

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE 10 VARIEDADES DE PAPA NATIVA
(*Solanum* spp.) BAJO DOS SISTEMAS SUSTRATO HIDROPÓNICO Y
CONVENCIONAL PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA**

PAOLA CALLISAYA MIRANDA

LA PAZ – BOLIVIA

2021

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE 10 VARIETADES DE PAPA NATIVA
(*Solanum* spp.) BAJO DOS SISTEMAS SUSTRATO HIDROPONICO Y
CONVENCIONAL PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE BÁSICA

Tesis de Grado Presentada como
requisito parcial para obtener el Título de
Ingeniero en Producción y
Comercialización Agropecuaria.

PAOLA CALLISAYA MIRANDA

Tutores

Ing. M.Sc. José Eduardo Oviedo Farfán

Ing. Paola Ximena Alave Valenzuela

Tribunal Revisor

Ing. M.Sc. Rubén Jacobo Trigo Riveros

Ing. M.Sc. Moisés Brígido Quiroga Sossa

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

APROBADA:

Presidente Tribunal Examinador:

La Paz – Bolivia

2021

U M S A

DEDICATORIA

A Dios quien supo guiarme, darme fuerza y fortaleza en momentos de angustia.

A mis padres Felipe Callisaya y Felipa Miranda por todo el amor, comprensión y apoyo que me brindaron siempre.

A mis hermanos Ronald, Miriam y Rodrigo por estar siempre a mi lado dándome su apoyo incondicional.

A mi novio Ivan gracias a su cariño, que me dio la fuerza para no detenerme y a todos mis amig@s que me ayudaron de alguna forma en este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera por darme salud y ser mi fortaleza en cada momento.

A mi Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria de la Universidad Mayor de San Andrés en donde realice mi formación profesional. al Instituto de Investigación Agropecuaria y de Recursos Naturales IIAREN a través del proyecto “Conservación de la Biodiversidad para la producción de semilla pre-básica de variedades nativas, en las comunidades de las provincias Murillo y Omasuyos del departamento de La Paz”, quienes me permitieron desarrollar el presente trabajo de investigación.

A mi madre Felipa Miranda y a mi padre Felipe Callisaya quienes me dieron la vida y confiaron en mí brindándome apoyo incondicional para poder superarme como persona, a mis hermanos quienes me apoyaron para el desarrollo de mi persona.

A mis asesores Ing. Paola Alave quien me apoyo para el desarrollo del trabajo de investigación Ing. Oviedo Farfán quien estuvo dispuesto a apoyar el presente trabajo.

A mis tribunales Ing. Moisés Brigido Quiroga quien me brindo apoyo para el desarrollo del trabajo de investigación. Ing. Juan José Vicente que me apoyo en el desarrollo de investigación y diseños experimentales. Ing. Rubén Jacobo Trigo quien me ayudo en el desarrollo del trabajo de investigación.

A todos mis amigos por su amistad, e incentivo y aquellas personas que colaboraron y me alentaron de una u otra forma para culminar el presente trabajo. Muchas gracias

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 Zonas de Producción	3
3.2 Producción de Semilla	4
3.2.1 Rendimientos de Papa en el Ámbito Nacional Departamental	4
3.2.2 Categorías de Semilla	5
3.3 Papa	6
3.3.1 Características Botánicas de la Papa	6
3.3.2 Taxonomía de la Papa	7
3.3.3 Fases Fenológicas	8
3.3.3.1 Brotación.	9
3.3.3.2 Emergencia.	9
3.3.3.3 Formación de estolones.	9
3.3.3.4 Inicio de la floración.	9
3.3.3.5 Inicio de la tuberización.	10
3.3.3.6 Final de la floración.	10
3.3.3.7 Final de la tuberización.	10
3.3.3.8 Madurez fisiológica.	10
3.3.4 Variedades Nativas	11
3.3.4.1 Variedad luk'i.	12
3.3.4.2 Variedad Imilla negra.	13
3.3.4.3 Variedad Surimana.	13
3.3.4.4 Variedad Allqa Ajawiri.	13
3.3.4.5 Variedad Churi sapallu.	14
3.3.4.6 Variedad Choq'epithu	14
3.3.4.7 Variedad Kusillo	14
3.3.4.8 Variedad Sapallu (Papa Isaño)	14
3.3.4.9 Variedad Lipapala (Azul wanakiru)	15

