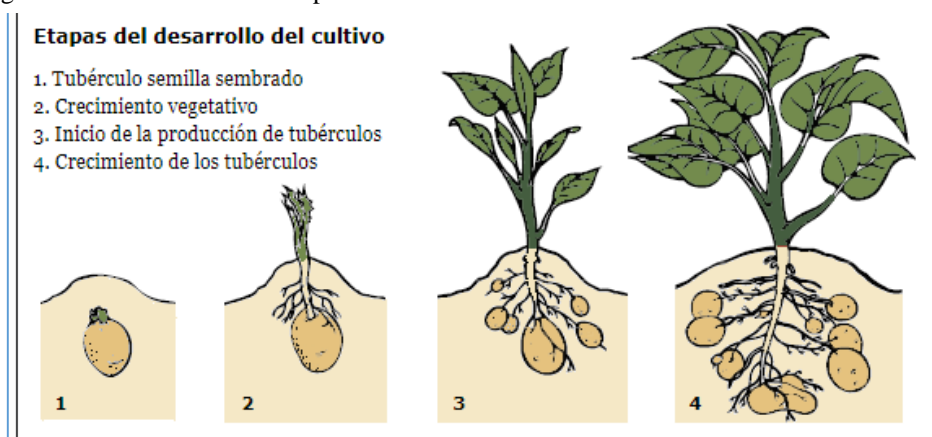
❖ Cultivo de tejidos

En su acepción amplia, el cultivo de tejidos vegetales se define como un conjunto muy heterogéneo de técnicas que presentan en común el hecho de que un ex planto es decir , una parte separada del vegetal, tales como cromoplastos, células, tejidos u órganos— se cultiva asépticamente en un medio artificial de composición.

❖ Cultivo de brotes

Es una técnica que nos ayudara a multiplicar y sanar nuestra semilla (eliminando 8 de 14 virus); de forma sencilla, rápida y eficiente, utilizando espacios pequeños, controlados y asistidos

Figura.4 etapas del desarrollo del cultivo



Fuente: Pamela Anderson ,2008

2.2.13. Sistemas de producción y multiplicación de semilla pre básica.

La producción de semilla de papa en la Estación Experimental Santa Catalina, empezó en 1968. La Estación Santa Catalina permanece como único lugar del país para producir semilla de papa de categorías iniciales (INIAP, 1987).

2.2.14. Multiplicación convencional utilizando plantas libres de virus

El método tradicionalmente usado por el INIAP, para la multiplicación inicial de semilla fue el de unidad tubérculo y surco, el cual comienza con un tubérculo élite. Éste es cortado en segmentos, que son manejados como semillas individuales. El tubérculo élite es la clave de este proceso, el mismo que se obtiene, de la colección de germoplasma; el cual debe ser, un tubérculo sano y libre de enfermedades, para entregar a los agricultores. La producción obtenida es mantenida separadamente y sembrada en un surco; los tubérculos seleccionados cuidadosamente en la unidad de producción, son reservados y utilizados como nueva semilla élite.

2.2.15. Sistema aeropónico de producción de semilla de papa

La aeroponía, es una tecnología novedosa que presenta producir grandes cantidades de mini tubérculos semilla de papa que raíces caen en el aire disenso del módulo especialmente adaptados. Las plantas se alimentan atreves de una solución nutritiva que nebuliza alas raíces.

2.2.16. Beneficios de la aeroponía

Las cosechas son múltiples y secuenciales

El periodo de cultivo se alarga de 1 a 2 meses

Es necesario cumplir con estrictas normas de asepsia para evitar contaminaciones.

La semilla proveniente de aeroponía produce igual que la semilla producida con otra tecnología.

- Se ahorra agua
- No se utilizan desinfectantes de suelo.
- Número promedio de tubérculo /planta 32 a 51
- Número promedio de tubérculo /m²
- Costo de producto/tubérculo 0,11 a 0,14\]

2.2.17. Características de la aeroponía

En el sistema aeropónico, la producción de mini tubérculos se incrementa durante el desarrollo del cultivo, alcanzando un pico de producción, ya que este sistema permite realizar varias cosechas, hasta que las plantas cumplan con su ciclo, las primeras cosechas presentan tubérculos con calibres ideales gramos; esta condición permite que, estos tubérculos puedan ser sembrados directamente en campo, para su posterior multiplicación. Cuando la finalización del ciclo biológico de las plantas está próxima, el calibre de cosecha ideal disminuye y se cosechan los mini tubérculos que, tienen un calibre menor pero que son perfectamente válidos para la plantación en campo, con el fin de aumentar el rendimiento.

