

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) A PARTIR DE PLANTINES
EN EL VALLE DEL MANTARO, JUNÍN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

VITALIO ALFREDO DÍAZ VILLAR











LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	TSP- V. Diaz.CORRECCION4 Final - Antiplagio.docx (D143637342)
Submitted	2022-09-06 00:06:00
Submitted by	
Submitter email	grs@lamolina.edu.pe
Similarity	19%
Analysis address	grs.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	200.docx Document 200.docx (D104640054)	 9
SA	TESIS KELLY JOHNNY YEPEZ CRUZ.pdf Document TESIS KELLY JOHNNY YEPEZ CRUZ.pdf (D53770146)	 7
W	URL: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2034/4/T026_46742931_T.pdf Fetched: 2021-12-13 20:31:12	 28
SA	TESIS KELLY JOHNNY YEPEZ CRUZ.pdf Document TESIS KELLY JOHNNY YEPEZ CRUZ.pdf (D48742187)	 1
SA	MONOGRAFIA DE PAPA (Reparado).docx Document MONOGRAFIA DE PAPA (Reparado).docx (D15016231)	 1
W	URL: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2483/1/T-UCE-0004-63.pdf Fetched: 2021-12-13 20:31:13	 7
SA	Tesis - 18.10.19.pdf Document Tesis - 18.10.19.pdf (D57251801)	 2
SA	JessicaCujano.pdf Document JessicaCujano.pdf (D98798469)	 1
SA	TESIS RUFO QUISPE CUYO.docx Document TESIS RUFO QUISPE CUYO.docx (D47830566)	 1
SA	Documento_Galo_Malte_Mora.docx Document Documento_Galo_Malte_Mora.docx (D136931208)	 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)
A PARTIR DE PLANTINES EN EL VALLE DEL MANTARO, JUNÍN”**

Vitalio Alfredo, Díaz Villar

**Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Alfredo Alberto Beyer Arteaga
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Isabel Montes Yarasca
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi esposa e hijos que son mi fortaleza y fuente de inspiración,
que me han permitido seguir motivado para lograr mi objetivo
en mi formación profesional.

A mis padres por guiarme con buenos valores en mi vida y
brindarme la oportunidad de ser profesional.

A mis hermanas y hermanos que gracias a su apoyo me permitieron
concluir mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme salud en estos tiempos tan complicados y a la vez tener una familia maravillosa.

Eternamente agradecido a mi alma mater la Universidad Nacional Agraria La Molina, por la excelente formación académica brindada, que me han permitido obtener sólidos conocimientos.

A la empresa Agronegocios Genesis S.A.C. por permitir desarrollar mis capacidades laborales, logrando un crecimiento profesional sostenido.

Al proyecto INNOVATE PERÚ, patrocinador del proyecto; en la cual se obtuvieron resultados satisfactorios que marcaron un cambio en la producción de la semilla pre básica de papa.

Agradezco al Ing. Gilberto Rodríguez Soto, por sus sabios consejos y guía; en la presentación y sustentación de este trabajo de suficiencia profesional.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMÁTICA	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 ORIGEN DEL CULTIVO DE LA PAPA	3
2.1.1 Importancia de la semilla pre-básica	4
2.1.2 La papa en el Perú	5
2.1.3 Su taxonomía	8
2.1.4 Características morfológicas	9
2.1.5 Características agronómicas	11
2.1.6 Clasificación y variedades	12
2.1.7 Categorización de las semillas.....	13
2.1.8 Clasificación por peso de semilla	14
2.1.9 Tecnologías para la producción de semillas Pre-básica de papa.	15
2.1.10 Método aeropónico	19
2.1.11 Técnicas de multiplicación rápida de papa.....	22
III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	28
3.1 SITUACIÓN ACTUAL.....	29
3.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA	30
3.2.1 Invernadero.....	34
3.3 PROCESO PRODUCTIVO.....	39
3.3.1 Análisis de suelos y agua.....	39
3.3.2 Preparación del suelo.....	41
3.3.3 Trasplante de plantines	42
3.3.4 Riegos y fertilización.....	43
3.3.5 Aporques.....	44
3.3.6 Control Fitosanitario.....	45
3.3.7 Cosecha.....	48
3.4 COSTOS	50
3.4.1 Costos Fijos	50
3.4.2 Costos Variables	51

3.4.3	Costo de producción total y rentabilidad.....	54
3.4.4	Resultados.....	56
IV.	CONCLUSIONES.....	59
VI.	RECOMENDACIONES.....	61
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la papa...	8
Tabla 2. Características sobre variedades en estudio...	12
Tabla3. Análisis del agua.	40
Tabla 4. Análisis de suelos	40
Tabla 5. Características.....	41
Tabla 6. Plan de fertilización según fase fenológica..	44
Tabla 7. Análisis de virus realizados en las parcelas del cultivo de papa	46
Tabla 8. Resultados de los análisis de virus, en el Centro Internacional de la Papa.	47
Tabla 9. Inversión en infraestructura para la implementación de un invernadero de 434 m ² , sistema de riego y almacén de 32 m ² para conservar los tubérculos semilla	51
Tabla 10. Costos de insumos para la producción de una campaña de semilla pre básica de papa realizado en un área de 374 m ² , bajo condiciones de invernadero	52
Tabla 11. Detalle de otros costos variables en la producción de semilla pre básica.	53
Tabla 12. Costos variables personal.	54
Tabla 13. Ingreso bruto, beneficio neto y rentabilidad por campaña en la producción de semilla pre básica de papa de las variedades Única y Canchan.	55
Tabla 14. Rendimiento según clasificación de tubérculos pre básico de papa variedad UNICA.	56
Tabla 15. Rendimiento según clasificación de tubérculos pre básico de papa variedad CANCHAN.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de las especies de la papa. Fuente: (Spooner, Mc Lean, Ramsay, & Waugh, 2005).....	3
Figura 2. Domesticación de la papa. Fuente: (Egúsquiza, 2000).....	5
Figura 3. Cerámica Mochica y Chimú evidencia el origen de la papa en el Perú. Fuente: (Egúsquiza, 2000).....	6
Figura 4. Campaña de la costa. Fuente: (Egusquiza,2000).....	6
Figura 5. Campaña de la sierra media. Fuente: (Egusquiza, 2000).....	7
Figura 6. Campaña de la sierra alta. Fuente: (Egusquiza, 2000).....	7
Figura 7. Rendimiento de papa y su evolución en periodo de 5 años. Fuente: OIA/MINAG.	8
Figura 8. Morfología de la planta de la papa. Fuente: (Huáman,1986).....	9
Figura 9. Factores que modifican las características de floración. Fuente: (Fueftala, 2020).....	10
Figura 10. Diagrama de producción de Semilla Pre básica de papa. Fuente: (Cordero,2019)	16
Figura 11	18
Figura 12. Cosecha de la papa.....	29
Figura 13. Producción en campos costeros.	30
Figura 14. Flujograma de producción (Laboratorio).	31
Figura 15. Producción de plantas in vitro.....	32
Figura 16. Producción de vitro plantines, en laboratorio biotecnología.....	32
Figura 17. Vitro planta.	33
Figura 18. Prendimiento de la vitro planta.	33
Figura 19. Plantines de papa.....	34
Figura 20. Plantin ideal.	34
Figura 21. Croquis descriptivo del invernadero.....	37
Figura 22. Módulos del Invernadero.	38
Figura 23. Ventilador y estufa en el invernadero.....	38
Figura 24. Aplicando las normas de bioseguridad antes de ingresar al invernadero.....	39
Figura 25. Trabajador con uniforme en el pediluvio previo al ingreso al invernadero, instalaciones del vestidor y almacén.....	39
Figura 26. Preparación del terreno: arado y surcado.	41
Figura 27. Aplicación de materia orgánica.....	42
Figura 28. Incorporación de materia orgánica.	42
Figura 29. Desinfección de plantines.	43

Figura 30. Trasplante de plantines.....	43
Figura 31. Aporque del cultivo.....	44
Figura 32. Muestreo por personal del CIP para análisis de virus.....	46
Figura 33. Campo uniforme y sano.	47
Figura 34. Aplicaciones sanitarias.....	48
Figura 35. Inicio de cosecha.....	49
Figura 36. Recolección de cosecha	49
Figura 37. Clasificación de tubérculos.	49
Figura 38. Envasado y almacenamiento.	50
Figura 39. Muestreo final del potencial esperado.....	58

RESUMEN

La Genética y la calidad de las semillas, son factores importantes dentro del sistema productivo de los cultivos; esta a su vez nos permite ofrecer semillas que garanticen los rendimientos esperados; sin embargo en lo que respecta al cultivo de papa aún existen muy poca oferta de semilla certificada, utilizándose alrededor del 1% de esta clase de semillas, en siembras comerciales; motivo por el cual se planteó como objetivo el mejoramiento en la producción y calidad de semilla pre básica de papa producidas a partir de plantines en el Valle del Mantaro, utilizando una tecnología propia consistente en obtener vitroplantas las cuales se enviaron a viveros especializados en la producción de plantines, estos a su vez fueron instalados bajo invernaderos en el Valle del Mantaro, Junín; para continuar con el proceso productivo obteniéndose tubérculos semilla pre básica de pesos y tamaños requeridos para siembras en campo abierto y solo en seis meses; mientras que el sistema tradicional se obtiene a partir del tercer año; lo que implica mayor exposición al grado de contaminación fitosanitaria por lo que se llegó a la conclusión que con el sistema de trabajo, es factible obtener tubérculos pre básicos de buena calidad fitosanitaria y sobre todo de buen tamaño y pesos los cuales pueden ser utilizados directamente en campo definitivo

Palabras clave: Genética, Vitroplanta, plantin, semilla prebásica

ABSTRACT

Genetics and the quality of the seeds are important factors within the production system of crops; this in turn, allows us to offer seeds that guarantee the expected yields; however, with regard to potato cultivation, there is still very little supply of certified seed, using around 1% of this class of seeds, in commercial plantings; reason for which the improvement in the production and quality of pre-basic potato seed produced from seedlings in the Mantaro Valley was proposed as an objective, using its own technology consisting of obtaining vitroplants which were sent to nurseries specialized in the production of seedlings, these in turn were installed under greenhouses in the Mantaro Valley, Junín; to continue with the productive process, obtaining pre-basic seed of tubers with the weights and sizes required for sowing in the open field and only in six months; while in the traditional system is obtained from the third year; which implies greater exposure to the degree of phytosanitary contamination, so it was concluded that with this work system, it is feasible to obtain pre-basic tubers of good phytosanitary quality and, above all, of good size and weight, which can be used directly in the final fields.

Key words: Genetics, Vitroplants, Seedling, Prebasic seed

I. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMÁTICA

La semilla es la base fundamental para el inicio de cualquier sistema productivo; el uso de una semilla de calidad genética y sanitaria, es una condición importante que se manifiesta en el rendimiento y la calidad del producto obtenido.

En el cultivo de papa, uno de los principales problemas es la presencia de los problemas virales y fúngicos que se diseminan a través del tubérculo semilla; es por ello que se debe de considerar sembrar semilla de calidad que garanticen los rendimientos esperados.

Debido a la acumulación de problemas fitosanitarios en el cultivo de papa; los productores se han visto obligados a realizar mayor número en aplicación de pesticidas, afectando el medio ambiente y consecuentemente su rentabilidad.

Uno de los principales problemas que afrontan los agricultores es la poca disponibilidad de semillas de buena calidad; dado que su producción se centra en un sistema informal, sin controles mínimos de calidad. Por lo general, las semillas distribuidas a nivel nacional provienen de campos cultivados cuyo objetivo es la producción comercial en la cual los tubérculos de menor tamaño son los que finalmente son comercializados bajo el concepto de semilla.

La producción de semilla pre básica en invernaderos representa para los semilleros y productores una alternativa de solución a fin de cubrir la demanda de semillas garantizadas; sin embargo, un sistema eficiente de producción necesita incrementos en el número y tamaño de tubérculos por planta o unidad de área, de tal forma que el costo de producción se reduzca y a la vez produzcan tubérculos de tamaño adecuados según el interés y demanda de los clientes.

Otro de los problemas frecuentes en la disponibilidad de semillas provenientes de los semilleros registrados es que no ofrecen tubérculos pre básicos de tamaños adecuados que puedan ir directamente a campo ya que para lograr los tamaños adecuados deben de

cultivarse por lo menos durante tres ciclos lo que cabe la posibilidad de algún grado de infección en aquellos tubérculos ofrecidos.

La propuesta de este trabajo, es reducir el tiempo de exposición al tener una semilla pre básica de calidad en cantidad y tamaños ideales demandados por los productores; esto implica que el proceso de producción de semillas de calidad empieza con la obtención de plántulas in vitro, obtenidas del CIP las cuales van para su multiplicación al laboratorio de biotecnología de la empresa Agronegocios Genesis SAC a fin de obtener vitroplantas, luego son llevadas a los invernaderos de Viveros Genesis SAC para su aclimatación y obtención de plantines; de esta manera serán sembrados en campo para su producción comercial bajo invernaderos protegidos de las inclemencias climáticas en la zona Zapallanga – Huancayo – Junín.

Este proyecto fue presentado a INNOVATE PERU, por parte de Agronegocios Genesis S.A.C calificando como un proyecto innovador el cual se procedió a su ejecución gracias al cofinanciamiento de ambas empresas. Fue aprobado en el año 2014, terminando en el 2017.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Mejoramiento en la producción y calidad de semilla pre básica de papa producidas a partir de plantines en el Valle del Mantaro.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer un plan agronómico en la producción de semilla pre básica a partir de plantines bajo condiciones de invernadero.
- Obtener mayor proporción de tubérculos semilla pre básica de tamaño mediano a grande (entre 40 a 80 gramos).
- Evaluar los costos en la producción de semilla pre básica a partir de plantines bajo condiciones de invernadero.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEN DEL CULTIVO DE LA PAPA

Según la investigación de (Gutiérrez, 2016) las diversas investigaciones a través del tiempo dan origen a la papa nace en la sierra sur en los andes que va desde el Cusco hasta la cuenca altiplánica del Titicaca, lo cuenta el taxónomo John G. Hawkes en (1963), quien afirmó que las especies nativas derivan del diploide silvestre *Solanum leptophyes*, sometido a selección ese diploide primitivo originaria de *S. stenotomum*, siendo la especie que por hibridación, mutación y adaptación se habrían logrado diversas especies domésticas como se muestra en la figura 1.