3.3.4.10 Variedad Ch'iyara imilla	15
3.4 Características Ambientales	15
3.5 Invernadero	16
3.6 Sistemas de Producción	17
3.6.1 Sustrato	17
3.6.2 Sistema Convencional	17
3.6.3 Sistema Hidropónico	18
3.6.3.1 Nutrientes	18
3.7 Prácticas Culturales	19
3.7.1 Aporques	19
3.7.2 Control Fitosanitario	20
3.7.3 Fertilización	20
3.7.4 Defoliación	20
3.7.5 Riego	21
3.8 Plagas y Enfermedades	21
3.8.1 Pulgón de la Papa	22
3.8.2 Pulguilla de la Papa	22
3.9 Cosecha y Pos cosecha	23
3.10 Almacenamiento	23
3.11 Costos de Producción	24
4. LOCALIZACIÓN	25
4.1 Ubicación Geográfica	25
4.2 Características Climáticas	26
5. MATERIALES Y MÉTODOS	26
5.1 Materiales	26
5.1.1 Material de Invernadero	26
5.1.2 Material de Laboratorio y Equipos	27
5.1.3 Material Químico	27
5.1.4 Material de Gabinete	27
5.1.5 Material Vegetal	27
5.2 Metodología	28
5.2.1 Trabajo en Invernadero	28
5.2.1.1 Preparación de las camas de producción.	29

5.2.1.2 Preparación de sustratos.....	30
5.2.1.3 Trasplante de vitroplantas a camas de producción.....	32
5.2.1.4 Preparación de solución hidropónica y dosis de riego.	33
5.2.1.5 Labores culturales.....	35
5.3 Diseño Experimental	38
5.4 Factores de Estudio	39
5.4.1 Tratamientos.....	39
5.5 Croquis del Área Experimental	40
5.5.1 Características del Área Experimental	41
5.6 Variables de Respuesta	41
5.6.1 Altura de Planta.....	41
5.6.2 Diámetro del Tallo por Planta.....	42
5.6.3 Número de Tubérculos por Planta por Tratamiento	42
5.6.4 Peso de Tubérculos por Planta por Tratamiento.....	42
5.6.5 Rendimiento Total.....	42
5.6.6 Análisis Económico.....	43
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
6.1 Temperatura en el Invernadero	44
6.2 Altura de Planta.....	45
6.3 Diámetro de tallo por planta	49
6.4 Número de Tubérculos	53
6.5 Peso de Tubérculos.....	57
6.6 Rendimiento de las Variedades en Sistema Convencional e Hidropónico	61
6.7 Variables Económicas	62
6.7.1 Ingreso bruto	62
6.7.2 Relación Beneficio/Costo	63
7. CONCLUSIONES	66
8. RECOMENDACIÓN	67
9. BIBLIOGRAFIA	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fenología del cultivo de papa (www.centa.gob.sv/hortalizas/Guia Papa) .	11
Figura 2. Localización de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria - UMSA.....	25
Figura 3. Limpieza del invernadero	29
Figura 4. Invernadero en el que se realizó la producción de semilla pre básica.....	29
Figura 5. Preparación de cajas.....	30
Figura 6. Vitroplantas en las camas de producción	32
Figura 7. Vitroplantas en las camas de producción después del trasplante	33
Figura 8. Aporcado en sustrato convencional e hidropónico	36
Figura 9. Tutorado en el sistema convencional e hidropónico.....	37
Figura 10. Cosecha de papa del sustrato convencional	37
Figura 11. Cosecha de papa del sustrato hidropónico	38
Figura 12. Croquis experimental y distribución en el invernadero	40
Figura 13. Temperaturas registradas dentro el invernadero durante la investigación año 2019	45
Figura 14. Prueba de Medias Duncan (5%) para la altura de planta en respuesta a las variedades de papa.	46
Figura 15. Comparación de medias Duncan (5%) para la altura de la planta en respuesta.....	47
Figura 16. Interacción de sistemas de producción y variedades de papa nativa para la altura de planta.....	48
Figura 17. Comparación de medias Duncan (5%) efecto del diámetro de tallo para las variedades de papa nativa durante la etapa de final floración.....	50
Figura 18. Comparación de medias Duncan (5%) para el diámetro de tallo (mm) en respuesta a los sustratos bajo ambiente protegido.	51
Figura 19. Interacción del diámetro del tallo (mm) entre sistema de producción y variedades de papa nativa	52
Figura 20. Comparación de medias Duncan (5%) efecto del número de tubérculos para las 10 variedades de papa nativa.....	54

Figura 21. Comparación de medias Duncan (5%) para el número de tubérculos en respuesta a los sustratos bajo ambiente protegido.	55
Figura 22. Interacción de sistemas de producción y variedades de papa nativa para el número de tubérculos.	56
Figura 23. Comparación de medias Duncan (5%) efecto del peso de tubérculos para las diez variedades de papa nativa.	58
Figura 24. Comparación de medias Duncan (5%) para el peso de tubérculos en respuesta a los sustratos bajo ambiente protegido	59
Figura 25. Interacción de sistemas de producción y variedades de papa nativa para el peso de tubérculos.	60