Los sistemas de riego son un conjunto de estructuras que hacen posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. A diferencia de los sistemas hidropónicos, la aeroponía es el proceso de cultivar las plantas en un entorno de niebla sin hacer uso del suelo o sumergiendo la raíz total o parcialmente en una solución nutritiva. Esta es una técnica avanzada y de tecnología un poco más compleja que el sistema hidropónico tradicional. Hidalgo O., Marca, J. y Palomino, L. (1999)

2.2.18. Uso de la aeroponía

La aeroponía es una nueva tecnología que necesita de infraestructura y personal técnico calificado especialmente en el manejo de invernaderos nutrición y fisiología de las

plantas. Por lo tanto la **INIAP** y **CIP** recomienda esta tecnología para investigación con experiencia para la producción de la semilla de papa y manejo de invernaderos.

La técnica de aeroponía fue usada inicialmente para la producción de hortalizas. Es una tecnología nueva, especialmente en la producción de semilla de papa. Las pruebas iniciales ofrecen la siguiente información:

- La producción de semilla de papa puede ser incrementada espectacularmente en el invernadero.
- Los diferentes cultivares (cvs) de papa responden de manera diferente con aeroponía.
- Los cvs tipo Tuberosum tienden a producir menos que los cultivares que tienen genes
- Esto también se observa cuando se desarrollan en sustrato.
- La producción con aeroponía es particularmente sensible al clima.
- Las cosechas son múltiples y secuenciales.
- El periodo vegetativo de las plantas se alarga entre 1 a 2 meses.

2.2.19. Categorización de Semillas

❖ Categoría Genética

Semilla producida bajo la responsabilidad y control directo de obtentor de la variedad, de acuerdo a la(s) metodología(s) de mantenimiento de la variedad, descrita al momento de su registro. Es la categoría más alto del proceso de producción de semilla certificada.

❖ Categoría Pre-Básica

Semilla resultante de la multiplicación de semilla genética. Esta categoría esta destinada para semillas de aquellas especies que por su naturaleza requiere de una multiplicación vegetativa mediante el cultivo de tejidos, de acuerdo a reglamentación específica.

❖ Básica

Producida bajo responsabilidad y control directo del obtentor responsable del registro de la variedad, de acuerdo a la metodología de mantenimiento de la variedad, descrita al momento de su registro. Para producir esta categoría se deberá sembrar semillas de las categorías “genética, Pre Básica o Básica”. Podrá ser mantenida dentro de su categoría

siempre y cuando cumpla con los requisitos de calidad exigidos para la categoría. Se le otorga una etiqueta oficial de color Blanco.

❖ **Registrada**

Semilla resultante de la multiplicación de semilla Básica, puede ser producida por cualquier productor siempre que cumpla con las normas específicas de cada especie. Se le otorga una etiqueta oficial de color Rosado.

❖ **Certificada**

Semilla resultante de la multiplicación de semilla registrada. Puede ser producida por cualquier productor interesado en producir semilla de calidad, la condición es el cumplimiento de las normativas específicas de cada especie. Se le otorga una etiqueta oficial de color Celeste.

Generaciones: El número de generaciones para cada categoría sujeta a certificación, es determinado en la Normas Específicas de Certificación de cada especie. El número de generación está indicado en la etiquetas.

❖ **Excepciones:** Se Establece las siguientes excepciones para las categorías:

En casos de desabastecimiento y siguiendo los procesos establecidos en reglamento, se habilita la semilla “Certificada B” a la que se le otorga una etiqueta de color celeste escrita en letras rojas Certificada B

Tabla 2

Nutrimentos esenciales para el crecimiento de las plantas

VARIEDAD	CATEGORIA	CALIBRE	Precio/Año2011	Precio/Año2012
HUAYCHA IMILLA NEGRA SANI NEGRA	BÁSICA	II	306	337,67
		III	317,5	344,67
		IV	329	353
	REGISTRADA	II	288	330,67
		III	300,5	336,67
		IV	312	342
	CERTIFICADA	II	271	326,67
		III	282	332
		IV	294,5	337,67
	FISCALIZADA	II	259	321,67
		III	270,5	326,67
		IV	282	332

fuente: Bennett, 1997)

2.2.20. Degeneración de la semilla

La degeneración de la semilla es la pérdida de rendimiento o calidad debido a la acumulación de patógenos o plagas en la semilla, en ciclos sucesivos de propagación vegetativa,

Uno de los factores que explica el poco rendimiento en el cultivo de papa es la baja sanidad de la semilla que se debe, en gran medida, al fenómeno conocido como degeneración.