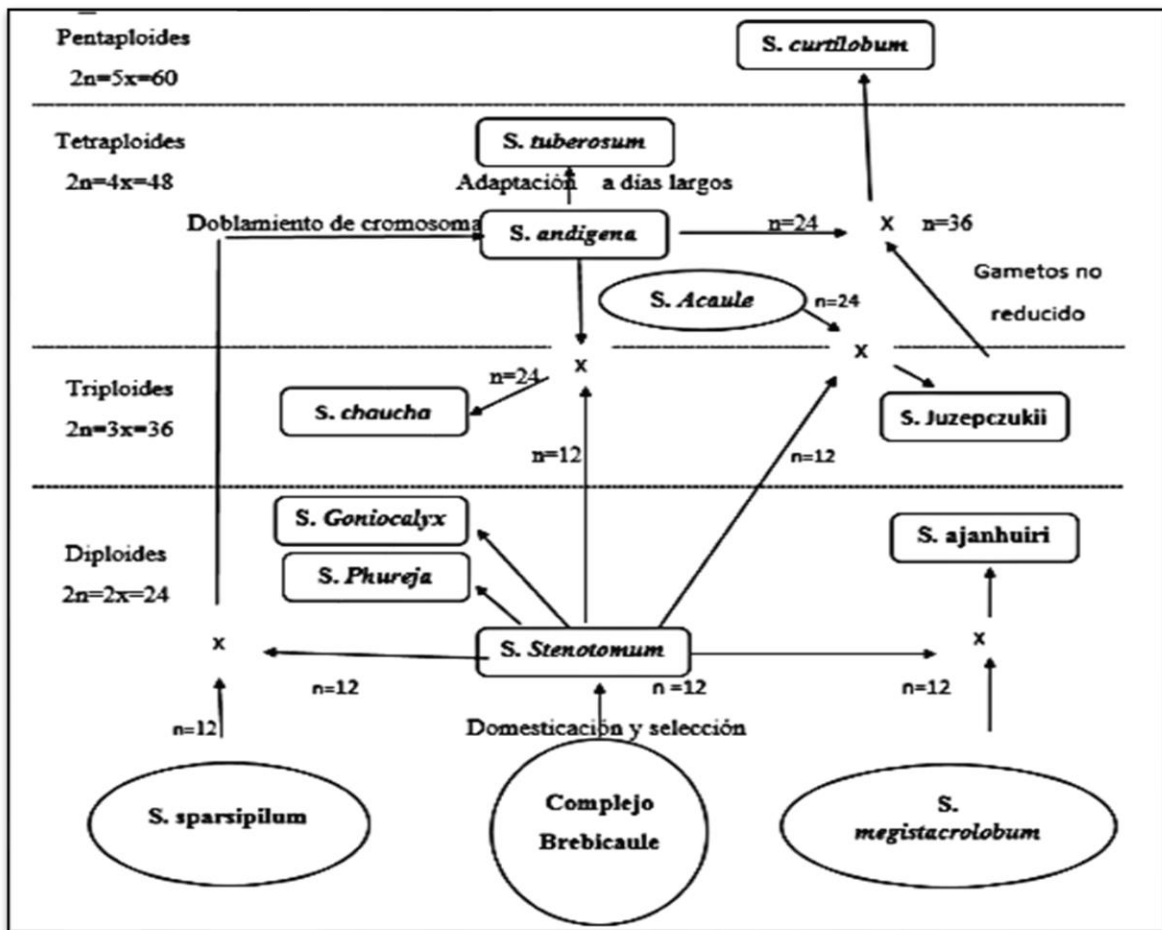


Figura 1. Evolución de las especies de la papa. Fuente: (Spooner, Mc Lean, Ramsay, & Waugh, 2005)

Para, (Chappa, 2021) la papa es originaria del Perú, pero domesticada en zonas alto andinas hace 7000 años atrás, e introducida a Europa a fines del siglo XVI, siendo china el mayor productor de papa mundialmente alcanzando un rendimiento de 14778 kg/ha debido a su avance tecnológico, además de otros países como China (1), Rusia (2), India(3), Polonia(4), estados unidos (5), Ucrania (6),Alemania (7),Países bajos (8), Bielorrusia(9), Francia(10), Irán (11), Turquía(12) y Canadá(13). sin embargo (Ministerio de agricultura y riego, 2017) ubica al Perú en el puesto 14 a nivel de productor mundial y el primer lugar en américa latina con una ponderación anual de 5.3 millones de toneladas, a pesar de ello el rendimiento esta debajo de la media mundial (7,31t/h a) debido a sus factores ambientales y genéticos que condicionan al cultivo.

Esta producción extensa peruana de papa , es el resultado intenso de 330 mil hectáreas de cultivos que anualmente se estima en producción en las 19 regiones principales de nuestras áreas alto andinas , entre ellas las regiones productoras rescatamos a Puno, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Junín, La libertad, Apurímac, Ayacucho, entre otros, así mismo (Ministerio de agricultura y riego, 2017) menciona el rendimiento de papa en nuestro país supera los 16.1 toneladas por hectárea, permitiendo generar más de 110 mil puestos de trabajo ocupado por familias de zonas alto andinas considerando la ubicación geográfica de 3,000 a 4,000 msnm, convirtiéndose el tubérculo como producto notable e impulsor en la economía regional y local de estas zonas productoras, que genera un aproximado de 34 millones de jornales de trabajo para las familias.

Para mejorar la producción de la semilla de la papa, la tecnología emergente es la producción de tuberculillos, (semilla vegetativa) que permite optimizar insumos, estandarizar y garantizar mayor calidad de semillas, además la tecnología permite mantener las características genéticas, físicas, fisiológicas y mejorar las características sanitarias de la variedad, reducen la diseminación de plagas y enfermedades que afectan al cultivo.

2.1.1 Importancia de la semilla pre-básica

(Ministerio de agricultura y riego, 2017) (supremo N° 010-2018- MINAGRI) expuso las categorías de una semillas certificada entre ellas la semillas “Pre-Básica” que se obtiene de la semilla genética pudiéndose multiplicar una o dos veces siendo sometida al proceso de certificación cumpliendo con los requisitos establecidos para la categoría básica, registrada, certificada y autorizada, para alcanzar esta categoría se acepta únicamente variedades mejoradas y nativas que deben estar inscritas dentro del registro de cultivares en el

Ministerio de Agricultura, obedeciendo normas y estándares fijados por cada categoría en el reglamento general de semillas en vigencia, actualmente se viene empleando técnicas aeropónicas en la producción de tuberculillos considerada semilla pre básica. Esta tecnología no necesita sustrato sólido, es amigable con el medio ambiente y ofrece competitividad del mercado, creación de microempresa, incremento de producción y satisfacción de la demanda.

Para (Córdero, 2019) La papa (*Solanum tuberosum L.*) es el tercer producto alimenticio en el mundo después del trigo y arroz, representa una fuente importante de alimentos e ingresos económicos para los agricultores no solo en América sino a nivel mundial. (Agraria.pe) El Perú se mantiene como el principal productor de papa en América Latina, con una producción anual de 5.3 millones de toneladas registradas el 2019, un volumen superior para atender las necesidades alimenticias de una población de 32 millones de consumidores en nuestro país. (INIA, 2012)

2.1.2 La papa en el Perú

Los antecedentes históricos vinculan a la papa con nuestras culturas remotas desde la época de los recolectores, cazadores y nómades fueron los primeros peruanos los que recolectaron los tubérculos de especies silvestres e iniciaron su domesticación con amplitud en su distribución en diferentes zonas de nuestro territorio, nace de nuestro Perú la papa para el mundo. (Egúsqiza, 2000) informa en su libro, que a partir de 10.000 o 8,000 años se dio inicio a la agricultura en la chacra primitiva, se sembró diferentes especies de papas silvestres que se cruzaban entre ellas, es a través de los años, donde el agricultor selecciono híbridos que producían tubérculos más grandes, menos amargos y con mejores adaptaciones a las condiciones de los suelos y climas de los andes peruanos.



Figura 2. Domesticación de la papa. Fuente: (Egúsqiza, 2000).

Existen evidencias arqueológicas, que la papa era el principal alimento de los agricultores en la cultura moche, como lo reflejan los ceramios de nuestra historia de la cultura Moche (siglo I-IV) y Chimú (Siglo IX- XIII), estos restos de tubérculos más antiguos fueron encontradas en tumbas de la costa con una antigüedad de 7.000 años, reflejados como huacos que indican como los peruanos antiguos deshidrataban la papa para su consumo en forma de chuño, moraya o tunta era la forma de aprovechar los tubérculos amargos, con la invasión de los españoles la papa como planta fue altamente evolucionada de igual forma las técnicas agrícolas para su producción (Egúsqiza, 2000).



Figura 3. Cerámica Mochica y Chimú evidencia el origen de la papa en el Perú. Fuente: (Egúsqiza, 2000)

Sus zonas productivas, es la altitud sobre el nivel del mar que determinan las 3 principales campañas agrícolas productivas de la papa, que se diferencian por la oportunidad de siembra y cosecha. En la campaña de la costa, es una zona de riesgo climático, ya que los productores usan semilla de sierra, tecnología moderna, siendo el cultivo de la papa bajo riego.



Figura 4. Campaña de la costa. Fuente: (Egusquiza,2000)

En la campaña de la sierra media, existe un cierto riesgo climático, los productores usan semillas de las zonas más altas, tecnología intermedia y el cultivo es de bajo riego complementando con lluvias.



Figura 5. Campaña de la sierra media. Fuente: (Egusquiza, 2000)

Campaña de la sierra alta, es de alto riesgo según la altitud de siembra, los productores usan semilla local u de zonas más altas, la tecnología es tradicional, o intermedia su producción depende de la cantidad y distribución de lluvias.



Figura 6. Campaña de la sierra alta. Fuente: (Egusquiza, 2000)

Sobre su superficie y rendimiento nacional, podemos apreciar que según los antecedentes la papa ha ido evolucionando su producción, (Egúsquiza, 2000) informó, en el año 1971, se sembró hasta 320.000 ha, tuvo una baja en el año 1992 disminuyendo la superficie hasta 135.000 ha; en el censo agropecuario de 1994, creció su siembra de 349,261 ha y siendo así en rendimiento nacional desde 1951 5.4 t /ha hasta 10.06 t/ha el año 1996.

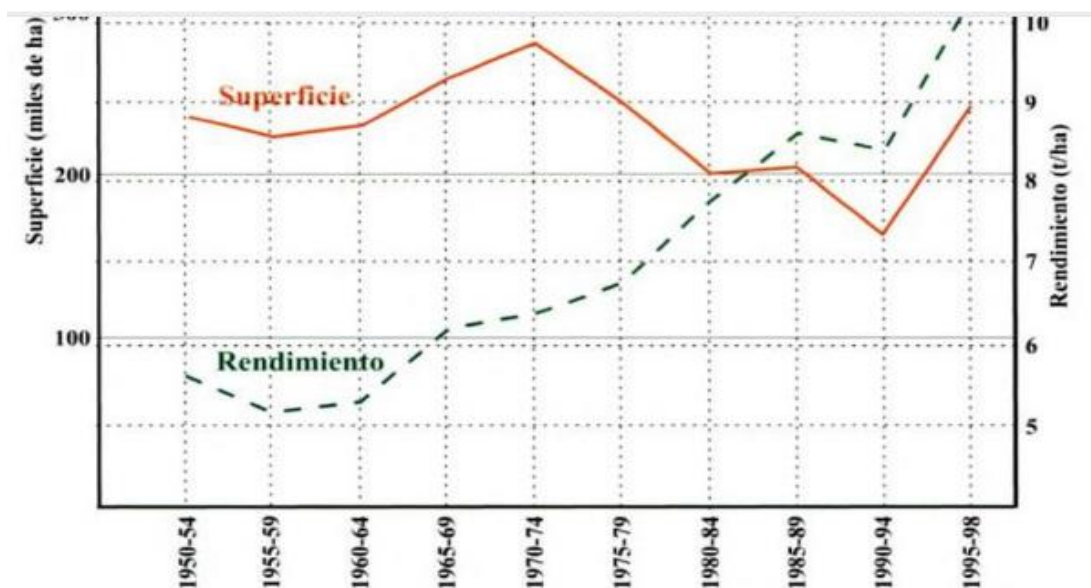


Figura 7. Rendimiento de papa y su evolución en periodo de 5 años. Fuente: OIA/MINAG.

2.1.3 Su taxonomía

La papa se caracteriza de la siguiente manera:

Tabla 1. Clasificación de la papa.

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Sub clase	Simpétala
Sección	Anisocárpeas
Orden	Tubiflorineas
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum L.</i>
Especie	<i>Solanum tuberosum</i>

Fuente: (Cerón, 2003)

2.1.4 Características morfológicas

Según, (Fuealtala, 2020) la morfología en base a la botánica, nos orienta que la papa es una planta de naturaleza herbácea, posee un sistema aéreo el cual cumple la función de producir la fotosíntesis y un sistema radicular subterráneo, capaz de absorber el agua y nutrientes necesarios para su alimentación.

El brote, es el tallo que se origina del ojo del tubérculo, su tamaño y apariencia es variable según las condiciones de su almacenado. Al sembrarse los brotes aceleran su crecimiento, saliendo a la superficie del suelo para convertirse en tallo. El consumidor desea la presencia del brote para su comercio como semilla. Los elementos del brote están constituidos por: lenticelas, pelos, yema terminal, yema lateral, nudo, primordios radiculares.

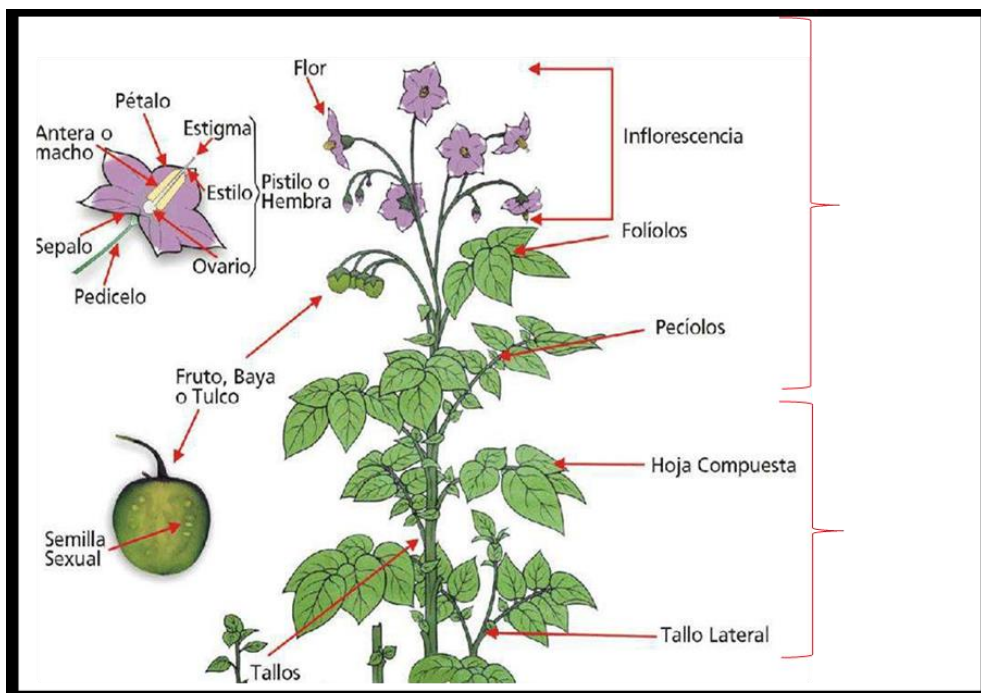


Figura 8. Morfología de la planta de la papa. Fuente: (Huáman,1986)

El tallo de la papa, es un conjunto de tallos aéreos y subterráneos. Compuestos por tallo principal, que origina el brote del tallo y semilla. El tallo secundario, que origina la yema subterránea del tallo principal. El tallo estolonífero, que se origina de un estolón al tomar contacto con la luz. La rama, se origina de una yema del tallo principal. El estolón, transporta sustancias, que trasladan desde el follaje. El tubérculo, es el tallo que almacena sustancias. Entre los elementos del tallo aéreo, están el nudo, ala. Entonces podemos entender que el tallo es un conjunto que se encarga de sostener hojas y flores en los tallos aéreos, transporta azúcares mediante los estolones, ya almacena almidones en los tubérculos (Fuealtala, 2020).