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica y citológica de la papa	8
Tabla 2. Solución nutritiva de la papa	19
Tabla 3. Variedades de papa utilizadas en el experimento	28
Tabla 4. Solución nutritiva Primera etapa	34
Tabla 5. Solución nutritiva Segunda etapa.....	34
Tabla 6. Solución nutritiva tercera etapa.....	35
Tabla 7. Factores de estudio Variedades de papa y sistemas de sustratos	39
Tabla 8. Formulación y descripción de los tratamientos	40
Tabla 9. Análisis de varianza para la altura de las plantas en la fase final de floración en respuesta a las 10 variedades de papa.....	45
Tabla 10. Análisis de varianza para el diámetro de tallo por planta en la fase final de floración en respuesta a las diez variedades de papa.....	49
Tabla 11. Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta en respuesta a las 10 variedades de papa.	53
Tabla 12. Análisis de varianza para el peso de tubérculos por planta en respuesta a las 10 variedades de papa (Trans.x).....	57
Tabla 13. Rendimiento de las 10 variedades de papa en el sistema de sustrato convencional	61
Tabla 14. Rendimiento de las 10 variedades de papa en el sistema de sustrato Hidropónico	61
Tabla 15. Ingreso bruto por tratamiento en el sistema hidropónico	62
Tabla 16. Ingreso bruto por tratamiento en el sistema convencional	63
Tabla 17. Relación beneficio costo de los tratamientos del sistema hidropónico.....	64
Tabla 18. Relación beneficio costo de los tratamientos del sistema convencional ...	65

RESUMEN

Esta investigación tiene el objetivo de evaluar las 10 variedades de papa nativa bajo dos sistemas de producción hidropónica y convencional para la obtención de semilla pre básica que se realizó en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés localizada en la ciudad de Viacha, departamento de La Paz, Bolivia , bajo condiciones controladas con el proyecto de "Conservación de la Biodiversidad para la producción de semilla pre básica de variedades nativas, en las comunidades de las provincias Murillo y Omasuyos del departamento de La Paz", con un diseño completamente al azar con bi factorial, con 20 tratamientos , con el factor A= Variedades (Lipapala, Surimana, Churi Sapallu, Choq'epithu, Ch'iyara imilla, Allqa ajawiri, Imilla negra, Sapallu, Kusillo, Luk'i) y factor B=sustratos (hidropónico y convencional).

En las variables de altura Sapallu con 100,15 cm obtuvo mejores resultados, y en diámetro de tallo por planta Allqa Ajawiri con 5,30 mm también fue el mayor ambos el en sustrato convencional.

En las variables de peso la variedad Allqa Ajawiri saco 17,21 g el mayor peso y número de tubérculos la variedad Surimana 5,18 tubérculos por planta tuvo los mejores resultados igualmente en el sustrato convencional.

La relación B/C, presenta valores mayores a 1 en los casos, que la producción de semilla pre básica es rentable para el agricultor, obteniéndose mayores beneficios con la variedad Allqa ajawiri, tiene una relación B/C de 2,57 con la variedad Kusillo se tiene una relación B/C de 2,41 Bs con una ganancia de 1,41 Bs del sistema convencional y del sistema hidropónico solo dos variedades salieron rentables el Allqa ajawiri, tiene una relación B/C de 2,14 se gana 1,14 Bs respectivamente, y con Sapallu tiene una relación B/C de 1,46 Bs con una ganancia de 0.46 Bs .

SUMMARY

This research has the objective of evaluating the 10 varieties of native potato under two hydroponic and conventional production systems to obtain pre-basic seed that was carried out in the facilities of the Engineering in Agricultural Production and Marketing Degree belonging to the Universidad Mayor de San Andrés located in the city of Viacha, department of La Paz, Bolivia, under controlled conditions with the de Biodiversity Conservation project for the production of pre basic seed of native varieties, in the communities of the Murillo and Omasuyos del department of La Paz ", with a completely randomized design with bi factorial, with 20 treatments, with factor A = Varieties (Lipapala, Surimana, Churi Sapallu, Choq'epithu, Ch'iyara imilla, Allqa ajawiri, Imilla negra, Sapallu , Kusillo, Luk'i) and factor B = substrates (hydroponic and conventional).

In the variables of height Sapallu with 100.15 cm obtained better results, and in diameter of stem per plant Allqa Ajawiri with 5.30 mm was also the highest, both in conventional substrate.

In the weight variables, the Allqa Ajawiri variety bagged 17.21 g the highest weight and number of tubers, the Surimana variety 5.18 tubers per plant also had the best results in the conventional substrate.

The B / C ratio, presents values greater than 1 in the cases, that the production of pre-basic seed is profitable for the farmer, obtaining greater benefits with the Allqa ajawiri variety, it has a B / C ratio of 2.57 with the variety Kusillo has a B / C ratio of 2.41 Bs with a gain of 2.14 Bs from the conventional system and from the hydroponic system, only two varieties were profitable, the Allqa ajawiri, it has a B / C ratio of 1.14 and 0 , 92 Bs respectively, and with Sapallu it has a B / C ratio of 1.46 Bs with a profit of 0.46Bs.