De hecho, si no ocurriera esa degeneración, se podría utilizar una determinada semilla en forma indefinida, ya que mantendría su sanidad.

Los principales patógenos que causan degeneración a nivel mundial son los virus, pero en zonas altas, hay otros patógenos importantes para la degeneración, como: *Rhizoctonia solani*, *Spongospora subterranea*, *Streptomyces scabies*, *Verticillium dahliae*, *Fusarium sp.*, *Thecaphora solani*, *Phytophthora erythroseptica*, *Ralstonia solanacearum*, *Pectobacterium spp.*, *Meloidogyne spp.*, *Globodera spp.*, *Naccobbus aberrans*, entre otros.

❖ Enfermedades

Para combatir las enfermedades, algunas precauciones básicas pueden ayudar a evitar grandes pérdidas: la rotación de cultivos, el uso de variedades tolerantes y de tubérculos semilla saludable y certificada. No existen sustancias químicas para combatir las enfermedades bacterianas y virales, pero se pueden controlar mediante una vigilancia constante (y fumigación cuando sea necesario) de los áfidos que son sus vectores. La gravedad de las enfermedades fúngicas, como el tizón tardío depende principalmente, después de la primera infección, del clima. La persistencia de las condiciones favorables, si no se fumiga, puede propiciar la rápida propagación de la enfermedad

- Los virus se diseminan en los tubérculos y pueden reducir los rendimientos hasta en 50 por ciento.
- Tizón tardío, la más severa enfermedad de la papa en todo el mundo, es causada por *Phytophthora infestans*, un hongo de agua que destruye las hojas, tallos y tubérculos.
- Marchitez bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum*, es un patógeno bacterias que acarrea pérdidas severas en regiones tropicales, subtropicales y templadas.
- Pierna negra de la papa, es una infección bacterial causada por *Pectobacterium* que produce pudrición de los tubérculos en el suelo y en almacén.
- Las plagas de insectos pueden destruir velozmente un cultivo de papas. Las medidas recomendadas para combatirlas son la vigilancia constante y la protección de los enemigos naturales de las plagas. Incluso los daños que produce el escarabajo colorado de la papa, una plaga importante, se puede reducir destruyendo los insectos, sus huevos y sus larvas cuando aparecen a principios de la temporada. La sanidad, la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes de papa ayudan a prevenir la propagación de los nematodos.
- Escarabajo de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*) es una plaga rígida con fuerte resistencia a los insecticidas.

- Polilla de la papa, conocida comúnmente como *Phthorimaea operculella*, es la plaga más dañina de las papas sembradas y almacenadas en áreas cálidas y secas.
- Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) es oriunda de Sudamérica y común en áreas donde hay un uso intensivo de insecticidas.
- Nemátodo del quiste (*Globodera pallida* y *rostochiensis*) es una plaga severa del suelo en las regiones templadas, los Andes y otras áreas de altura.

Almacenamiento

Dado que los tubérculos recién cosechados son tejido vivo y por lo tanto, susceptibles de descomponerse, es indispensable almacenarlos correctamente, tanto para prevenir las pérdidas pos cosecha de papas destinadas al consumo fresco o para la industria, como para garantizar un suministro adecuado de tubérculos semilla para la siguiente temporada agrícola.

El objetivo del almacenamiento tanto en el caso de las papas destinadas al consumo fresco como para la industria, es evitar que se pongan verdes (que se acumule clorofila bajo la piel, la cual se asocia a la solanina, que es un alcaloide potencialmente tóxico), y que pierdan peso y calidad. Los tubérculos se deben mantener a una temperatura de entre 6 ° y 8 °C, en un ambiente oscuro y bien ventilado, con una humedad relativamente elevada (del 85 % al 90 %). Los tubérculos semilla, en cambio, se almacenan bajo luz difusa para que mantengan su capacidad de germinación y para alentar la formación de brotes vigorosos. En algunas regiones, como el norte de Europa, donde sólo hay una temporada agrícola y es difícil almacenar los tubérculos de una temporada a la siguiente sin el uso de costosa refrigeración, una solución puede ser sembrar fuera de la temporada