La raíz, es la estructura subterránea encargada de la absorción del agua, se origina en los nudos de los tallos subterráneos y forma un conjunto fibroso. También podemos afirmar que las raíces de la papa, son de menor profundidad muy débiles y se forman en capas superficiales.

La hoja, es la estructura que se encarga, en captar y transformar la energía lumínica mediante la luz solar en energía alimenticia, es decir azúcares y almidón. Los principales elementos de la hoja son: yema, raquis o peciolo, inter hoja también llamado foliolo secundario, foliolos laterales, foliolos terminales. Según la cantidad de foliolos de la hoja termina su disectividad. Podemos afirmar que en la superficie las hojas son fuente de energía, que utiliza la planta de la papa para su crecimiento, desarrollo y almacenamiento para lograr una producción importante y mantenerlo sano el mayor tiempo posible (Särkinen, y otros, 2015).

La flor, es la estructura aérea ella cumple la función de la reproducción sexual, en los agricultores su importancia radica, para la diferenciación y reconocimiento de sus variedades. Las flores se presentan en grupos que conforman inflorescencia cuyos elementos son, botón floral, estigma, columna de anteras, corola, cáliz, pedicelo superior, pedicelo inferior, flor, pedúnculo floral. Cada flor se presenta al final de la ramificación del pedúnculo floral. Existen variedades en colores de papa, con numerosas características en floración y elementos de la flor; que al ser fecundadas el ovulo por el polen de la flor, pueden ser modificadas por el ambiente (Fueftala, 2020).

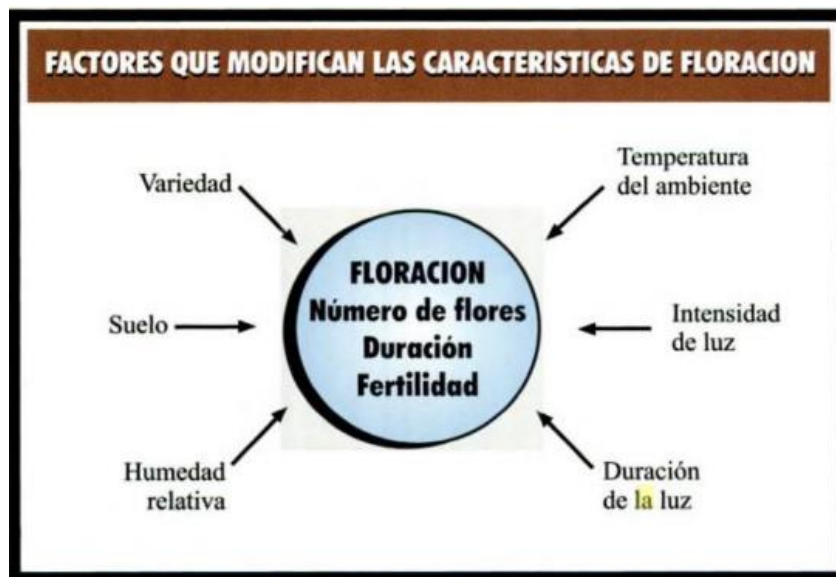


Figura 9. Factores que modifican las características de floración. Fuente: (Fueftala, 2020)

El fruto y la semilla, también llamado baya se origina por el ovario, también reconocida como semilla sexual, siendo el ovulo fecundado, desarrollado y maduro. El número de semilla por fruto puede variar desde 0-400, cada semilla tiene facultad de originar una planta, aprovechándola de manera correcta puede alcanzar a producir cosechas muy satisfactorias. Existen elementos internos en la semilla y son: radícula es la futura raíz, hilium, plúmula futuro tallo, testa es la cubierta seminal, embrión, el endospermo.

El estolón, es el tallo subterráneo que se origina en la yema del tallo subterráneo, el extremo del estolón tiene forma de un gancho, es el encargado de transportar las sustancias que produce las hojas y que se almacena en el tubérculo en forma de almidón. El número y longitud de los estolones depende de la variedad, del número de tallos subterráneos y de las condiciones que afecten al crecimiento de la planta.

El tubérculo es la porción apical del estolón, su crecimiento es fuertemente comprimido y orientado a los costados en su expansión lateral. El tubérculo es el tallo subterráneo especializado para almacenamiento de los excedentes de energía, el almidón. La papa (tubérculo) es el resultado del trabajo, dedicación y responsabilidad del productor y las condiciones ambientales en las que ha crecido. Sus elementos externos son, lenticelas, tercio distal o apical, tercio central, tercio proximal o basal, estolón, pestaña y ceja. Elementos internos de la papa son: haz vascular, ojo, medula, parénquima de reserva, corteza, piel. (Fuealtala, 2020)

2.1.5 Características agronómicas

Según, (Pumisacho & Sherwood, 2002), informaron que la papa de por su naturaleza es de crecimiento erecto, sus tallos son pigmentados, presencia de alas rectas y onduladas, sus hojas diseccionadas de color verde intenso, con 3 o 4 pares de foliolos laterales y una o 2 pares de interróguelas sobre peciolos. Su floración es moderada, su flor de color morado con color secundario blanco su forma de corola estrellada, sus frutos de forma ovalada, ojos superficiales, color predominante rosado, color secundario blanco crema, distribuido alrededor de los ojos pulpa amarillo intenso, los brotes de color predominante blanco y su color secundario en la base violeta.

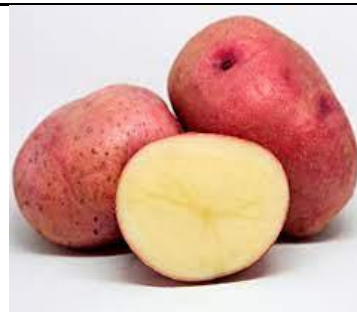
2.1.6 Clasificación y variedades

Cuando hablamos de variedad explica las características agrícolas pueden ser muy favorables de acuerdo a su capacidad de producción, así como desfavorables de acuerdo a una posible susceptibilidad de acuerdo a un factor determinado. Según (Gavilan & Ombone, 2020) el ministerio de agricultura (2011) afirmo que Perú es, el país con mayor diversificación de papas ante el mundo, ya que posee 8 especies nativas domesticadas y más de 3,000 variedades, de las 5,000 que existen en latino américa, Así mismo posee 91 de las 200 especies silvestres del continente y que generalmente no son comestibles por su amargura y alta toxicidad, sin embargo, son las que han dado origen a variedades domesticas que hoy se con sumen el planeta.

Existe el centro internacional de la papa (CIP), institución encargada de la conservación de este tubérculo su labor se originó en 1971 y el objetivo es reducir la pobreza y aumentar la sostenibilidad ambiental, ayudar a garantizar la seguridad alimentaria en zonas más pobres y marginadas. Entre las más principales tenemos:

Tabla 2. Características sobre variedades en estudio

Características de variedad en estudio	
canchan	Se originó en CIP en 1980 y en 1982 empezó la investigación en Moyobamba, proviene del cruzamiento(B1-2)2 como progenitor femenino cuya resistencia le pertenece al Clack (<i>Solanum tuberosum x Solanum demisum</i>) y el progenitor masculino Murillo III-80n proveniente del cruzamiento nativo (<i>Solanum ajanhuiri</i> y <i>Solanum andigena</i>) son resistencia al friaje y heladas.



Única Ha sido estudiada a profundidad en el Perú por la Universidad San Luis Gonzaga de Ica, y el centro internacional de la papa (CIP), posee una longitud de crecimiento en 0.90 a 1.20 m, su contenido es de color crema y piel rosada, su forma obovada, alongado, su periodo vegetativo va de 90-120 días.



2.1.7 Categorización de las semillas

Según (Mateus, 2010), la semilla es el principal insumo para desarrollar buenos cultivos, por eso es vital que la semilla sea de calidad, ya que de ello depende la propagación vegetativa, una semilla que no asuma condiciones sanitarias, físicas y fisiológicas adecuadas producirá emergencia no uniforme, un bajo desarrollo de la planta, con bajos rendimientos asumiendo el riesgo de diseminar involuntariamente, plagas, enfermedades, que se transmiten a través de la semilla de mala calidad. Sin embargo, para (INIA, 2012) dice, que para la comercialización y producción de semillas el reglamento general admite solo clase y categorías, entre las más importantes resaltan las siguientes:

a. Semilla Pre- Básica

Por reproducir fielmente la identidad de un cultivar y por su alta calidad sanitaria, equivale a la semilla Genética.

b. Semilla Certificada

Producida bajo el proceso de certificación; comprende las siguientes categorías:

- **Semilla Básica**

Es la obtenida a partir de una o dos multiplicaciones de semilla Genética o Pre básica, sometida al proceso de certificación y que cumple con los requisitos establecidos para la categoría. A la primera multiplicación se denominará Semilla Básica I y a la segunda Básica II.

- **Semilla Registrada**

Es la obtenida a partir de una o dos multiplicaciones de semilla Genética, Pre Básica o Básica, sometida al proceso de certificación y que cumple con los requisitos establecido para la categoría. A la primera multiplicación se denominará semilla registrada I y a la segunda registrada II.

- **Semilla Certificada**

Es la obtenida a partir de una o dos multiplicaciones de semilla Genética, Pre Básica, Básica o Registrada, sometida al proceso de certificación y cumple con los requisitos establecidos para la categoría. A la primera multiplicación se denominará Semilla certificada I y a la segunda certificada II.

- **Semilla Autorizada**

Es aquella que cuenta con suficiente identidad y pureza varietal, sometida al proceso de certificación y que cumple con los requisitos establecidos para la semilla de categoría certificada excepto en lo que a su procedencia se refiere.

2.1.8 Clasificación por peso de semilla

La semilla será clasificada según su peso en las siguientes denominaciones:

Gruesa	:	Tubérculos entre 81g a 120 g
Primera	:	Tubérculos entre 60 g y 80 g
Segunda	:	Tubérculos entre 40 g y 59 g
Tercera	:	Tubérculos entre 20 g y 39 g

En el caso de la semilla Pre básica, según su peso será clasificada con las siguientes denominaciones:

Gruesa	:	Tubérculos mayores de 40 g
Primera	:	Tubérculos entre 30 g y 39 g
Segunda	:	Tubérculos entre 20 g y 29 g
Tercera	:	Tubérculos entre 10 g y 19 g
Cuarta	:	Tubérculos entre 1g y 9 g

2.1.9 Tecnologías para la producción de semillas Pre-básica de papa.

Según (Martínez & Sous, 2018) La producción de tubérculos-semillas de papa debe iniciarse con material de la más alta calidad sanitaria. Es necesario, por tanto, disponer de núcleos iniciales generados de plantas in vitro y de plantas que provengan de un programa de multiplicación clonal. A partir de estas plantas o de sus descendientes se pueden producir muchas más por medio de la multiplicación acelerada.

A partir de la semilla pre-básica, ésta se multiplica en su proceso de invernadero estratégico para obtener la semilla básica y, a partir de la semilla básica, se obtienen otras categorías de semilla, de acuerdo al grado de sanidad y la legislación fitosanitaria de cada país. La producción de semilla requiere inspecciones por agencias certificadoras para asegurar la calidad requerida de la semilla que va a ser distribuida para cultivos comerciales (Mateus, 2010)

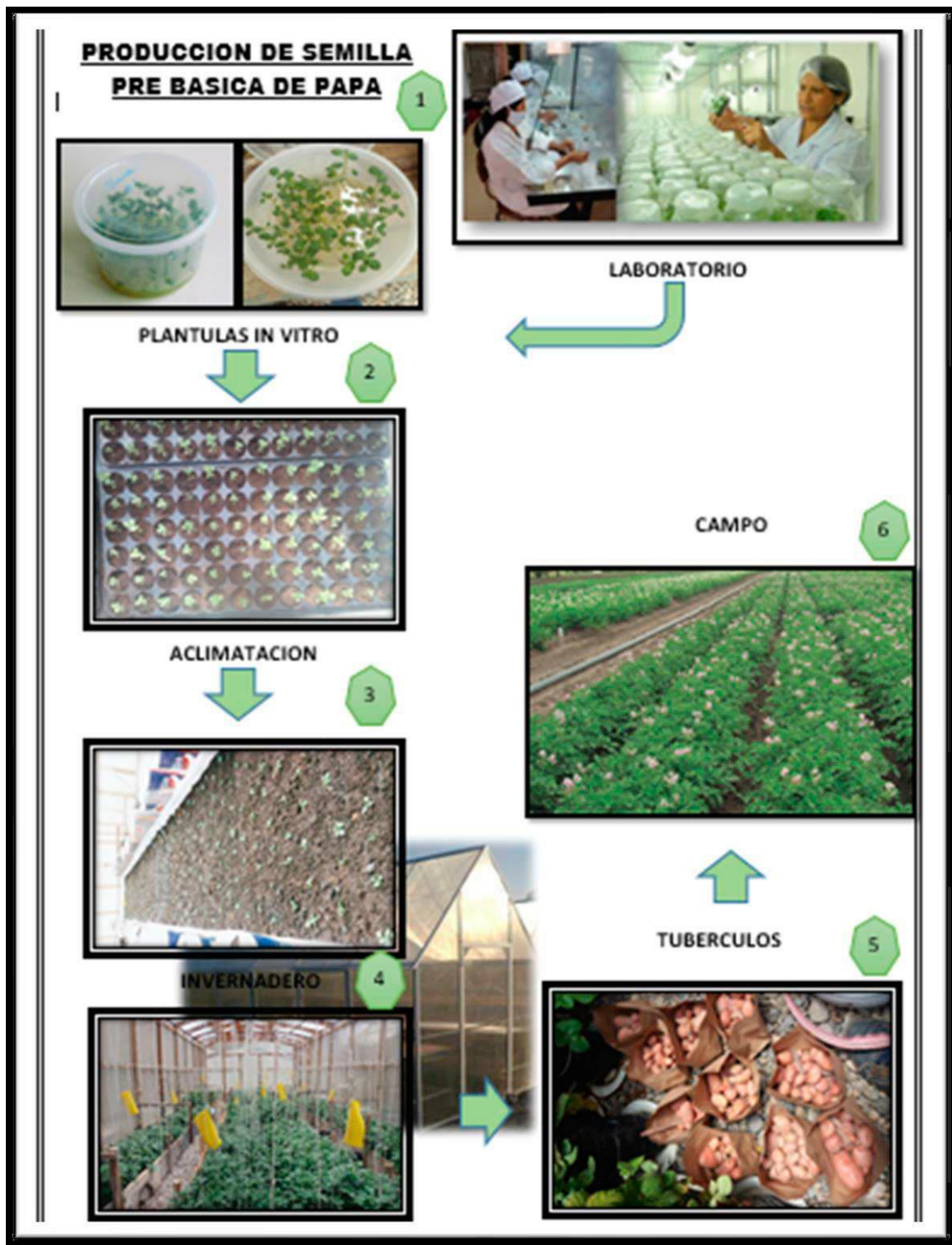


Figura 10. Diagrama de producción de Semilla Pre básica de papa. Fuente: (Cordero,2019)

Las plántulas in vitro, son normalmente plantas de papa producidas a nivel de laboratorio, que se basa principalmente en la propagación de material libre de virus, para lo cual se emplean métodos de detención y diagnóstico de virus a través de técnicas de biotecnología.