1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum* spp.) es un tubérculo nativo de la Cordillera Andina de Sur América, cuyo origen se ubica entre las regiones de Perú y Bolivia.

Actualmente el problema de la semilla se puede resolver por diferentes técnicas, una de las mejores, es por técnicas de cultivo de tejidos in vitro para lo cual se realiza en un sistema de producción “in vitro – invernadero - campo” generando semilla certificada.

La propagación in vitro de la papa ha sido utilizada ampliamente para la multiplicación rápida de clones libres de enfermedades y la obtención de tubérculos sanos para ser usados como semillas (Roca et al., 1978; citados por REDEPAPA, 2007).

El presente trabajo está orientado a la producción de semilla pre básica de las variedades de papa nativa bajo dos sistemas de producción con los sistemas sustrato hidropónico y convencional

El interés del trabajo viene por la importancia de la semilla pre básica que se multiplica en el campo 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 las semillas pre - básicas son importantes ya que son semillas limpias.

El presente trabajo evaluó la diferencia que existe en los rendimientos de producción de semilla pre básica de papa usando vitroplantas, en los sistemas convencional e hidropónico, en 10 variedades de papa nativa.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar 10 variedades de papa nativa bajo dos sistemas de producción hidropónica y convencional para la obtención de semilla pre básica.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el rendimiento de 10 variedades de papa bajo dos sistemas de producción hidropónico y convencional en ambiente protegido.
- Analizar el desarrollo vegetativo de 10 variedades de papa bajo dos sistemas de producción hidropónico y convencional bajo ambiente protegido.
- Realizar un análisis de costos parciales de producción de 10 variedades de papa bajo el sistema de producción hidropónico y convencional.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Zonas de Producción

Bolivia cuenta con tres zonas de producción de semilla pre básica y básica las cuales están ubicadas en Cochabamba, Villazón y Achacachi.

a) Zona de producción en Cochabamba. SEPA (2015), se tiene la Unidad de Producción de Semilla de Papa SEPA que esta produce semilla de papa para el mercado nacional e internacional de manera rentable, competitiva, con alta calidad genética y fitosanitaria, respondiendo a las preferencias de mercado, mediante el aprovechamiento racional de la biodiversidad de papa existente y el empleo de tecnologías amigables con el medio ambiente.

b) Zona de producción de Villazón. Zeballos et al. (2009), en el departamento de Potosí se tiene la semilla de papa que es el insumo más imprescindible en el municipio de Villazón es un importante centro de producción de semilla certificada, porque el sector se caracteriza por producir semilla de papa y venderla diferentes sectores del país para que estos lo produzcan para el consumo de la persona boliviana.

c) Zona de producción de Achacachi. Canqui y Morales (2008) “La comunidad se dedicaba a la producción de semilla de papa, tradicionalmente cuando venía alguna institución tenían miedo y se escapaban. Pero después llegó la semilla mejorada, 1 qq aproximadamente, se repartieron a 1 kg, y desde entonces han preferido semilla mejorada. Gracias a esta semilla han podido realizar ventas y tener dinero en efectivo. Viendo esto, varias familias que se fueron de la comunidad volvieron recientemente”.

Ahora Achacachi produce semilla certificada de alta calidad de la variedad Huaycha y también en las parcelas donde el INIAF evalúa el comportamiento de las variedades Marcela, Yana Imilla y Canastillo, en las condiciones climáticas del Altiplano Norte.

3.2 Producción de Semilla

Si bien existe una alta demanda de semilla certificada y/o mejorada, la utilización y compra de ésta no es frecuente, por los limitados recursos de los agricultores. No obstante, se han desarrollado proyectos exitosos de producción de semilla mejorada en varias regiones. Asimismo, por lo general, el productor de papa utiliza muy poca tecnología para el control de enfermedades y plagas, a pesar de los daños económicos registrados (INNOVA y FDTA-Altiplano, 2005).

Según Zeballos et al. (2009) indican que el 96% de los productores se dedica a la producción de tubérculos de para el consumo y el restante 4% a la producción de tubérculo-semilla, lo que indica que existe una demanda insatisfecha en el mercado semillero boliviano. Asimismo, la producción de semilla pre básica se ha realizado con variedades comerciales y muy poco con variedades nativas. Estas variedades se caracterizan por resistir a sequías, calor, fríos extremos, plagas y enfermedades, y se convierten en una rica fuente de mejoramiento genético, que permitirá obtener variedades con mayor eficiencia productiva.

Según Trujillo y Rocabado (2008), citado por Mamani (2011), la única empresa en el país que produce semilla de papa de la categoría pre básica en cantidades comerciales es SEPA, A partir de la semilla ofertada por SEPA, existen varias organizaciones de productores e instituciones que se dedican a la re multiplicación de semilla en el país en categorías comerciales (Registrada, Certificada y Fiscalizada), las cuales son utilizadas por otros productores de papa consumo para abastecer al mercado nacional.