2.2.21. Funcionamiento de la aeroponía

En la aeroponía las raíces de las plantas crecen suspendidas en el aire, dentro de cajones cerrados (también llamados módulos) y son alimentadas mediante una solución nutritiva,

que es nebulizada y que puede ser recirculada, es decir, se la puede volver a utilizar. No hay uso de sustratos sólidos para sostener las raíces, lo que permite mejorar su aireación y disminuir tanto el impacto ambiental como los costos de producción. Los cajones se ubican en invernaderos o casas de malla que pueden tener sistemas de control de temperatura, humedad y luz. En el caso de la papa, el material inicial son plantas in vitro o esquejes enraizados. Estas plantas se desarrollan y después de un manejo que incluye controles sanitarios, aporque, podas y tutorado, son cosechadas en varias ocasiones (entre 3 y 12 veces dependiendo de la variedad) con rendimientos que pueden superar los 3000 minitubérculos por m², por ciclo de cultivo. Los minitubérculos tienen pesos que varían entre 0,5 y 30 g, aunque ocasionalmente se pueden conseguir minitubérculos de hasta 60 g. Dependiendo de las condiciones, los minitubérculos más grandes son plantados directamente en el campo, mientras que los más pequeños se plantan en bandejas de germinación, para después ser trasplantados al campo, a macetas o a sistemas hidropónicos que utilizan sustratos sólidos.

❖ **Solución nutritiva**

La solución nutritiva se compone de la mezcla de agua y fertilizantes químicos, que se suministran a la planta como fuente de alimentos y que deben cubrir las necesidades de la misma. Para ello se añadirán el agua y los nutrientes minerales necesarios para su óptimo desarrollo. Como se puede suponer, la solución nutritiva estará compuesta por iones (aniones y cationes) en disolución (Arias, 2009).

La composición de la solución nutritiva varía de acuerdo al crecimiento de las plantas, dependiendo de la fase de crecimiento de las mismas.

Tabla 3**Nutrientes**

2Macronutrientes mmol-1		Micronutrientes mmol-1	
Nitrógeno(N)	14,79	Boro(B)	7,21
Fosforo(P)	1,57	Cobre(Cu)	12,51
Potasio(K)	6,23	Hierro(Fe)	10,31
Calcio(Ca)	4,99	Magnesio(Mn)	7,01
Magnesio(Mg)	0,99	Molibdeno(Mo)	0,20
Azufre(S)	0,97	Cinc(Zn)	1,22

fuelle: propia 2019

❖ **Soluciones estáticas**

Están basadas en fórmulas estáticas y son aquellas que no cambian a lo largo del proceso productivo de la planta.

❖ **Soluciones dinámicas**

Están basadas en fórmulas dinámicas y son aquellas que cambian a lo largo del proceso productivo de la planta, de acuerdo a su etapa fenológica.

❖ **Soluciones para fertirrigación**

Samperio (2009), indica que, las soluciones utilizadas en fertirriego, son soluciones nutritivas que no están completamente balanceadas, ya que son preparadas para suministrar ciertos elementos esenciales a las plantas. Algunas características de las soluciones nutritivas utilizadas en hidroponía pueden ser consideradas en los sistemas de fertirriego.

Como preparar la solución nutritiva:

- ❖ Mezclando compuestos, que contienen los nutrientes esenciales, disueltos en agua, para que las plantas los absorban a través de sus raíces y los aprovechen.
- ❖ Las plantas en aeroponía no necesitan recurrir al suelo para alimentarse; lo hacen por medio de una solución nutritiva, que se les provee en cantidades adecuadas para su desarrollo.
- ❖ El técnico de implementación es el encargado de preparar las soluciones nutritivas, aunque también lo pueden hacer los operarios, siempre que se los capacite y trabajen bajo la supervisión del técnico.

Figura 5 conductividad eléctrica y pH



Fuente: Antonio Brack

2.1.22. La preparación de la solución nutritiva pasó a paso

❖ Análisis químico del agua:

Antes de iniciar la preparación de la solución nutritiva, hay que determinar la calidad del agua que se va a utilizar, para conocer su contenido de sales y de nutrientes. A partir de esos datos se pueden cubrir los requerimientos nutricionales de la planta, preparando una solución nutritiva. El análisis químico completo del agua, permite obtener los valores de

macronutrientes, micronutrientes, conductividad eléctrica (CE), potencial hidrógeno (pH), dureza (cantidad de minerales, particularmente sales de magnesio y calcio), sólidos totales, cloruros, sulfuros y nitratos, que permitirán decidir cómo utilizar este tipo de agua. Después del análisis, se podrán identificar sus características y valorar si es prudente utilizarla. Si los resultados indican que estamos en presencia de un tipo de agua muy dura (mayor a 120 mg de carbonato de calcio, CaCO_3 , por litro), se pueden tener problemas de fijación de nutrientes. Por ejemplo, el fósforo que, al unirse con el magnesio o con el calcio, forma compuestos insolubles (fosfatos).