La producción de semilla de papa pre-básica enmarca todo un proceso desde etapas de cultivo in vitro en laboratorio, la producción de plantas madres y, el uso de estas plantas para obtener esquejes o brotes, los cuales son sembrados en invernaderos para la producción de los mini-tubérculos a través de sistemas convencionales, hidropónicos, aeropónicos o por medio de micro-tubérculos o semilla botánica o verdadera. (Martinez & Sous, 2018)

Por otro lado (Huamán, 2018) los productores del Perú usan semilla de calidad solo el 0.43%, a diferencia de otros como: Ecuador el 1.5% y Bolivia solo el 1% , en África y Holanda el 100% usa semilla certificada lo cual se ve expresado en sus altos rendimientos (40 ton/ha). Los tubérculos pre básicos, derivan de plántulas in vitro producidos en laboratorio, manejado en invernadero y esto es el inicio de todo el proceso de producción de tubérculos pre básicos de papa.

La semilla de papa certificada se obtiene luego de multiplicar el material inicial, en bloques de multiplicación sucesivos. Los mismos se originan en el bloque 0 con semilla prebásica, continúa con los bloques I, II y III como semilla básica y culmina con los bloques IV, V, y VI como semilla certificada. Al menos cuatro generaciones deben transcurrir entre el bloque 0 y la obtención de semilla de categoría certificada.

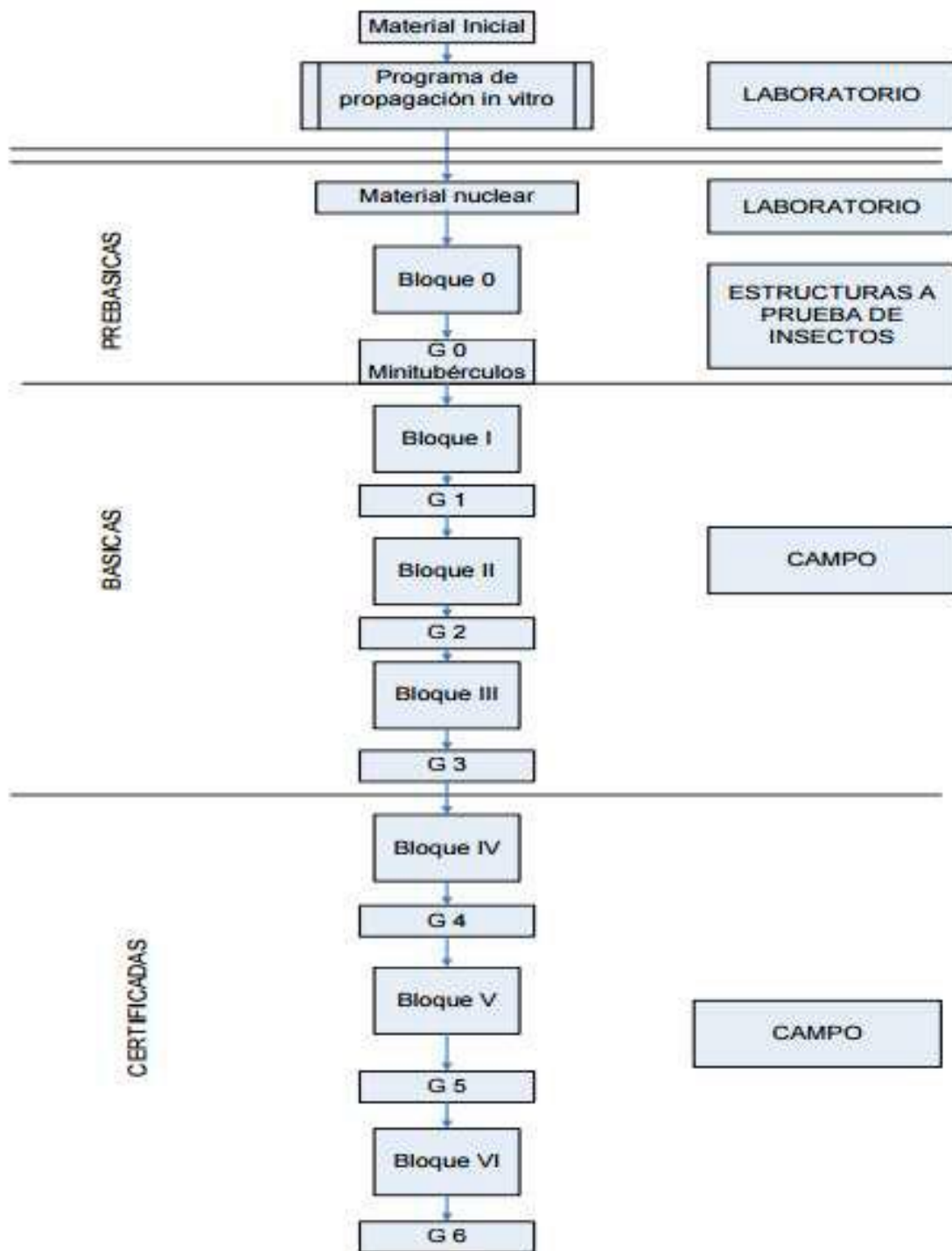


Figura 11. Esquema de producción de materiales de propagación de certificados de papa. Fuente: (INASE,2017)

2.1.10 Método aeropónico

Considerado uno de los sistemas importantes en los últimos años, para la producción de mini tubérculos, ya que se incrementa durante el desarrollo del cultivo logrando un pico alto en producción, este sistema permite aprovechar varias cosechas, hasta que las plantas cumplan su ciclo biológico arrojando en sus primeras cosechas calibres mayores a 8g, permitiendo la siembra directa en campo para su posterior multiplicación, en su finalización de ciclo biológico su cosecha disminuye, involucrando la cosecha de los mini tubérculos de calibre menor, con el fin de aumentar el rendimiento del cultivo de la papa (Magallán, 2018).

Se ha venido comparando sistemas convencionales, hidropónico y aeropónico en la producción de mini tubérculos de la papa donde se obtuvo el rendimiento más alto para sistema aeropónico con 11.6 mini tubérculo/planta, un rendimiento de 101.1g/planta y un peso medio de mini tubérculo de 8.9g; siendo la mayor productividad en el tiempo y evitando tubérculos demasiados grandes a producción de mini tubérculos por planta fue el doble respecto a los sistemas de cultivo tradicional e hidropónico. (Larios, Santos, Pineda, & y Hernández, 2013)

Según (Andrade, Darío, & Chuquillanqui, 2015), reportan la mayor producción de tubérculos por planta con un cálculo de 70 tubérculos en variedades como Perricholi, Canchan-INIA u Yungay, ya el sistema radicular de estas plantas crece en ambiente aéreo con nutrientes nebulizados, creando condiciones óptimas en su crecimiento y desarrollo.

Asimismo (Nuñez, 2014) afirma que existen diversas variedades con diferencias estadísticas significativas, entre ellas la categoría I, compuesta por las variedades (Wankita y Yungay) cuyas alturas alcanzan entre 109.92 cm hasta 110.08 cm, por otro lado la categoría II, compuesta por la variedad serranita alcanza una altura de 106.08 cm y por último la categoría III, compuesta por la variedad amarilis presenta una altura de 96.28 cm.

Así mismo Izarra (2014), afirma que las variedades tienen diferencias estadísticas significativas. La categoría I, formado por las variedades (Wankita y Yungay), alcanzan alturas entre 109.92 cm. hasta 110.08 cm. Mientras que la Categoría II, formado por la variedad Serranita alcanzan una altura de 106.08 cm., asimismo la categoría III, formado por la variedad Amarilis presentan una altura de 96.28 cm. Asimismo su clasificación también tiene diferencias significativas, en su categoría I, se compone por la variedad Wankita que presenta 240.28 g, en la categoría II, compuesto por las variedades Amarilis y Yungay que tienen de 203.28 g hasta 203.86 g, y por último la categoría III, conformado por la variedad

serranita presenta 179.95 g. De esta manera el incremento productivo se da con el reporte de las variedades aclarando las diferencias significativas en su clasificación categoría I, variedad wankita la cantidad de 14.84 unidades de tubérculo, en la categoría II, con la variedad Yungay y amarilis que tienen 12.36 hasta 13.33 unidades de tubérculos y por último la categoría III, formado por la variedad serranita presenta de 10.41 unidades de tubérculo.

Para (Medina, 2014) de su investigación dijo, las papas nativas en la producción de mini tubérculos en el sistema aeropónico los pesos promedio va desde 8,90 g hasta 12.46 g con promedio general de 10,68 g. Para su altura van desde los 81.11cm hasta 133,22 cm con un promedio general de 101,22 cm de altura promedio de planta. De esta manera aseguro que la producción de mini tubérculos que van desde 3,95 unidades hasta 11,64 unidades con un numero de tubérculos promedio de 7,80 unidades.

A esto se presenta el centro internacional de la papa(CIP) adaptando un diseño de sistema, aeropónico de bajo costo en producción de semillas pre-básicas, empleando materiales y equipos simples buscan solucionar los problemas de esterilización de sustratos y así poder bajar los costos de producción, esperando resultados prometedores en la sierra del Perú, probando 3 cultivares peruanos de papa en aeroponia a comparación del sistema convencional logrando cultivares mejorados en Perricholi, Canchan y Yungay, reduciendo entre 5-10 veces más tuberculillos por planta en el sistema aeropónico que sus plantas hermanas crecidas en forma convencional en macetas. Entre las principales clasificaciones de las características de los métodos

a) Mini-tubérculos

La forma convencional de producir semilla pre-básica de papa es multiplicando el material limpio en invernaderos, usando sustratos con diferentes mezclas. El sustrato debe estar adecuadamente mullido y debe contar con alto contenido de materia orgánica. Además, debe ser esterilizado antes de ingresar al invernadero. El bromuro de metilo ha sido el agente esterilizante más usado por su eficacia y precio bajo. Sin embargo, actualmente su uso está prohibido a nivel mundial por su impacto negativo en la capa de ozono. Se han evaluado otras alternativas incluyendo el calor por vapor, solarización y otros productos químicos y se ha determinado que el vapor es el más eficiente (Chuquillanqui, Mateus, Barker, & Otazu, 2010).

La producción de semillas categorías pre-básica y básica en invernaderos representa para los semilleros y productores, una buena alternativa para resolver la demanda de tubérculos

semilla. Sin embargo, un sistema eficiente de producción necesita incrementos del número de tubérculos por planta o por unidad de superficie, de tal forma que el costo de producción se reduzca y a la vez se produzcan tubérculos semilla de tamaño y de acuerdo al interés (Barquero, Gómez, Brenes, & Valverde, 2011).

b) Hidroponía.

La hidroponía es una técnica agrícola antigua pero que recientemente ha sido adoptada para producir semilla de papa de alta calidad. La producción de semilla pre básica de papa debe partir necesariamente de material de alta calidad (in vitro o tuberculillos libre de enfermedades) y ser producido en invernadero (Chuquillanqui, Mateus, Barker, & Otazu, 2010).

Una alternativa para producir tubérculos-semilla categoría pre básica de papa, es la técnica de cultivo sin suelo o Hidroponía, la cual presenta ventajas sobre el uso de sustratos, porque permite cultivos en zonas donde el suelo y el clima no son aptos para la agricultura. Además, se usa una menor área, por la mayor densidad por unidad de superficie. Las semillas de papa obtenidas a través de esta técnica son de excelente calidad, la inversión inicial es menor que el sistema convencional y el costo de producción es menor (Polo, 2019).

El sistema hidropónico consiste en el cultivo de plantas sin uso de tierra, en un medio inerte (arena gruesa, turba, vermiculita, aserrín, etc.), al que se le agrega una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento normal.

Hay excelentes razones para reemplazar la tierra por un medio estéril; por ejemplo, se eliminan inmediatamente plagas y enfermedades contenidas en la tierra, lo que facilita el cuidado de las plantas (INIA, 2012).

El INIAP, en la Estación Experimental Santa Catalina, probó la técnica de Semi-hidropónico, la cual no se centra en los cultivos en agua, sino que se realiza en sustratos inertes como perlita, vermiculita, material volcánico, arcillas expandidas, entre otros; de esta manera se puede determinar la humedad del cultivo y evitar el estrés hídrico, porque se maneja el agua a voluntad del cultivo (INIA, 2012).

c) Aeroponía.

Para la producción de tubérculos-semilla categoría pre-básica se utiliza la técnica de Aeroponía, en la cual, las raíces de las plantas madres están expuestas, de manera continua o discontinua a un ambiente saturado de finas gotas de una solución nutritiva. Los tubérculos-semilla de papa obtenidas son de excelente calidad, tamaño y peso apropiados para la siembra, además de producir tubérculos libres de virus, hongos, bacterias y nematodos (Särkinen, y otros, 2015).

La Aeroponía es una técnica que permite cosechar 40-50 mini-tubérculos de papa por planta. Esta técnica se viene utilizando exitosamente en China y Corea para producir mini-tubérculos. En Latinoamérica, el Centro Internacional de la Papa (CIP) está evaluando esta técnica en Ecuador, Perú y Bolivia, con diferentes resultados. Aplicada racionalmente, la Aeroponía permite un mayor espacio para desarrollar raíces, menor posibilidad de contaminación, uso reducido de energía eléctrica, varias cosechas durante el período vegetativo y un mejor monitoreo, ya que se tiene fácil acceso al follaje y al sistema radicular, estolones y tubérculos.

La desventaja principal es que cualquier corte de energía eléctrica por más de una hora puede causar daños irreparables a las plantas. La Aeroponía representa una alternativa viable para producir mini-tubérculos porque no necesita ningún tipo de sustrato esterilizado: las plantas se desarrollan en cámaras climáticas donde las raíces crecen en el aire. En esta metodología el ambiente es muy importante pues se requiere controlar la temperatura, la humedad ambiental y la luz, para que las plantas rindan su máximo potencial (Särkinen, y otros, 2015).

2.1.11 Técnicas de multiplicación rápida de papa

Según, (Corrado, Marengo, & Gustavo, 2018) La aplicación del cultivo de tejidos y técnicas de multiplicación rápida en los programas de semilla de papa se han convertido en una práctica muy extendida en los países tanto desarrollados como en desarrollo.

- **Esquejes de tallo juvenil.**

Los esquejes de tallo juvenil se obtienen de las plantas madres mantenidas jóvenes (sin hojas compuestas, ni tubérculos). Esas plantas jóvenes y de crecimiento vigoroso pueden originarse de esquejes de brotes, tubérculos pequeños (menores de 10 g) o de material in vitro (Benz, 1989).

La multiplicación por esquejes de tallo juvenil se inicia con plantas fisiológicamente jóvenes que provienen principalmente de plántulas o tubérculos in vitro; el origen de la planta madre puede ser, sin embargo, cualquier otro esqueje. Entre 20 y 30 días después de la siembra de la planta madre y cuando ésta cuente con 5 a 8 hojas simples, cada planta es seccionada en esquejes, cada uno de los cuales contiene una hoja y un nudo. La planta madre mantiene el nudo basal de donde brotará un nuevo tallo que nuevamente podrá ser seccionado para una segunda cosecha de plántulas. Las secciones o esquejes de cada planta se plantan en una cama de enraizamiento y luego se trasplantan a la cama definitiva para la producción de tubérculos. Los esquejes pueden convertirse también en nuevas plantas madres. Los cortes deben hacerse con todas las medidas de asepsia conocidas, tanto del operario como de los instrumentos (Hidalgo, Marca, & Palomino, 1999).