3.2.1 Rendimientos de Papa en el Ámbito Nacional Departamental

Según Abalos (2016), el rendimiento promedio fue de 4,8 t/ ha⁻¹ a nivel Bolivia, en el 2015, el consumo por persona de papa por año fue de 93 kilogramos, cantidad que se

ha mantenido constante en los últimos 5 años. Según el (INIAF) (2016), en Bolivia existen más de 1500 accesiones de papa almacenadas en bancos de germoplasma del Departamento de Cochabamba.

De esta cantidad, 21 variedades son las más comercializadas, pero solo dos son las más consumidas: waycha y desiree. Otras variedades de papa que existen en el país son la ajawiri, chuq'pitu, imilla negra, luk'i, q'aisa, sani negra, vari, liliindia, malcacho, pinta boca, marcela, revolución, romano asterix, runa toralapa, pituwayaca, qyllo, sacampaya, entre las más importantes. Los departamentos con mayor producción de papa son Cochabamba con 37,52 t/ ha⁻¹, seguido por La Paz con 51,91 t ha⁻¹.

3.2.2 Categorías de Semilla

INIAF(2010), indica que se establecen categorías de semillas, con la finalidad de asegurar que en las distintas multiplicaciones se mantengan las características genéticas y fitosanitarias de las variedades. Las categorías reconocidas en la producción de semilla certificada son: la genética, la pre básica, la básica, la registrada y la certificada. En las normas específicas para cada especie, se determina la secuencia obligatoria de multiplicación de las diferentes categorías.

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

b) Categoría Pre-básica. Semilla resultante de la multiplicación de semilla genética. Esta categoría está destinada para semillas de aquellas especies que por su naturaleza requieren de una multiplicación vegetativa mediante el cultivo de tejidos, de acuerdo a la reglamentación específica.

c) Categoría Básica. Para su identificación se otorga una etiqueta oficial de color blanco. Para producir esta categoría se debe sembrar semillas de las categorías

“genética, pre-básica o básica”. Puede ser mantenida dentro de su categoría siempre y cuando cumpla con los requisitos de calidad exigidos para la categoría.

d) Categoría Registrada. Semilla resultante de la multiplicación de semilla básica se otorga una etiqueta oficial de color rosado.

e) Categoría Certificada. Semilla resultante de la multiplicación de semilla registrada, se otorga una etiqueta oficial de color celeste.

3.3 Papa

FAO (2008), hoy la papa es el cuarto cultivo alimenticio en el mundo, detrás del trigo, el maíz y el arroz, con la ventaja que cuenta con más de 3000 variedades registradas.

Panades (2008), las papas son buena fuente de micro nutrientes, también contienen antioxidantes alimenticios que pueden contribuir a prevenir enfermedades. En Bolivia la papa es importante por varias razones: a) por su diversidad genética; b) por su importancia como alimento; c) por su papel cultural; y, d) por su papel en la generación de ingresos.

Zeballos (1997), considera uno de los cultivos andinos más importantes, ya que se cultiva en siete de los departamentos del país (La Paz, Oruro, Potosí, Santa cruz, Chuquisaca, Cochabamba, y Tarija). Así también una fuente de ingresos y de seguridad alimentaria para el habitante andino, ya que puede ser transformado en chuño y tunta (PROINPA, 1998). Es decir que el 30% al 40% de los campesinos del país son productores de papa (Gabriel et al., 2012).

3.3.1 Características Botánicas de la Papa

La planta de papa es de tipo herbáceo cuyo tamaño varía de 0,30 a 1 m de alto, según las variedades, con un crecimiento erecto o semi-erecto, los tubérculos son tallos

modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; varían en tamaño, forma, color de la piel y pulpa, las yemas u ojos del tubérculo maduro permanecen latentes (dormancia) hasta que desarrollan un estolón de donde se origina una nueva planta, los almacenes de luz difusa ayudan a que los estolones no se desarrollen antes de la siembra, las hojas son compuestas (FAO, s.f.).

3.3.2 Taxonomía de la Papa

Desde un punto de vista taxonómico (Salazar et al., 2008 citado por Huaman & Spooner 2002), realizan la clasificación taxonómica de la papa de la siguiente manera:

Tipo: Spermatophyta
Clase: Angiospermas
Sub-clase: Dicotiledónea
Orden: Tubbiflorae
Familia: Solanaceae
Género: Solanum
Especie: tuberosum

Existe mucha controversia sobre la taxonomía de las papas cultivadas, debido a que diferentes autores han reconocido desde una a veinte especies (Huamán y Spooner, 2002), pero todas forman un mismo pol genético (Spooner et al., 2005).