Por el contrario, si el agua es blanda, posee mínimas cantidades de sales disueltas. En este caso puede haber problemas de estabilidad de pH, al no tener suficiente cantidad de sales (carbonatos) como amortiguador (buffer) de la solución nutritiva.

- ❖ Análisis químico del agua
- ❖ Selección de la fórmula y de los fertilizantes para la solución nutritiva
- ❖ Preparación de la solución nutritiva

CAPITULO III

PROPUESTA DE INNOVACION O SOLUCION DEL PROBLEMA

Con la producción de semilla de papa por sistema Aeroponico se dará una solución de mejorar el rendimiento de la producción de papa de esta manera muchos productores optaran en usar la semilla certificada con este método eficientes para producirlas de manera accesible a un costo reducidos si se utiliza semilla sexual se eliminara gran parte de costos por ello se prefiere la propagación de tubérculos. Los virus podrían reducir el rendimiento en campo del 40 a 70 % por lo que el tubérculo de estar libre de enfermedades.

Figura.6. Diseño de la aeroponia



Fuente:Rodríguez

Específicamente, el presente trabajo, se basa en la producción de semilla de papa pre básica a partir de brotes, las mismas que provienen de tubérculos madre previamente seleccionados por sus mejores cualidades (selección positiva), los brotes son enraizados en sustrato de abono vegetal por 60 días hasta la formación completa de la planta de un tamaño de 15cm. Posteriormente la misma previo lavado de raíces, es trasplantado en el sistema aeropónico con las condiciones nutrimentos apropiados, temperatura, humedad entre otros se realiza el siguiente procedimiento.

Para el sostén del follaje de las plantas es necesario colocar tutores, para evitar marchites del follaje para luego trasplantar en la caja de aeroponia y de la misma manera se dio el riego pero con nutrientes que nos permita el crecimiento de los tuberculillos con un riego de 20 min. Cada hora durante 24 horas

Cada vez que se coseche, se deben tratar los tuberculillos con una solución 0,10 % de hipoclorito de sodio seguido de 1 o 2 enjuagues con agua. Esto se hace con medidas para evitar contaminaciones bacteriales. Si hemos seguido estrictamente las medidas sanitarias durante la campana, no debemos tener problemas sanitarios que requieren el uso de otros pesticidas. Seguidamente, a los tubérculos debe colocarse en ambientes seco y limpios para un proceso de curado por 2 o 3 semanas de antes de su ubicación final en almacenes refrigerados o de luz difusa.

Antes de esto, los tuberculillos deben ser escogidos y separados de acuerdo a su tamaño. Una gran desventaja de las cosechas secuenciales es que cuando se determinan, se tienen un lote de semilla desuniforme en lo que concierne a frotamiento de tubérculos: los tubérculos cosechados en los primeros meses brotarán que en los cosechados en los últimos meses esto también causará una emergencia irregular en el campo, a un que esta irregularidad no parece afectar el rendimiento, se puede corregir en parte conservado en almacenes fríos los tubérculos cosechados primero y 1 mes antes de la última cosecha se pueden poner todos en un almacén de luz difusa, los tubérculos más pequeños (1g a 2g) se puede usar en multiplicación convencional.

METODOLOGÍA

3.1. Materiales

Tabla.4 .Materiales

materiales	Cantidad	Unidad
Caja de plastoformo	4	2m ²
Turril	1	200ltrs
Nebulizadores	2	2
Hule negro	10	M
Fierro	1	6
Fierro platino	1	6 m.
Mangueras	2	m
Bomba	1	1
Timer	1	
Tubo de distribución	1	1
Tuvo de retorno de drenaje		
Teflón	2	
Bidones	2	5 ltrs
Tarraja	1	
Tijera	1	
Ph	1	

Fuente:propia 2019

3.2. Utilidades de algunos materiales

❖ **Tanque:**

Es utilizado para el almacenamiento de las soluciones nutritivas y la Concentración de esta dependerá del número de plantas a cultivar y del tamaño del contenedor.