- **Esquejes de tallo lateral.**

Los esquejes de tallo lateral (10-15 cm de longitud) son los que se forman en la axila de las hojas de las plantas madres de tamaño normal con profuso desarrollo vegetativo y que se ramifican a expensas del crecimiento del tubérculo. Estos esquejes están generalmente libres de enfermedades no sistémicas si se toman de la parte superior de la planta (Benz, 1989).

Este método se usa ampliamente y con bastante éxito en los programas de semilla básica. Se pueden producir de 20 a 60 esquejes por cosecha en promedio y de 120 a 150 en total en 4 a 5 cosechas. Cada uno de los esquejes enraizados puede producir en el campo de 0.5 a 1 Kg de tubérculos, según de la variedad. Las plantas madres también pueden proceder de plántulas o tuberculillos in vitro, de esquejes de brotes y de tallo lateral. Las plantas están aptas para el despunte apical aproximadamente 15 días después de la siembra o cuando las plantas tienen 20 a 30 cm de altura. El despunte apical consiste en eliminar el meristema apical de todos los tallos de la planta para estimular el crecimiento de las yemas axilares, para lo cual se usa una pinza o bisturí. Los esquejes de tallo lateral enraizados pueden ser trasplantados en el invernadero a macetas y camas para producción de tubérculos-semillas pre básicos y en campo para la producción de semilla básica. (Hidalgo, Marca, & Palomino, Producción de tubérculos semillas de papa, producción de semilla de prebásica y básica usando métodos de multiplicación acelerada, 1997).

- **Esquejes de tallo adulto.**

Este es un método suplementario para obtener tuberculillos a partir de esquejes de tallo adulto. El método consiste en seleccionar tallos de plantas que han iniciado su madurez

fisiológica; éstos se cortan en pedazos que tengan una hoja y un pedazo de tallo (3 cm). Los esquejes obtenidos se colocan en un substrato de arena para producir tuberculillos. De cada planta madre se pueden producir entre 80 y 120 tuberculillos (Hidalgo, Marca & Palomino, Producción de tubérculos-semillas de papa: producción de semilla básica por selección positiva, negativa y clonal, 1999).

Los esquejes de tallo adulto se obtienen de plantas madres fisiológicamente senescentes o viejas. Un esqueje de tallo adulto es una sección de un solo nudo que consta de un pedazo de tallo, una hoja compuesta y yemas axilares. El objetivo es promover la formación de un tubérculo en la yema axilar en lugar de un retoño (Benz, 1989).

- **Esquejes de brotes.**

Los brotes a usarse deben provenir de tubérculos sanos. Pueden utilizarse tanto los brotes completos como segmentos de brote con uno o varios nudos. Si los brotes han de ser cortados se recomienda alternar el almacenaje de los tubérculos en luz difusa y en la oscuridad (Benz, 1989).

Esta tecnología permite también incrementar considerablemente los índices de multiplicación y, como en los casos anteriores, eliminan los patógenos no sistémicos y nematodos que se transmiten por el suelo. Este método se basa en la obtención de varias cosechas de brotes del tubérculo, los cuales se enraízan para luego convertirse en nuevas plantas en las camas o en el campo. Una vez que los tubérculos semilla han iniciado su brotación, esta puede ser manejada para obtener la mayor cantidad posible de brotes y aun usar el tubérculo para sembrarlo en el campo. Los tubérculos pueden provenir de camas de invernaderos (pre básica), de tubérculos básicos o de otras generaciones producidas en el campo. Este método, sin embargo, es mucho más útil con tubérculos grandes de campo que son demasiado grandes para ser usados como tubérculos semilla (Hidalgo, Marca, & Palomino, Producción de tubérculos semillas de papa: producción de semilla básica por selección positiva, negativa y clonal, 1999)

- **Sistema de Inmersión Temporal (SIT).**

La micropropagación es el proceso que utiliza técnicas de cultivo in vitro, en las que se selecciona un explante, se desinfecta, se aísla en un recipiente estéril y, artificialmente, se le otorga condiciones para que sus células manifiesten su total potencialidad; es decir, la

capacidad de regenerar una planta completa a partir de una parte de la planta madre, que conserva todas sus características genéticas (FIA, 2009).

Una alternativa en la micropropagación de plantas es el empleo del sistema de inmersión temporal (SIT), basado en el contacto intermitente del medio de cultivo con los explantes, lo cual facilita el desarrollo de los procesos a gran escala, reduce los costos de producción y genera un aumento de la productividad del material propagado (FIA, 2009).

En el año 1997, surgió el denominado Sistema de Inmersión Temporal, creado en el Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) de Francia, este sistema, se logró a partir de la aplicación de un flujo de aire a uno de sus frascos, el cual hacía subir el medio de cultivo y luego de bañar los explantes, el medio descendía por gravedad. Este método ha revolucionado los métodos tradicionales de micropropagación, pues se han logrado una mayor tasa de multiplicación, enraizamiento y aclimatación, así como niveles elevados de supervivencia en condiciones de campo, se plantea que este sistema provoca cambios en la atmósfera interna de los frasco, trayendo consigo un mayor crecimiento y desarrollo de los explantes, además de que las vitroplantas mantienen una capa superficial de medio de cultivo hasta la próxima inmersión, lo que evita la pérdida por desecación (Coral, 2016).

La adquisición del SIT, posibilita desarrollar investigaciones en la producción de semilla de papa que garanticen calidad, eficiencia y reducción de los costos de producción ((Castro et al., 2011). El sistema de inmersión temporal también puede ser utilizado para la multiplicación de brotes durante la fase de siembra, cuando las plantas in vitro pueden ser inmediatamente a climatizadas y trasplantadas. Por lo tanto, varias estrategias son accesibles mediante la combinación de la inducción y el almacenamiento de micro tubérculos, de acuerdo con los patrones estacionales de la agricultura en el cultivo de la papa (Jiménez et al., 1999). Una unidad de inmersión temporal utilizada normalmente consiste en dos recipientes interconectados por tubos de silicona (Jiménez et al., 1999). Uno se usa para la mantención del medio líquido y el otro para el cultivo de los explantes. Para la ventilación se ajusta un filtro esterilizable en cada recipiente. El número de veces (frecuencia) y el tiempo que las plantas son inmersas en el medio se regulan mediante un programador conectado a válvulas selenoides. al abrir una de las válvulas el medio es inyectado desde el recipiente de mantención al del cultivo; al abrirla otra vez, el medio vuelve al recipiente de

mantención. Con este sistema los explantes son inmersos en el medio de cultivo sólo por un tiempo definido, permitiendo la absorción de nutrientes por toda su superficie (Coral, 2016).

- **Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH).**

El SAH es una alternativa práctica y de bajo costo para la producción de plántulas de alta calidad, presentando un aspecto morfológico diferente a las obtenidas en el sistema in vitro; son de baja altura, de hojas anchas y tallos robustos; además de un buen sistema radicular funcional, lo cual permite reducir considerablemente la muerte de las plántulas en el momento del trasplante. Al no tener en el sustrato regulador de crecimiento, se eliminan los desórdenes fisiológicos, morfológicos y genéticos. El SAH reduce el tiempo y los costos, ya que no necesita de cámara húmeda, se simplifica el enraizamiento y la aclimatación (Coral, 2016).

El SAH favorece el crecimiento de las plántulas y reduce al mínimo las pérdidas debido a la contaminación y al estrés de trasplante, por lo tanto, se pueden reducir los costos por planta.

En la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP se estudió la producción de semilla pre básica en camas de invernadero de dos variedades de papa (I-Fripapa e I-Raymipapa), con tres densidades de siembra (16, 34 y 49 plantas por m²) y dos sistemas de manejo (convencional e hidropónico). Para evaluar el ensayo se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar que se dispuso en un arreglo factorial 2x3x2, con tres repeticiones. Se trabajó en camas de 2.64 m² de área, de la cual se tomó 1.00 m² que constituyó la parcela neta. En el sistema de manejo convencional, el sustrato se compuso de tierra negra (70%), pomina (15%) y humus como fuente de materia orgánica (15%), a esta se agregó una fertilización de base y otra complementaria de acuerdo al análisis de suelo y el riego se proporcionó por medio de manguera. En el sistema hidropónico, el sustrato se compuso de pomina (100%), y la fertilización y riego se dieron en forma conjunta (fertirrigación), por medio de una solución hidropónica a base de fertilizantes ultrasolubles. De los resultados obtenidos, las densidades de siembra de 34 y 49 plantas/m² bajo el sistema de manejo hidropónico, permiten obtener tubérculos semilla de categoría pre básica de tamaño y peso homogéneo, además presentan una excelente calidad sanitaria y permite realizar las labores culturales y cosecha de manera más eficiente. (Martínez & Sous, 2018)

El futuro de la investigación de la papa en los países en desarrollo tendrá que incluir una serie de áreas prioritarias. Primero, la falta de cantidades apropiadas de semilla limpia es el principal cuello de botella para mejorar la productividad. Se han obtenido resultados

prometedores a través de esfuerzos de extensión que promueven el uso de la “selección positiva” y de semilleros de pequeña escala. Otros trabajos de investigación dirigidos a mejorar la calidad de las semillas de los agricultores mediante tecnologías novedosas, como la producción por aeroponía de tubérculos limpios, también han tenido resultados positivos. Debe pensarse seriamente en la posibilidad de fomentar alianzas entre los sectores públicos y privados como una estrategia a ser tomada en cuenta en los sistemas de producción de semilla de papa que se desenvuelvan en los países en desarrollo. También se recomiendan las evaluaciones ex ante de las posibilidades de retorno de las inversiones mediante el cálculo del impacto de las nuevas variedades de semillas adaptadas y más limpias. En muchos países se requiere invertir en laboratorios para diagnosticar enfermedades de la papa, para medir las concentraciones minerales en los suelos, abonos y fertilizantes y para determinar la composición y concentración de los compuestos activos de los herbicidas, pesticidas, fungicidas y nematicidas. (Córdero, 2019).

III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

Buena parte de mi vida profesional está ligada al desarrollo e investigación y venta de semillas de productos hortícolas, según las necesidades del mercado y de los clientes. La experiencia adquirida todos estos años me han permitido conocer distintas realidades del mercado, así como sus exigencias en los requerimientos de las hortalizas.

Esta actividad, me ha permitido conocer la cruda realidad del agricultor peruano, la falta de conocimientos, las deficiencias de uso de semillas de calidad, el factor desconocimiento y valoración de lo que nos proporciona la genética es un tema generalizado por la mayoría de agricultores.

En todo sistema productivo, se busca obtener ganancias, en base a la obtención de buenos rendimientos, para ello debemos considerar que factores influyen en este objetivo. Desde mi punto de vista agronómico los factores de producción son tres:

- La Genética: relacionada con proporcionar una buena semilla de calidad garantizada, que nos permita asegurar los rendimientos esperados.
- Fertilización: en la agricultura tradicional aún muchos siguen con la tendencia de los N-P-K; hay mucha falta de conocimiento sobre la importancia de otros elementos, el agricultor siempre es exigente, en tratar de que el área donde produce mantenga la rutina de siempre, para no generar gastos económicos, muchas veces la monotonía laboral no exige al productor le ponga énfasis al cambio, cosa que en estos tiempos ya no podemos perder tiempo, dado que semillas de calidad genética son exigentes en una buena fertilización equilibrada a fin de expresar su máximo potencial genético.
- Protección de Cultivos: referido a manejo fitosanitario que se debe tener en cuenta en todo el ciclo del cultivo, así mismo como las épocas de siembra, distanciamientos, riegos, dando el enfoque de una cultura preventiva de acuerdo a cada problemática de las zonas.

Si bien se busca el éxito de rendimiento a través del buen manejo de estos factores, hay un factor determinante que es el “factor climático”, y que poco lo toman en cuenta, sin embargo, estas alteraciones climáticas cada vez más frecuentes e inestables causan estrés en las plantas que consecuentemente afectan fisiológicamente su desarrollo y consecuentemente los rendimientos.

Dentro de los factores climáticos comunes tenemos: fenómeno de “El Niño” cada vez más frecuente e intenso caracterizado por altas temperaturas y excesivas lluvias que favorecen un desarrollo vegetativo desequilibrado; desmereciendo la formación y desarrollo de los tubérculos, por otro lado, las heladas, sequías, granizadas que destruyen masivamente grandes áreas de cultivo.

3.1 SITUACIÓN ACTUAL

La problemática en el cultivo de papa es los bajos rendimientos que se obtienen en los distintos valles del Perú. Es común escuchar a los agricultores que esto se debe a que la semilla esta degenerada, otros mencionan que la semilla está cansada; esta percepción es lógica dado que utilizan semillas de procedencia no garantizada del descarte de campos que fueron manejados bajo el concepto de producción comercial los cuales no llevan ningún control riguroso en lo que se refiere a sanidad.

Se suma a esta problemática la poca disponibilidad de semilleros garantizados que ofrezcan semillas de las distintas clases comerciales como: pre básica, básica1, básica 2, registrada, certificada y autorizada



Figura 12. Cosecha de la papa.

Esta foto refleja la realidad de lo que comúnmente se realiza en campo, cuyo objetivo es netamente comercial y prácticamente los tubérculos pequeños que quedan, hacen pasar como semilla la cual no tiene ningún registro ni control sanitario técnico que garanticen la calidad de semillas, permitiendo la diseminación de patógenos hacia otras zonas del País.



Figura 13. Producción en campos costeños.

La imagen muestra el fiel reflejo de la realidad de las cosechas de campo en Costa: los sacos negros representan tubérculos comerciales de primera y los sacos blancos son de segunda a un precio menor; consecuentemente afectando la rentabilidad del cultivo, ya que se obtienen del 50 al 60% de primera, lo que años anteriores este porcentaje fluctuaba de 75 a 85%.

Esta caída de producción en la clasificación de sacos primera y segunda es una consecuencia de la utilización de semilla de procedencia dudosa, que no garantiza los rendimientos esperados, perjudicando las economías de los productores.

3.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA

El inicio de esta nueva propuesta de producción de semilla pre básica a partir de plantines nace al adquirir plantas madres del Centro Internacional de la papa (CIP); las cuales mediante tecnologías propias en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la empresa Agronegocios Génesis SAC, se procede a producir plántulas in vitro a partir de meristemas de variedades de papas libre de plagas y enfermedades, partiendo de la selección de la mejor calidad de semilla provenientes de entidades garantizadas.

Obtenidas las plantas madres ingresan a un proceso de multiplicación con estrictos controles de calidad sanitaria, realizando varios sub cultivos, en las cuales se adicionan los nutrientes necesarios a fin de incentivar el enraizamiento y crecimiento de los materiales, alcanzando un grosor y altura específica que permita ser manejada en el vivero.