Tabla 1. Clasificación taxonómica y citológica de la papa

Ploida	Hawkes (1990)	Ochoa (1999)	Huaman y Spooner (2002)
2x	S. ajanhuiri	S. x ajanhuiri	Solanum tuberosum
	S. stenotomum	S. goniocalyx	Grupo ajanhuiri
	S. phureja	S. stenotomum S. phureja	Grupo stenotomum Grupo phureja
3x	S. chaucha	S. chaucha	Grupo chaucha
	S. juzepczukii	S. x juzepczukii	Grupo juzepczukii
4x	Subsp. Andigenum	Subsp. Andigenum	Grupo Andigenum
	Subsp. Tuberosum	Subsp. Tuberosum S. hygrothermicum	
5x	S. curtilobum	S. curtilobum	

Fuente. Gutiérrez, 2008.

3.3.3 Fases Fenológicas

Los diferentes cambios externos que se producen en el desarrollo de los cultivos se definen como fases o estados fenológicos, los cuales se encuentran fuertemente influenciados por aspectos climáticos, hídricos y edáficos (Canqui y Morales, 2008).

En zonas bajas templadas y calurosas el ciclo vegetativo de la papa es de aproximadamente 90 días, mientras que en zonas altas y frías oscila entre 120 y 150 días dependiendo de la variedad cultivada (Cauthin et al., 2012).

Según Mamani (2009), el ciclo del cultivo de papa está comprendido por las siguientes fases fenológicas que son:

3.3.3.1 Brotación.

La brotación ocurre cuando se almacena por un tiempo en oscuridad o a media luz, muchos casos de brotes cortos (0,2 - 0,5 cm) es bastante para el buen nacimiento. La semilla de papa del tubérculo es del tamaño de un huevo o que mide de 40 a 70 mm o que pesa 40 a 85 gramos. Cuando se siembra la papa en tiempo de calor excesivo es necesario una pre germinación de semilla, obteniendo los brotes mayores (1,5 - 2,5 cm) Mamani (2009).

3.3.3.2 Emergencia.

Es la fase comprendida entre la siembra y la aparición de las plántulas a los 30 – 35 días después de la siembra, depende de la humedad y temperatura del suelo. Durante esta fase la plántula sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo madre Mamani (2009).

3.3.3.3 Formación de estolones.

Ocurre a los 15 a 20 días después de la emergencia. Los primeros tubérculos en formarse son desarrollados en la parte basal de los estolones, y se convierten en dominantes sobre aquellos que se formen después. Mamani (2009).

3.3.3.4 Inicio de la floración.

Ocurre a los 20 a 25 días después de la emergencia. En las papas amargas ocurre a los 35 a 55 días. Mamani (2009)

3.3.3.5 Inicio de la tuberización.

Ocurre a los 35 a 40 días después de la emergencia. La planta se encuentra en su máximo desarrollo vegetativo (mayor índice de área foliar), y se produce la translocación de la mayoría de los carbohidratos a los órganos de reserva, de esa manera el crecimiento de los tubérculos presenta un carácter exponencial Mamani (2009).

3.3.3.6 Final de la floración.

Se presenta a los 55 a 85 días de la emergencia, esta fase se inicia cuando la última flor de la planta inicia su marchitamiento y secado. Mamani (2009).

3.3.3.7 Final de la tuberización.

Acontece a los 100 a 115 días después de la emergencia, se presenta cuando el último estolón de la planta inicia su engrosamiento distal, esta fase es considerada importante ya que de esta depende la uniformidad del tamaño de los tubérculos y la precocidad de la planta Mamani (2009).

3.3.3.8 Madurez fisiológica.

Sucede a los 135 a 140 días después de la emergencia, se caracteriza por el cambio de color de las hojas, la piel de los tubérculos se encuentra bien adherida y no se desprende a una simple fricción de los dedos. Los tubérculos se encuentran maduros y ocurre la senescencia y abscisión de la parte aérea indicando así inicio de la cosecha.

En general el periodo vegetativo de las papas dulces es de 160 a 175 días mientras que en las papas amargas es de 170 a 180 días, Mamani (2009).