❖ **Bomba**

La potencia de la bomba, dependerá de la cantidad del área de producción y funciona como impulsor de las soluciones de nutrimentos para las plantas, que empieza desde el tanque hasta la tubería de distribución y nebulizadores.

❖ **Tanque electro neumático:**

Su principal función es aumentar la presión que ejerce con la finalidad de esparcir la solución nutritiva al interior del contenedor, donde las raíces se encuentran suspendidas en el aire, para proporcionarle todos los nutrientes adecuados que la planta necesite.

❖ **Tubería de distribución:**

Sirve para hacer recircular la solución nutritiva para que logre salir en forma nebulizada hacia la raíz del cultivo.

❖ **Tubería de recolección o drenaje:**

Funciona como recolección de la solución nutritiva que se distribuye por la base del contenedor y las lleva hacia el tanque donde se vuelve a almacenar.

❖ **Reloj programador (timer):**

Este tiene como función controlar el encendido y apagado de la electrobomba en diferentes intervalos de tiempo según la programación del riego.

❖ **Filtro de anillo:**

Este retiene posibles partículas que puedan obstruir los aspersores.

❖ **Aspersor:**

Se encarga de aspejar la solución nutritiva en gotas muy finas, de tal forma que se encuentren suspendidas en el aire, y se logre formar una niebla

Para evaluar el efecto de uno o más nutrientes de las SN en el crecimiento, desarrollo rendimiento, calidad del producto y absorción de los nutrientes por los cultivos se han realizado numerosas investigaciones sin que exista una técnica con aceptación general. El uso de SN que contienen $N-NH_4$ y $N-NO_3$ son un buen ejemplo de soluciones con cambios simultáneos en los nutrientes del tipo anión y catión. Por otra parte, con base en algunos estudios sistemáticos acerca de las características químicas de las SN, y cómo éstas afectan a su vez dichas características de los cultivos.

Manejo de plantas y nutrientes Cuando las plantas estén listas para ser trasplantadas a aeroponía, deben extraerse cuidadosamente de las bandejas de arena. Las pinzas grandes son de gran ayuda para este fin. Una brocha fina sirve para limpiar las raíces de la arena. También se puede usar un atomizador manual. El agua a presión limpia la arena sin causar daño a las raicillas. Un trozo de esponja se envuelve alrededor del cuello de cada plántula

y se coloca en los agujeros de las tapas de cajones. Con un par de pinzas se procede a empujar la esponja con la planta hacia abajo hasta que la raíz quede totalmente expuesta a la neblina de la solución nutritiva. Después del trasplante pueda que sea necesario colocar una lámina de plástico negro (bloqueador de luz) alrededor de cada planta trasplantada para evitar la entrada de luz a los cajones. Cuando se haya terminado el trasplante, se debe buscar y eliminar cualquier puerta de entrada de luz al interior de los cajones y asegurarse que todas las raíces estén convenientemente expuestas a la solución nebulizada. Luego se deben preparar los soportes. Inicialmente, las plantas se pueden sostener por 2 a 3 semanas. Después de este tiempo las plantas desarrollan rápidamente y requerirán soportes ya sea en forma de estacas o mallas de alambre o nylon .La rafia agrícola es lo más barato para este fin. Después de 1 mes del trasplante, las hojas inferiores deben ser removidas con un bisturí, siguiendo estrictas normas de asepsia. Si se nota el desarrollo de estolones en la parte superior del sistema radicular, se debe bajar inmediatamente las plantas. Algunos cultivares tienden a formar estolones superficiales y pueden formarse dentro del tubo pvc. Si no bajamos la esponja por debajo de la tapa de tecnopor, pueden formarse uno o más tuberculillos dentro del tubo de pvc, apretando y estrangulando el tallo de la planta, llegando a matarla. El proceso de bajado de tallos es importante y es equivalente al aporque en el campo. Cuando acabamos con este proceso, las plantas estarán libres, sin soporte alguno. Por lo tanto las plantas deben sujetarse adecuadamente a estacas u otros mecanismos de soporte como las mallas de soporte. En esta etapa también es importante evitar cualquier entrada de luz al interior de los cajones. Un segundo bloqueador de luz hecho de plástico más grueso puede ser de utilidad. Se recomienda sacar muestras foliares para someterlas a pruebas de ELISA y determinar si hay alguna contaminación viral. La solución nutritiva debe ser chequeada regularmente. La CE y el pH son indicadores útiles. La CE no debe exceder de 2.0mS/cm. El pH no debe exceder de 7.3. Para bajar el pH a un rango ligeramente ácido (6.5-6.8) se debe usar ácido fosfórico diluido. La solución nutritiva debe cambiarse cada mes. Esto se debe hacer usando la bomba monitoreando las 2 llaves Cerrar la llave principal (celeste) y abrir la llave lateral (azul) para desaguar la solución a descartar. Después, cuando las plantas desarrollan abundante follaje, el consumo de nutrientes aumenta. Si se nota un consumo