**FLUJOGRAMA DE LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA**

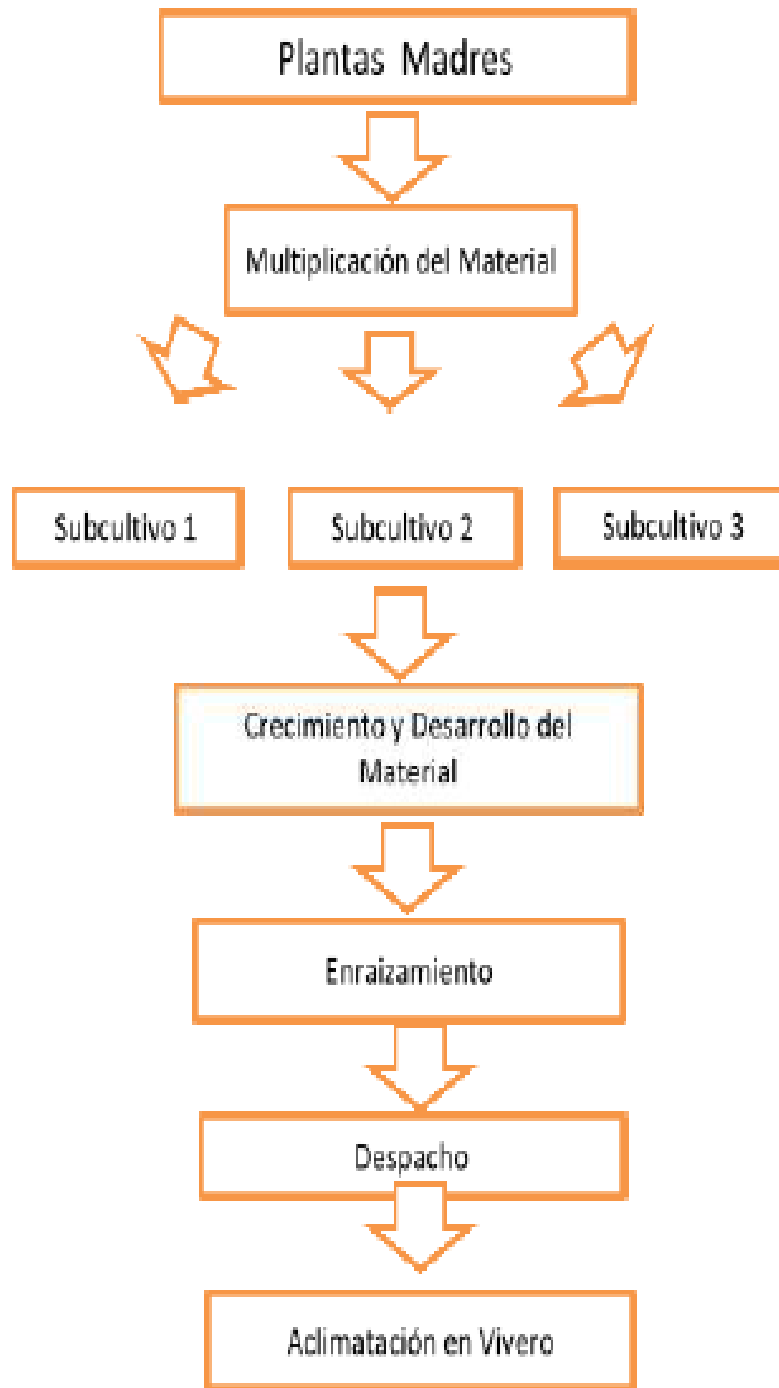


Figura 14. Flujo de producción (Laboratorio).

La figura 15, muestra el seguimiento que se realiza a la producción de vitro plantas en el laboratorio de biotecnología, así mismo se puede apreciar la figura 16 el producto final un conjunto de vitro planta obtenidas de todo el proceso de multiplicación.



Figura 15. Producción de plantas in vitro.



Figura 16. Producción de vitro plantines, en laboratorio biotecnología.

Luego del proceso de multiplicación de las variedades, el objetivo final es obtener una vitro planta de tamaño y grosor ideal que permita ser manipulada y trabajada en condiciones de viveros y así poder tener un plantín el cual es obtenido luego de un periodo determinado mediante un manejo técnico, propio de la empresa Viveros Génesis SAC; permitiéndonos obtener un plantín de características ideales listo para ser llevados a los invernaderos ubicados en la Sierra Central de nuestro País.

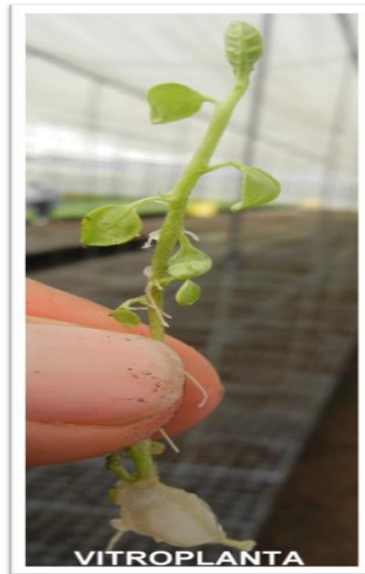


Figura 17. Vitro planta.



Figura 18. Prendimiento de la vitro planta.



Figura 19. Plantines de papa.



Figura 20. Plantin ideal.

El obtener un plantin ideal fue fruto de muchas pruebas realizadas en función de las exigencias que uno desea en campo con el objetivo de disminuir las pérdidas ocurridas en el trasplante dada las condiciones de estrés que normalmente se dan.

Los plantines son producidos en bandejas rígidas de 72 celdas en un periodo de 45 a 60 días, según la época del año; obteniendo una altura de planta de 8 a 10 cm, de tallo endurecidos, con 6 a 8 hojas vigorosas, regadas mediante sistema de nebulización y protección para evitar problemas sanitarios.

3.2.1 Invernadero

Los invernaderos sirven para cultivar cualquier planta fuera de temporada, tienen esa particularidad porque justamente, están hechos de manera que permiten brindarles a los cultivos la humedad, temperatura y luz adecuada, que necesitan para crecer y desarrollarse, disminuyendo los riesgos de contaminación por plagas y enfermedades.

En la actualidad, el uso de invernaderos obedece a la tendencia mundial en la que los mercados exigen cada vez más condiciones de calidad, inocuidad, presentación y certificación del contenido, donde el cliente final observa las diferencia entre los productos de invernadero con respecto de otros que se presentan en los mercados. Estos hacen que los productos de la agricultura protegida estén en nichos de alto nivel.

El invernadero cuenta con dos naves de producción con un área total de 432 m² en un suelo definitivo, una antesala, donde se encuentra un lavamanos con jabón y desinfectantes, así como un pediluvio, un vestuario y el área de sistema hidráulico, lugar donde se ubica la parte automatizada desde donde se filtran y distribuyen las soluciones nutritivas que abastecen a todo el invernadero. El área efectiva de siembra es de 374 m², en la cual se sembraron un total de 2200 plantines de Papa variedades CANCHAN y ÚNICA.

La empresa AGRONEGOCIOS GENESIS SAC ha implementado un invernadero considerando todos los factores climáticos necesarios para el adecuado desarrollo fenológico del cultivo. Se instaló sensores de temperatura, humedad relativa, humedad de suelo, entre otros que son monitoreados digitalmente. Se hicieron análisis de suelo y agua para determinar los niveles de fertilización adecuada mediante un sistema de fertirriego.

El acondicionamiento del invernadero es de vital importancia dentro del proceso productivo, dado que en experiencias pasadas se determinó que la temperatura interna diferenciaba en 12 °C respecto al ambiente exterior, esto se debió básicamente a la protección de plástico que cubre gran parte de la estructura, la cual se colocó como parte de protección ante las lluvias y bajas temperaturas normales que se dan en las noches; que podrían afectar indudablemente al cultivo.

Como experiencia en el primer intento de plantación que realizamos en el invernadero que aún no contaba con los instrumentos de calefacción y ventilación pudimos observar que al tener temperaturas más altas que en el ambiente externo; aumento mucho la evapotranspiración, acumulándose vapor de agua en las partes altas de los techos de plásticos y que al no haber flujo de aire ocurrió el proceso de condensación, ocasionando caída de gotas a manera de lluvia sobre la superficie de las hojas más el calor interno del ambiente, condicionantes esenciales para que se presente *Phytophthora infestans*; es debido a esta razón por la que se recomienda una buena implementación del invernadero.

Debemos tener en cuenta que no es lo mismo obtener la producción de verano e invierno dado las condiciones ambientales a las que se expone el cultivo; se ha observado que las producciones de verano la planta sufre mayor estrés, afectando el potencial genético de producción, debido a que en el día por lo general son soleados con alta radiación y noches muy frías; esta es la razón de que en ambientes de invernaderos no automatizados no pueden realizar otra campaña más de producción; a diferencia de la época de invierno con temperaturas adecuadas y días más frescos permite un ambiente ideal a la planta que le permite expresar mejor su potencial genético.

La razón de ser del sistema productivo de semillas es tratar técnicamente de evitar los menores estreses posibles a fin de mantener una buena calidad genética de la semilla con las características que esta implica.

PRESENTACIÓN Y DETALLE: Ambientes, implementos de bioseguridad, rutas de tránsito.

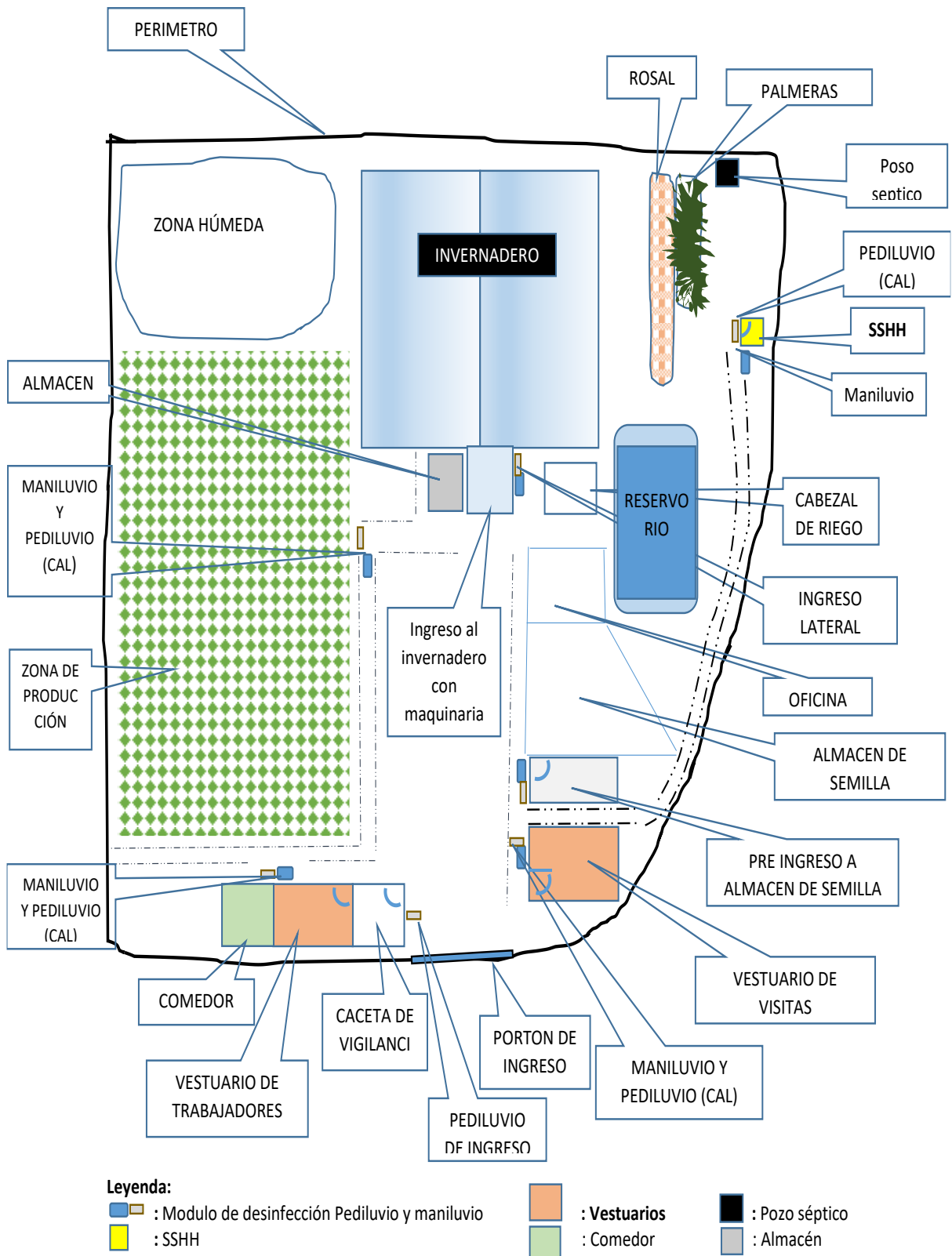


Figura 21. Croquis descriptivo del invernadero.



Figura 22. Módulos del Invernadero.



Figura 23. Ventilador y estufa en el invernadero.



Figura 24. Aplicando las normas de bioseguridad antes de ingresar al invernadero.



Figura 25. Trabajador con uniforme en el pediluvio previo al ingreso al invernadero, instalaciones del vestidor y almacén.

3.3 PROCESO PRODUCTIVO

3.3.1 Análisis de suelos y agua

Antes de empezar el proceso productivo tenemos que considerar en realizar un análisis de agua y suelo que nos permitan conocer las condiciones a las cuales estarán expuestas nuestras plantas y mediante estos resultados ajustar las fórmulas de fertiirrigación, según etapa fenológica del cultivo.

A continuación, se presenta el análisis de agua, que se tomó del reservorio, el cual es llenado con agua de regadío, según los resultados es un agua de pH neutro y su conductividad eléctrica es baja por lo que se deduce que es una buena calidad de agua para el cultivo.

Tabla 3. Análisis del agua.

Análisis de agua		
pH		7.43
C.E.	dS/m	0.13
Calcio	meq/L	0.51
Magnesio	meq/L	0.33
Potasio	meq/L	0.05
Sodio	meq/L	0.49
SUMA DE CATIONES		1.38
Nitratos	meq/L	0.01
Carbonatos	meq/L	0.00
Bicarbonatos	meq/L	1.00
Sulfatos	meq/L	0.02
Cloruros	meq/L	0.3
SUMA DE ANIONES		1.33
Sodio	%	35.76
RAS		0.76
Boro	ppm	0.04
Clasificación		C1-S1

En el siguiente cuadro nuestros los valores obtenidos del análisis de caracterización del suelo.

Tabla 4. Análisis de suelos

ANALISIS DE SUELOS . CARACTERIZACION									
	CE					Análisis Mecánico			Clase
pH	(1:1)	CaCO3	MO	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Textural
(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	%	%	%	
6.51	0.54	0.00	3.16	44.1	115	44	40	16	Fr.

Tabla 5. Características

CIC	Cationes Cambiables					Suma	Suma	%
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺	de	de	Satu. De Bases
	meq/100g					Cationes	Bases	Bases
11.84	4.86	1.6	0.23	0.06	0	9.8	6.75	51

Según el análisis de caracterización y el valor del pH se determina que es un suelo ligeramente ácido, adecuado para la asimilación de nutrientes, con una conductividad eléctrica baja, un suelo franco que tiene alta materia orgánica, el potencial de capacidad de intercambio catiónico de nivel medio.

3.3.2 Preparación del suelo

Se realizaron labores de arado del campo, limpieza de material vegetal para posteriormente proceder al surcado correspondiente al distanciamiento indicado. Luego se procederá a la instalación del sistema de riego tecnificado.



Figura 26. Preparación del terreno: arado y surcado.