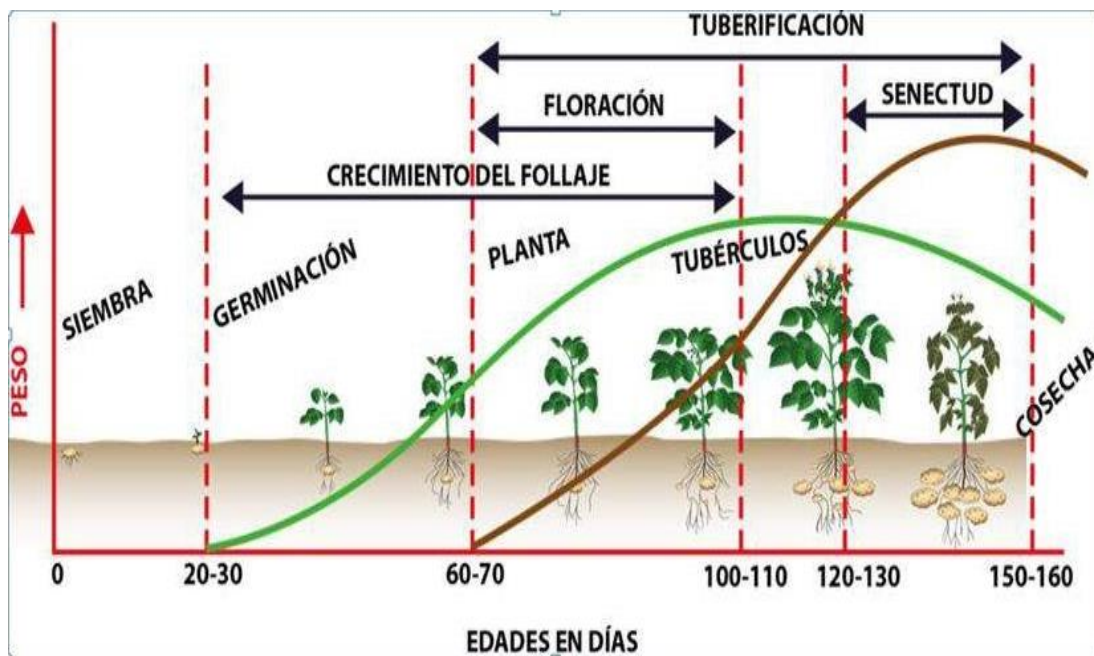


Figura 1. Fenología del cultivo de papa ([www.centa.gob.sv/hortalizas/Guia Papa](http://www.centa.gob.sv/hortalizas/Guia%20Papa))

3.3.4 Variedades Nativas

Soto (2006), señala que la papa nativa tiene como origen la región del lago Titicaca, su origen data de hace más de ocho mil años donde forjaron los primeros yapuchirinaka que hoy se los conoce como agricultores. Las papas nativas tienen características genéticas (como la forma, color, textura, sabor, productividad y resistencias o tolerancias a diferentes estreses) dentro de una amplia variabilidad ambiental, supieron domesticar y seleccionar muchas variedades nativas de papa que han sido producidas generación tras generación por nuestros ancestros, sin embargo no se conoce con exactitud la especie silvestre que originó las especies cultivadas diploides, y lo más probable es que esta especie haya desaparecido al cruzarse con otras especies semi cultivadas o silvestres .

Según INE (2011), se estima que al presente se cultivan en el país alrededor de 1500 cultivares nativos, unas muestras de alrededor de 700 de ellos se mantienen en el Banco Nacional de Germoplasma de Bolivia, en la Estación Experimental de Toralapa.

Definición de variedades de papa nativa. Se pueden definir las variedades nativas como poblaciones diferenciadas, tanto geográficas como ecológicamente, que son visiblemente diferentes en su composición genética con las demás poblaciones y dentro de ellas, y que son producto de una selección por parte de los agricultores, resultado de los cambios para la adaptación, constantes experimentos e intercambios Gonzales (2001). Esta definición esgrime tres grandes características:

- **Ubicación geográfica determinada:** hace referencia a que pertenecen a una zona geográfica delimitada.
- **Heterogeneidad:** una de las características más importantes de las variedades locales, es su considerable variación de fenotipo, si se comparan con las variedades comerciales. El hecho de ser poblaciones heterogéneas les confiere una mayor estabilidad frente a las perturbaciones.
- **Selección local por parte de los agricultores:** estas variedades no son algo estático, sino que presentan una diversidad y un dinamismo que, bajo la presión del hombre y la naturaleza, han evolucionado en el tiempo.

Para Coca (2012), la diversidad de las papas nativas está dispersa en una cantidad de comunidades campesinas vinculadas por características geográficas, de clima y cultura. Esta vinculación, que viene desde tiempos ancestrales, ha conformado referencias geográficas, que con el correr de los años, vinieron a ser denominados “microcentros de diversidad genética”, La Paz es considerado como el departamento con mayor cantidad de microcentros, por tanto, con la mayor concentración de diversidad de papas nativas.

3.3.4.1 Variedad luk'í.

IBTA(1994) Señala que la variedad luk'ies de la especie *Solanum curtilobum*, el color de la flor es lila con morado, la forma del tubérculo es oblongo aplanado con ojos

superficiales, de color de piel amarillo pálido, color de la pulpa blanco ver Anexo 1 , su hábito de crecimiento es decumbente, de ciclo vegetativo tardío entre 150 a 180 días, se desarrolla entre los 3500 a 4000 m.s.n.m. es una papa amarga, buena para ser consumida como chuño y tunta ver .

3.3.4.2 Variedad Imilla negra.

IBTA (1994) Indica que la variedad de imilla negra pertenece a la especie *Solanum tuberosum* spp. Andígena, el color de la flor es azul morado con jaspes, el tubérculo es redondo con ojos profundos, el color de la piel es negro, y de color blanco en la pulpa como se ve en Anexo 1. Este tiene un hábito de crecimiento semi-erecto, su ciclo vegetativo es tardío de 150 a 180 días y se desarrolla entre 3500 a 4000 m.s.n.m.