excesivo de nutrientes es casi seguro que hay fuga por algún lugar en el plástico, que debe detectarse y corregirse inmediatamente. Un filtro de malla colocado al final del tubo de desagüe en el tanque es útil para retener trozos de raíces y otras impurezas que se pueden desprender del sistema (tecnopor, plástico, etc.). Un retazo de malla antiáfida sujetado en el tubo de desagüe funciona bien para retener estas impurezas. El filtro negro requiere mantenimiento regular (cada mes). Cuando la campaña ha concluido, se debe realizar una operación general de limpieza y desinfección en tanques, cajones, tuberías y nebulizadores. Las sales tienden a acumularse en los filtros y nebulizadores. Un ácido débil como el ácido acético o una solución diluida de ácido sulfúrico son eficientes en la remoción de estas sales. Una preparación de 50 litros de 2 % de hipoclorito de Ca o de Na debe circularse por el sistema con la bomba funcionando por 15 minutos, seguido de 2 o 3 enjuagues con agua

RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados que se espera una vez ejecutado el presente proyecto son los siguientes:

El periodo de producción de la semilla pre-básica varía según la variedad, los precoces empiezan a producir tuberculillos a partir de dos meses después del trasplante con 8 g o más.

El número de cosechas de tuberculillos obtenidos aeroponicamente pueden de 10 o más veces, respecto a la cosecha de convencional.

Producción de semilla pre-básica de papa con un rendimiento de 32 a 51/planta de tuberculillos

CONCLUSIONES

El uso del sistema aeropónico para producir semilla de papa es una alternativa que beneficia a los agricultores al permitir mejores resultados en la producción puesto que se logra obtener semilla libre de enfermedades.

La producción de semilla de papa en el sistema aeropónico es relativamente sencilla, y en espacios reducidos.

La producción de semilla de papa por sistema aeropónico a partir de brotes permite propagar o reproducir semilla en forma rápida, en 180 días, eficiente y a bajo costo bajo las variables intervinientes actuantes.

Muchos productores utilizan aeroponía para eliminar la necesidad de suelos profundos para hacer crecer a las plantas. Por otra parte, la niebla hidro-automatizada de alta presión de nebulización frecuentemente cada 5 minutos y 20 segundos, las gotas de 5-50 micras son de gran importancia para un crecimiento aeropónico a largo plazo, el tamaño de las gotas es importante ya que si sobrepasa el tamaño y presión de gotas puede ocasionar la degradación de la espuma que se sostiene al cultivo a causa de la mineralización de los rociadores, provocando un desequilibrio en el medio.

Para lograr a cabo este sistema el productor requiere obtener las plántulas de forma garantizada la producción, rendimiento y la máxima calidad del cultivo.

Para lograr llevar a cabo este sistema, el productor requiere obtener las plántulas de forma *in vitro* para garantizar la producción, rendimiento y la máxima calidad del cultivo, como también el empleo necesario de las soluciones nutritivas, que serán suministradas por la persona adecuada que monitorea frecuentemente el invernadero.

El avance de esta técnica se debe al mal uso que hacen del suelo, así también a los diferentes tipos de problemas que implican cultivar directamente en el, uno de ellos es el control de plagas y enfermedades directamente en la raíz, estas provocan que la planta no logre absorber el agua y los nutrientes que necesita. Por otra parte el agua, también es a causa de la sobrepoblación, el sistema conlleva a lograr alimentar a cientos de familias,

ya que con ella se adquieren grandes cantidades de hortalizas en ton/ha bajo condiciones de invernadero.

RECOMENDACIONES

Con esta propuesta de sistema aeropónico se recomienda a los agricultores poner práctica ya que es necesario para combatir con las diferentes dificultades que causa el medio ambiente hoy en día.