En base al análisis obtenido y conscientes de que el suelo es un ente vivo se decidió la incorporación de materia orgánica (106.9 Tm/ha) aplicadas en el fondo de surco los cuales previo estuvieron regado a fin de que posteriormente remover e incorporar en las zonas de acción de las plantas.



Figura 27. Aplicación de materia orgánica.



Figura 28. Incorporación de materia orgánica.

3.3.3 Trasplante de plantines

Una vez recibido los plantines, estos pasaron por un proceso de aclimatación de 2 a 4 días dentro del invernadero. Previo al trasplante se dio un riego logrando uniformizar la humedad con el objetivo de poder preparar los hoyos en donde se depositarán los plantines los cuales deben enterrarse a nivel de suelo y realizar un apretujamiento a fin de lograr sacar las bolsas de aire que se dan entre el suelo y el cono del plantin.

Llegado el día antes de ser trasplantados se lleva a cabo el proceso de desinfección de las bandejas utilizando fungicidas, nematicidas y enraízate (Pentacloro, Vydate y Kelpac); trasplantados a un distanciamiento entre surcos de 80 cm y entre planta de 20 cm. Teniendo por modulo una cantidad de 1100 plantas de cada variedad.



Figura 29. Desinfección de plantines.



Figura 30. Trasplante de plantines.

3.3.4 Riegos y fertilización

Los riegos y la fertilización se realizan diariamente en función a las necesidades y ciclo fenológico del cultivo, se consideró los datos obtenidos de los análisis más algunas referencias bibliográficas realizadas en países de alta tecnología bajo este sistema de invernadero.

Tabla 6. Plan de fertilización según fase fenológica.

Fase Fenológica	Días después de la siembra	kg/campaña					
		Nitrato de amonio	Fosfato monoamónico	Nitrato de potasio	Nitrato de calcio	Nitrato de Magnesio	Ácido fosfórico
F1: Establecimiento	1-10	0.13	0.00	0.10	0.00	0.00	1.69
F2: Crecimiento	11-50	3.71	1.52	9.09	0.31	0.55	2.63
F3: Tuberización	51-90	7.88	3.12	18.55	0.52	1.12	2.23
F4: Maduración	91-140	7.34	2.95	17.40	0.50	1.10	2.42
	Total	19.06	7.59	45.14	1.33	2.77	8.97

3.3.5 Aporques

Se realizaron tres aporques manuales durante el ciclo, cuya funcionalidad es proteger a los estolones a fin de que no salga de la tierra y tomen contacto con la luz natural así evitamos la pérdida de los estolones.

Cada implemento, antes de ser utilizados fueron debidamente desinfectados, asimismo el personal de trabajo utilizaba uniformes limpios proporcionados por la empresa siguiendo las normas de las buenas prácticas agrícolas.

El primer aporque básicamente se dio a los 15 días después del trasplante a fin de alejar la humedad del cuello de planta y controlar algunas malezas; posteriormente el segundo aporque se dio 45 ddt y el tercer aporque definitivo a los 65 ddt.



Figura 31. Aporque del cultivo.

3.3.6 Control Fitosanitario

En base a la experiencia del manejo del cultivo se realizaron evaluaciones periódicas a fin de determinar algún problema fitosanitario, evaluarlo y tomar la mejor decisión de control. Durante el periodo del cultivo.

Realizado el trasplante se notó que los plantines sufrieron un estrés propio de las condiciones a fin de amortiguar este estrés se aplicó citoquinina más aminoácidos, calcio y microelementos cuyo objetivo es estructurar, fortalecer y desestresar a la planta. Posteriormente se realizaron aplicación de mertec, vydate y fastac cuyo objetivo es controlar pudriciones radiculares, nematodos e insectos respectivamente. Parte de la estrategia de control, es la cultura preventiva, previa evaluación e historial de la problemática de la zona. En base a ello después del aporque se realizó una aplicación de phyton más nativo y oncol para el control de posibles pudriciones, manchas foliares, nematodos y gusanos de hoja respectivamente. Sin embargo, conforme avanzaba el tiempo se notó una prolongación de los estados fenológicos y un crecimiento vigoroso del follaje propio del cultivo cuando se maneja bajo este sistema de invernadero, presentada esta situación se determinó la aplicación de pix, acrobat, nativo y oncol cuyo objetivo era controlar el crecimiento vegetativo, así como Phytophthora infestans, alternaría, nematodos y gusanos. Después de ver el efecto del pix se aplicó potasio, calcio boro, acrobat y regent a fin de ayudar la traslocación mantener baja o nula la incidencia de Phytophthora, gusano y gorgojo de los andes. Todas estas aplicaciones están contempladas en el costo de producción. Luego del corte del follaje se dio una aplicación de lorsban más regent a fin de proteger los tubérculos de gusanos y gorgojó de los andes.

La calidad fitosanitaria de las plantas y de los tubérculos de papa han sido evaluados mediante análisis serológicos y microbiológicos por parte del Centro Internacional de la Papa. El campo fue muestreado en una oportunidad y los resultados obtenidos demostraron que los tubérculos producidos en el invernadero de Agronegocios Génesis S.A.C. son de alta calidad fitosanitaria.



Figura 32. Muestreo por personal del CIP para análisis de virus.

Los servicios de diagnóstico realizados fueron los siguientes.

Tabla 7. Análisis de virus realizados en las parcelas del cultivo de papa

Servicio	Característica
Diagnóstico de virus de papa mediante DAS - ELISA	Detección de 08 virus de papa a partir de muestras de hojas: Virus evaluados : PVX, PVY, PLRV, PVS, PYV, AMV, APLV y APMoV ; este test evalúa muestras individuales .
Diagnóstico de virus y viroide de papa mediante NASH	Detección de 01 virus y 01 viroide de papa a partir de muestras de hojas. Patógenos evaluados PVT y PSTVd. Este test evalúa muestras individuales.
Aislamiento de hongos a partir de tubérculos de papa	Aislamiento en medios de cultivo de Aguar Agua (AA) y Papa Dextrosa Agar (PDA). Este test evalúa muestras individuales

Tabla 8. Resultados de los análisis de virus, realizados en el Centro Internacional de la Papa

Variedad	Prueba	Virus o viroide	No Muestras	% plantas muestreadas	Resultado
Canchan	DAS- ELISA	PVY,PVS,PVX,APLV,	25	2.38	Negativo
	informe CIP: 001- VIRO-17 NASH	PYV,AMV y TMV			
Canchan	informe CIP: 002- VIRO-17	PVT,PSTVd	25	2.27	Negativo
	DAS- ELISA	PVY,PVS,PVX,APLV,			
UNICA	informe CIP: 003- VIRO-17	PYV,AMV y TMV	90	8.00	Negativo
	DAS- ELISA	PVY,PVS,PVX,APLV,			



Figura 33. Campo uniforme y sano.



Figura 34. Aplicaciones sanitarias.

3.3.7 Cosecha

La cosecha se realizó después de 20 días de haber cortado el follaje; a fin de evitar cualquier grado de contaminación y sobre todo lograr la suberización de la piel del tubérculo semilla, antes del corte se identificó 10 plantas en cada surco con el objetivo de realizar una evaluación cuántica del peso y número de tubérculos promedio por planta de cada variedad.

Antes de iniciar la cosecha el personal que ingreso se adecuo a las normas de las buenas prácticas agrícolas que implican cambio de ropa, botas, limpieza de manos, herramientas, desinfección en el pediluvio a fin de que tomen conciencia de la importancia que implica la aplicación de estas normas en la inocuidad final del producto.

Como se puede apreciar en las siguientes fotos se empezó a cosechar surco por surco; los tubérculos fueron recolectados en jabas y amontonados para luego ser clasificados según pesos y tamaños.



Figura 35. Inicio de cosecha.



Figura 36. Recolección de cosecha



Figura 37. Clasificación de tubérculos.

Una vez clasificados los tubérculos fueron colocados en mallas y lavados con agua corriente para luego ser desinfectados con pentacloro (500 g en 200 litros de agua), para luego dejar secar y empezar a colocarlos en sus mallas respectivas.

Para el almacenamiento de los tuberculillos de papa cosechados se ha construido un ambiente totalmente cerrado con ventanas cubiertas con malla anti áfida, la cual permite la entrada de aire, así poder estar ventilado dentro de las instalaciones para una mejor conservación de las semillas pre básica almacenada, el techo colocado es de fibra vegetal lo que permite conservar la temperatura por dentro. Este almacén consta de un ambiente de 32 m² y una altura de 2.5 m, además consta de un ambiente de pre ingreso cubierto con malla anti áfida donde se encuentran pediluvios antes de las puertas para desinfección de los zapatos.



Figura 38. Envasado y almacenamiento.

3.4 COSTOS

3.4.1 Costos Fijos

El siguiente cuadro indica la distribución de los costos fijos según ítem valorizado en dólares promedio del año 2016 en la construcción de un invernadero de 432 m² (18 m por 24m) en la zona de Zapallanga.

Tabla 9. Inversión en infraestructura para la implementación de un invernadero de 434 m², sistema de riego y almacén de 32 m² para conservar los tubérculos semilla

Ítem	Cantidad	Valor Unitario US \$	Valor Total US \$	Vida Útil (años)	Campañas al año	Valor por campaña (US\$)
Invernadero	1	33753.9	33753.9	10	2	1687.7
Sistema de Riego	1	2302.5	2302.5	10	2	115.1
Almacén semilla	1	8955.2	8955.2	10	2	447.8
Total US\$			45011.6			2250.6

El costo del invernadero representa el 74.9% del total de costos fijos; esto se debe a que cuenta con dos módulos de producción en el cual está incluido a parte de la infraestructura todos los accesorios como estufas, ventiladores, área de vestidores, pediluvios, vestimentas, instrumentos de medidas de temperatura, humedad relativa, cortinas de plástico que pertinente amortiguar las bajas temperaturas de las noches. Es un invernadero automatizado que en promedio tiene una vida útil de 10 años. Es importante mencionar que se consideró dos campañas al año dado que con el manejo agronómico establecido y las variedades utilizadas es posible hacerlo.

El almacén de semilla es de material noble y permite el aireamiento y luminosidad necesaria que exige los tubérculos de papa para el desarrollo de brotes verdes y vigorosos; consta de un área construida de 32 m².

3.4.2 Costos Variables

A continuación se presentan los gastos detallados que implican producir semilla pre básica de papa; ascendiendo a un costo de insumos para la producción por campaña de US\$ 1418.7, en la que se observa que la incorporación de materia orgánica representa el 50.5% del costo total de producción, decisión que se tuvo que tomar, considerando que el suelo presentaba inconvenientes de drenaje y permeabilidad, por lo que se busca obtener un efecto apreciable sobre el desarrollo del cultivo; considerando que los tubérculos semilla deben tener un ambiente adecuado que les permita su desarrollo.

Tabla 10: Costos de insumos para la producción de una campaña de semilla pre básica de papa realizado en un área de 374 m2, bajo condiciones de invernadero.

Insumos	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total US\$
Fertilizantes				
Ácido fosfórico	8.97	Kg.	4	10.7
Nitrato de amonio	19.06	Kg.	1.3	7.4
Fosfato monoamónico	7.59	Kg.	4	9.1
Nitrato de potasio	45.14	Kg.	5	67.4
Nitrato de calcio	1.33	Kg.	2	0.8
Sulfato de magnesio	2.77	Kg.	14	11.6
Pesticidas				
Vydate	0.15	Lt.	125	5.6
Pentacloro	0.05	Kg.	75	1.1
Kelpac	0.2	Lt.	70	4.2
Stimplex	0.125	Lt.	165	6.2
Carboxy ca	0.05	Lt.	40	0.6
Wuxal ascofol	0.025	Lt.	85	0.6
Acronix	50	250 ml.	70	4.2
Fastac	0.0275	Lt.	70	0.6
Break thru	46	250 ml.	40	2.2
Oncol	0.075	Lt.	130	2.9
Bb5	0.04	Lt.	35	0.4
Phyton	0.08	Lt.	230	5.5
Mertec	55	100 ml.	60	9.9
Fetrimon combi	60	250 g.	30	2.1
Packard	0.325	Lt.	48	4.7
Carboxy k	0.5	Lt.	40	6.0
Acrobat	0.4	Kg.	85	10.1
Nativo	30	100 g	70	6.3
Pix	0.05	Lt.	125	1.9
Magnesio	0.03	Lt.	80	0.7
Regent	50	250 ml.	85	5.1
Suprafos	0.1	Lt.	50	1.5
Malathion	2	Kg.	12	7.2
Maquinaria				
Arado con discos		Global		59.7
Surcado		Global		29.9
Incorporación de mallki				
Mallki	160	Saco 25 Kg.	15	716.4
Personal	2	Jornal	45	26.9

Mano de obra				
Preparación de suelo	4	Jornal	45	53.7
Trasplante	4	Jornal	45	53.7
Deshierbo	2	Jornal	45	26.9
Aporque (2 veces)	4	Jornal	45	53.7
Control fitosanitario	3	Jornal	45	40.3
Acomodado de tallos	2	Jornal	45	26.9
Corte de follaje	2	Jornal	45	26.9
Cosecha	8	Jornal	45	107.5
				1418.7

En el siguiente cuadro se muestra los costos de producción de vitroplantas, plantines, los diagnósticos de virus, agua y suelo, así como el costo de energía y agua; si bien el costo de agua es bajo esto es porque tan solo se pagaba la mita de agua según turno con la cual se llenaba el reservorio de agua. Sin embargo, se puede apreciar que los análisis de virus en la planta y de hongos en los tubérculos representan el 89.3% del costo total en este rubro.

Tabla 11. Detalle de otros costos variables en la producción de semilla pre básica.

Ítem	Cantidad	Valor Unitario (US\$)	Valor Total (US\$)
Vitroplanta	2500	0.04	100
Plantin	2400	0.05	120
Análisis de agua	1	13.4	13.4
Análisis de suelo	1	17.9	17.9
Diagnóstico de virus DAS-ELISA	25	33.44	836
Diagnóstico de virus NASH	25	30.45	761.25
Aislamiento de hongos en tubérculos	25	62.34	1558.5
Canon de agua	1	35.8	35.8
Energía eléctrica	1	89.55	89.55
Total US\$			3532.4

Otro de los costos variables son los gastos del personal, en la que se incluye el coordinador, asistente de campo y vigilancia.

Tabla 12. Costos variables personal

Item	Cantidad	Valor Unitario US\$	Valor Total US\$	Ponderación	Valor por Campaña (US\$)
Coordinador	1	900	900	0.3	270
Asistente	1	240	240	1	240
Vigilancia	1	150	150	1	150
Total US\$			1290		660

3.4.3 Costo de producción total y rentabilidad

En el siguiente cuadro muestra la distribución de los costos totales, en la cual para obtener el costo por tubérculo se han considerado, los costos fijos que representan el 28.63% y los costos variables con una participación del 71.37% de los costos totales de producción, hay que recalcar que este alto porcentaje está influenciado por los costos de diagnósticos de virus y hongos realizados en los módulos.

El costo total de producción asciende a US\$ 7861.7, lo que nos permite obtener una producción de 13620 tubérculos pre básicos de variedad Única y 21800 tubérculos pre básicos de la variedad Canchan, haciendo una producción total de 35420 tubérculos pre básicos producidos en un área de 374 m², con lo que a un precio de US\$0.3 se obtiene una ganancia bruta de US\$ 10626; y por consecuencia un beneficio neto de US\$ 2764.3 con lo que se obtiene una rentabilidad de 35.16%.