Lo que se recomienda a los agricultores solicitar cursos técnicos para mejorar su rendimiento de cada siembra que realizan en este caso se recomienda tener más curso del buen manejo de semilla de papa y poder hacer la siembra en lugares que no vayan. Se recomienda utilizar semilla certificada para tener mejor rendimiento en sus cosechas.

FUENTES DE INFORMACION BIBLIOGRAFÍA

Consultado el 01 de septiembre del 2019

Siembra de papa mediante la aeroponía

<http://www.2000agro.com.mx/tecnologia/en-espana-realizan-primera-siembra-de-papa-gran-escala-mediante-aeroponia>

Consultado el 16 de septiembre del 2019

<http://aeroponia23.wikispaces.comIABSORCION+DE+NUTRIENTES>

Consultado el 12 de octubre del 2019

El tutorado de las plantas en el huerto

<http://www.ecoagricultor.com/2013/03/el-tutorado-de-las-plantas-en-el-huerto/>

Consultado el 25 de octubre del 2019

Siembra de papa mediante la aeroponía

<http://www.2000agro.com.mx/tecnologia/en-espana-realizan-primera-siembra-de-papa-gran-escala-mediante-aeroponia>.

Consultado el 10 de noviembre del 2019

CIP (Centro Internacional de la Papa). (2011). Roadmap for investment in the seed potato value chain in eastern Africa. Lima, Perú. 27 p.

Consultado el 20 de noviembre de 2019

Cayambe, J. (2010). Evaluación de soluciones nutritivas dinámicas para la producción de tubérculo-semilla, categoría prebásica en dos variedades de papa bajo el sistema aeropónico.

Consultado 18 de noviembre de 2019

Otazú, V. (2010). Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP) file:///C:/Users/HP%2015-BA013Cl/Downloads/aeroponia_articulo_final-final%20tu.pdf

Consultado 26 de septiembre de 2019

Otazu, V. 2008. Producción de semilla de calidad en invernaderos para la zona andina. (en prensa). <file:///C:/Users/HP%2015-BA013Cl/Downloads/005566df.pdf>

Consultado 10 de octubre del 2019

file:///C:/Users/HP%2015-BA013Cl/Downloads/HernandezCristhian2013.pdf%20(1).pdf

consultado el 5 de noviembre de 2019

file:///C:/Users/HP%2015-BA013Cl/Downloads/CIP-Manual-Produccion-Semilla-Papa-usando-Aeroponia%20(2).pdf

consultado el 8 de septiembre de 2019

file:///C:/Users/HP%2015-BA013Cl/Downloads/aeroponia_articulo_final-final%20tu.pdf

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 1

cuadro de costos de producción

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
nutirntes	1 pack	150 bs	150
Semilla pre-basicaa	1kl	220 bs	220
plasto formó	15	60 bs	60
timer	1	200 bs	200
Manguera	10m	30bs	330
aspersores	10	5 bs	5
tanque	1 200 litros	180 bs	180
Fierro platino	1 barra	35 bs	35
Tuvo de distribución	1	12 bs	12
Tubo de drenaje	1	12bs	12
Bidones	2	10 bs	10
Tarraja	1	10 bs	10
Tijera	1	5 bs	5
Hule negro	15m	60 bs	24
Ph	1	180 bs	180
Bomba	1	300 bs	300
total			1.703 bs

Fuente .propia

El costo de producción se realizó para 5 cajas de aeroponia

Anexo 2



Armado de caja eaproponica

Anexo 3



Armado de caja aeroponica y colocado de aspersores

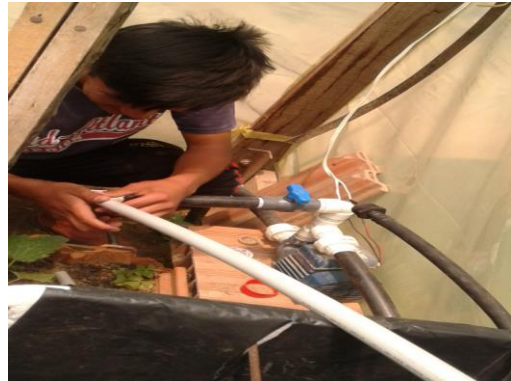
Anexo 4



Timer

Fuente propia

Anexo 5



Fuente propia

Anexo 6

Pasos para preparar nutriente para la semilla de papa



Fuente propia

Anexo 7



Fuente propia

Anexo 8



Fuete propio