Tabla 13. Ingreso bruto, beneficio neto y rentabilidad por campaña en la producción de semilla pre básica de papa de las variedades Única y Canchan.

Detalle	Costo por Campaña US\$	Porcentaje de participación %
Costos Fijos		
Invernadero	1687.7	21.47
Sistema de riego	115.1	1.46
Almacén de tubérculos	447.8	5.70
Sub Total	2250.6	28.63
Costos Variables		
Insumos y Mano de Obra	1418.7	18.05
Otros costos	3532.4	44.93
Costo de Personal	660	8.40
Sub Total	5611.1	71.37
Costo de Producción Total	7861.7	100.00
Producción de tubérculos		
Total, de tubérculos/campaña	35420	
Costo Unitario de tubérculos		
Costo producción de tubérculos	\$0.22	
Costo venta tubérculos	\$0.30	
Ingreso Bruto	\$10,626.00	
Beneficio Neto	\$2,764.3	
Rentabilidad (%)	35.16	

3.4.4 Resultados

Como resultados de la producción de tubérculos semilla a partir de plantines, bajo el sistema propuesto por Agronegocios Génesis S.A.C. se logró producir en primer lugar tubérculos de categoría pre básica, de mayor tamaño que lo estipula la reglamentación específica sobre la producción de semilla pre básica; mejorando la producción y calidad de tubérculos.

Tabla 14. Rendimiento según clasificación de tubérculos pre básico de papa variedad UNICA

Clasificación de tubérculos pre básico de papa variedad UNICA				
Rango de pesos (g)	Nro. Tubérculos	Peso Total (kg)	Peso promedio (g) / tubérculo	Numero promedio de Tubérculos /planta
Más de 120	1,472.00	253.56	172.30	1.00
80 a 120	2,100.00	203.17	96.70	1.00
60 a 79	1,860.00	127.46	68.50	2.00
40 a 59	1,800.00	88.47	49.20	2.00
20 a 39	2,000.00	63.46	32.10	1.00
5 a 19	3,032.00	44.59	14.70	3.00
Menos de 5	1,356.00	5.76	4.20	1.00
Totales	13,620.00	786.47	437.70	11.00

En la tabla 14 muestra los datos obtenidos al detalle de la producción de tubérculos pre básico de la variedad ÚNICA; tomados de una muestra de 100 plantas evaluados en distintos puntos del campo; obteniendo en promedio 11 tubérculos por planta, que van con pesos de 4.2 a 172.3 g; los cuales en su totalidad pesan 437.7 g por planta superando ampliamente los resultados obtenidos bajo el sistema convencional y aeropónico.

Así mismo esta producción se pudo lograr obtener en un corto tiempo de 150 a 180 días comparado a lo que se realiza en forma convencional (tres campañas).

A continuación, se muestra cuadros con datos obtenidos de la producción de semilla pre básica a partir de plantines manejados bajo condiciones controladas en invernadero instalado en Huancayo.

Los tamaños y pesos obtenidos difieren del esquema establecido en la clasificación de pesos para esta categoría y es producto de la tecnología innovadora propuesta por la empresa.

El rendimiento proyectado es de 39,323 kg/ha, de semilla pre básica a partir de plantines bajo invernadero y una capacidad de producción de 681,000 tubérculos/ha de semilla pre básica.

Tabla 15. Rendimiento según clasificación de tubérculos pre básico de papa variedad CANCHAN

Clasificación de tubérculos de papa variedad CANCHAN				
Rango de pesos (g)	Nro. Tubérculos	Peso Total (kg)	Peso promedio (g) / tubérculo	Numero promedio de Tubérculo / planta
Más de 120	300.00	51.91	173.00	1.00
80 a 120	1,630.00	149.49	91.70	1.00
60 a 79	1,515.00	93.60	62.00	3.00
40 a 59	2,710.00	116.42	43.00	3.00
20 a 39	3,720.00	91.81	25.00	3.00
5 a 19	6,560.00	82.92	13.00	8.00
Menos de 5	5,365.00	22.95	4.30	1.00
Totales	21,800.00	609.10	412.00	20.00

En la tabla 15, muestra que las plantas cultivadas en el invernadero de la variedad canchan, obtuvieron en promedio 20 tubérculos por planta con rangos de pesos de 4.3 a 173 g en promedio, superando ampliamente a los pesos obtenidos bajo el sistema convencional y aeropónico.

Del muestreo realizado en el campo se obtuvo 412 g de peso promedio por planta y un potencial de rendimiento esperado de 30,455 kg/ha, con una capacidad de producción de 1,090,000 tubérculos pre básicos, de los cuales el 25% pertenecen a la categoría de peso menor a 5 g.

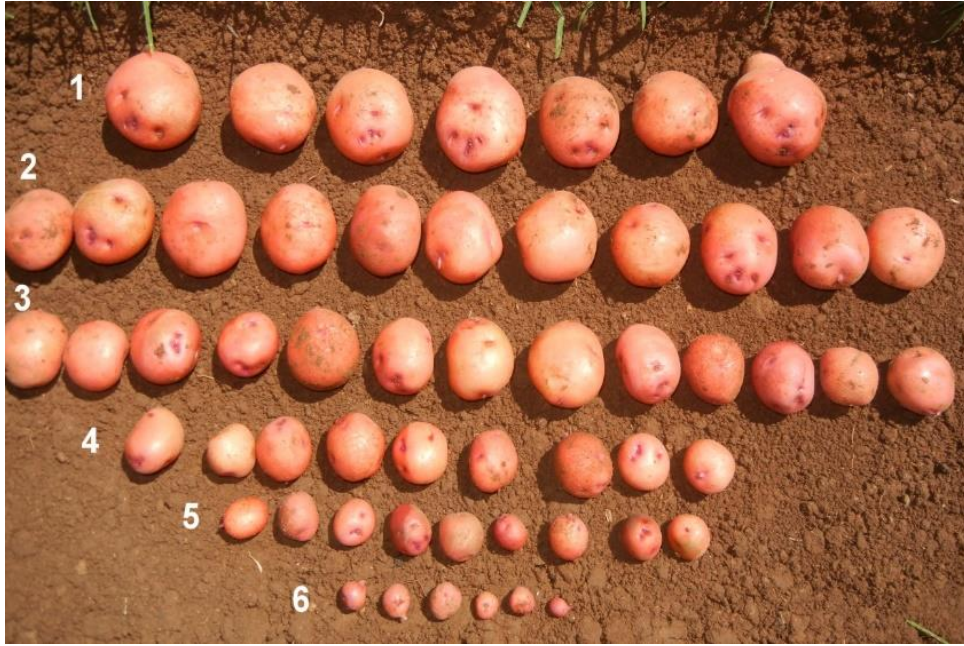


Figura 39. Muestreo final del potencial esperado.

IV. CONCLUSIONES

1. El cultivo en invernadero es una alternativa al cambio climático, permitiendo mejorar la producción y calidad, obtenida de la semilla pre básica, producida con plantines, pudiendo realizar hasta dos campañas por año.
2. El plan agronómico propuesto ha permitido obtener resultados superiores a los obtenidos con el método convencional y aeropónico. Dado que en los estudios de comparación de ambos sistemas realizados concluye que los rendimientos medio más alto para la producción de mini tubérculos se obtuvo bajo el sistema aeropónico, con 11,6 mini tubérculos/planta, un rendimiento de 101.1g/planta y un peso medio de mini tubérculos de 8.9 g. A diferencia de los obtenidos en este proyecto donde los rendimientos por planta son de 437.7 g en la variedad Única y de 412 g en la variedad Canchan.
3. Se logró el incremento del tamaño y peso de los tubérculos pre básicos, libres de plagas y enfermedades obtenidas en un ciclo de producción a diferencia de otros métodos que lo obtienen en tres campañas a más, exponiendo a un potencial peligro de contaminación. A diferencia del método convencional producidos en invernaderos obtienen mini tubérculos de menor tamaño y peso los cuales vuelven a ser sembrados a fin de incrementar su peso y tamaño; así mismo en el medio aeropónico si bien pueden obtener en una campaña mayor número de tubérculos estos a su vez no logran los tamaños y pesos deseados por los clientes; en un estudio de evaluación y rendimiento de 10 variedades de papas nativas en la producción de mini tubérculos bajo el sistema aeropónico, obtuvo pesos promedios de 8,9 g hasta 12,46 g/planta con un promedio general de 10,68 g/planta. En el proyecto realizado se han obtenidos pesos que van desde 4,2 g hasta 173,0 g.
4. Este plan agronómico para la producción de semilla pre básica a partir de plantines bajo condiciones de invernadero invirtió para la implementación de un invernadero de 434 m², sistema de riego y almacén de 32 m² para conservar los tubérculos semilla el costo fijo,

un valor total de (US\$) 45011.6 y el valor de campaña un total de (US\$)2250.6, representa el 74.9% del total de costos fijos.

5. El costo total de producción asciende a US\$ 7861.7, lo que nos permite obtener una producción de 13620 tubérculos pre básicos de variedad Única y 21800 tubérculos pre básicos de la variedad Canchan, haciendo una producción total de 35420 tubérculos pre básicos producidos en un área de 374 m², con lo que a un precio de US\$0.3 se obtiene una ganancia bruta de US\$ 10626; y por consecuencia un beneficio neto de US\$ 2764.3 con lo que se obtiene una rentabilidad de 35.16%.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar pruebas de producción de plantines con otras variedades que exige el mercado tales como Capiro y cultivares nativos.
2. Realizar ensayos de densidades en las distintas variedades dado que tienen comportamientos diferenciados.
3. Realizar experimentos comparativos de producción de los tubérculos pre básicos obtenidos de plantines en invernadero versus lo que existen en el mercado a fin de validar el potencial genético de una semilla de calidad.
4. Según los resultados obtenidos, se recomienda a partir de esta investigación seguir nuevos caminos de investigación científica utilizando plantines en la producción de semillas pre básicas de otras variedades de papa en invernaderos controlados buscando determinar el potencial de rendimiento de cada variedad.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Barquero, M., Gómez, L., Brenes, A., & Valverde, R. (2011). *El tamaño del pote en la producción de semilla PreBásica de papa en invernadero San José*. España: C.R. San José.
- Benz, J. (1989). *Producción y utilización de materiales para la siembra de papa en climas cálidos*. Lima: PE-CIP.
- Chappa, N., Coronel, F., Chávez, S., García, L., & Chuquizuta, T. .. (2021). Comportamiento productivo y viabilidad económica de *Solanum tuberosum* var. Huayro proveniente de cultivo in vitro en dos sistemas de producción de semilla pre básica. *Revista pakamuros*, 14-28.
- Chuquillanqui, C., Mateus, J., Barker, I., & Otazu, V. (2010). *Métodos de producción de la semilla Prebásica de la papa*. Lima-Perú.: PE-CIP.
- Coral, V. G. (2016). *Producción de Semilla de papa (Solanum tuberosum.) usando métodos de multiplicación acelerada, en el Centro Experimental San Francisco Cantón Huaca, Provincia Carchi*. Tulcan -Ecuador: Repositorio de la universidad técnica estatal del Carchi.
- Córdero, S. S. (2019). *Efecto de dos tipos de sustrato en dos tipos de contenedores para la producción de semilla pre básica de papa en dos cultivares Canchan y Única*. Juaja-Perú: Repositorio de la universidad nacional del Centro del Perú.
- Corrado, F., Marengo, Z., & Gustavo, G. (2018). *Factibilidad de producción de semilla básica de papa (Solanum tuberosum L.) en sistema aeropónico en Córdoba*. Córdoba: Repositorio institucional de la Universidad Córdoba.
- Egúsqüiza, R. B. (2000). *La papa, producción, transformación y comercialización*. Lima: Cimagraf.
- FIA. (2009). *Resultados y lecciones en sistema de inmersión temporal en especies anuales, frutales y vides*. Santiago de Chile: Fundación para la innovación agraria.

- Fueltala, T. L. (2020). *Produccion de semilla pre-básica de papa (solanum tuberosum) variedad super chola apartir de esquejes provenientes de plantas madre fitomejoradas en tres niveles de corte(apical, medio, basal) en la provincia de Carchi Cantón Espejo periodo 2019-2020*. Latacunga-Ecuador.: Repositorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Gavilan, F. E., & Ombone, V. (2020). *Obtención de plantines de papa (Solanum tuberosum L) variedad canchan con el sistema autotrófico hidropónico y dos sustratos, en condiciones de invernadero Paucartambo – Pasco*. Cerro de pasco-Perú.: Repositorio-UNDAC.
- Gutierrez, R. (2016). *Caracterización morfológica y biometría de hojas y flores de papas nativas (solanum S. P)cultivadas en la región Pasco*. Lima: Repositorio la Molina.
- Hidalgo, O., Marca, J., & Palomino, L. (1997). *Produccion de tuberculos semillas de papa, produccion de semilla de prebásica y básica usando métodos de multiplicacion acelerada*. PE-CIP. Lima: PE-CIP.
- Hidalgo, O., Marca, J., & Palomino, L. (1999). *Produccion de tuberculos-semillas de papa: produccion de semilla básica por seleccion positiva, negativa y clonal*. Lima: PE-CIP.
- Huamán, G. C. (2018). *Evaluación de cinco familias de semilla sexual de papa en condiciones de la sierra central*. Lima-Perú.: Repositorio de la universidad agraria la Molina.
- INIA. (2012). *Reglamento general de la ley general de semillas(decreto supremo N° 006,2012-Ag)*. Lima-Perú.: Normas legales.
- Martinez, R. K., & Sous, V. G. (2018). *Análisis del efecto de densidad de siembra en la producción de semilla Prebásica de papa (Solanum Tuberosum var. Chieftain) bajo sistema Aeropónico de producción*. Montevideo-Uruguay: Repositorio de la universidad de la republica de Uruguay.
- Mastrocola, N., Pino, G., Mera, X., Rojano, P., Haro, F., Rivadeneyra, J., & Cuesta, X. (2016). *Catalogo de variedades de papa en Ecuador*. Quito-Ecuador: FAQ-INIAC.

- Mateus, R. J. (2010). *Efecto del ambiente sobre la producción de minituberculos de 10 genotipos de papa cultivados bajo un sistema aeropónico*. Lima-Perú.: Repositorio de la Universidad Nacional de la Molina.
- MINAGRI, M. d. (2017). *Catalogo de papas nativas del sur este del departamento de Junín*. Lima -Perú: Instituto nacional de innovación agraria (INIA).
- Polo, S. A. (2019). *Evaluación de tres medios de cultivo para la micropropagación de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Superchola*. Túlcan-Ecuador: Repositorio de la universidad estatal polit+ecnica del Carchi.
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Quito -Ecuador: CIP-INIAP.
- Särkinen, T., Baden, M., Gonzáles, P., Cueva, M., Giacomini, L., Spooner, D., . . . Knapp, S. (2015). Listado anotado de Solanum L. (Solanaceae) en el Perú. *Revista peruana de biología.*, 3-62.
- Spooner, D. M., McLean, K., Ramsay, G., & Waugh, R. y. (2005). *Una única domesticación para la papa basada en el genotipado de polimorfismo de longitud de fragmento amplificado multilocus*. Estados unidos: University of Dundee.