3.3.4.3 Variedad Surimana.

Para IBTA (1994), la variedad Surimana es de la especie identificada es *Solanum tuberosum* ssp. andigena, el color de la flor es lila con rojo rosado, la forma del tubérculo es aplanada con ojos superficiales, el color de la piel es rojo con áreas blancas y el color de la pulpa es crema, ver Anexo 1 el hábito de crecimiento es decumbente, de ciclo vegetativo tardío comprendido entre 150 a 180 días, se desarrolla entre los 3000 a 3800 m s.n.m.

3.3.4.4 Variedad Allqa Ajawiri.

Segun IBTA (1994), la variedad allqa ajawiri es de la especie *Solanum ajanhuiri*, la planta tiene flor de color violeta, la forma del tubérculo elíptico con ojos profundos, de color de piel morado con áreas de color negro y color crema en la pulpa como se ve Anexo 1. Su hábito de crecimiento es semi-arroseta, con ciclo tardío de 150 a 180 días, se desarrolla entre los 3500 a 4000 m s.n.m.

3.3.4.5 Variedad Churi sapallu.

Terrazas et al., (2008), la variedad churi sapallu *S. goniocalyx* es una planta que tiene flor de color blanco claro, la forma del tubérculo comprimida tuberosa con ojos profundos, de color de piel anaranjado y color de pulpa amarillo intenso ver Anexo 1. Su hábito de crecimiento es semi-erecto y hojas disectada con tres pares de folíolos y un par de interhojuelas.

3.3.4.6 Variedad Choq'epithu

Terrazas et al., (2008), la variedad Choq'epithu es una planta que tiene flor color morado intermedio, la forma del tubérculo oblonga, aplanada con profundidad de ojos medios, de color de piel y color de pulpa crema como se muestra en Anexo 1. Su hábito de crecimiento es semi-arrosetado con hojas disectada con tres pares de folíolos y un par de interhojuelas.

3.3.4.7 Variedad Kusillo

Gabriel et al., (2011), la variedad Kusillo tiene color de la flor lila, forma de la flor rotada, grado de floración moderada, hábito de crecimiento semi-erecto, color del tallo morada, disección de la hoja disectadas ver Anexo 1, forma del tubérculo alargado falcado con ojos semi profundos, color de la piel negro pálido, color de la pulpa amarillo claro. Ciclo vegetativo tardío (150 a 180 días), rendimiento 8 t/ ha⁻¹, almacenamiento 8 meses.

3.3.4.8 Variedad Sapallu (Papa Isaño)

Según Iriarte et al., (2016), la variedad papa isaño tiene color de flor morada, forma de la flor rotada, grado de floración moderada, hábito de crecimiento decumbente color de tallo verde con pocas manchas hoja disectada con tres pares de folíolos y dos pares de interhojuelas forma del tubérculo comprimida con ojos profundos, color de la piel amarillo con negrusco color de pulpa, amarillo como se ve en el Anexo 1.

3.3.4.9 Variedad Lipapala (Azul wanakiru)

Terrazas et al., (2008), que describe la variedad *S. juzepczukii* tiene color de flor morado oscuro, forma de la flor rotada, grado de floración moderada, hábito de crecimiento semi arrocetado color de tallo verde hoja disectada con cuatro pares de foliolos y un par de interhojuelas, forma del tubérculo alargada con ojos superficiales color de la piel morado claro con manchas salpicadas crema, color de la pulpa blanco ver Anexo 1.

3.3.4.10 Variedad Ch'iyara imilla

También Terrazas et al., (2008) establece que la variedad de Ch'iyara imilla pertenece a la especie *Solanum tuberosum* spp. Andígena, el color de la flor es Lila oscuro con el acumen de color blanco en el envés, el tubérculo es comprimido con profundidad de ojos medios redondo con ojos profundos y color de la pulpa crema. Este tiene un hábito de crecimiento decumbente hojas disectadas con tres pares de foliolos y un par de interhojuelas como muestra en el Anexo 1.

3.4 Características Ambientales

a) Luz. Cortes y Hurtado (2002), indican que el cultivo de papa se comporta mejor con periodos de 8 a 12 horas luz. La luminosidad que reciben las plantas durante el día incide en la función de los cloroplastos y desencadena una serie de reacciones en las que interviene el dióxido de carbono y el agua, que ayudan a la formación de los diferentes tipos de azúcares que pasan a formar parte de los tubérculos.

b) Temperatura. Formaggini, indica que el tubérculo en estado de latencia, inicia su brotación y emergencia en forma lenta a 5°C y se maximiza entre los 14 - 16 °C. Durante el desarrollo del cultivo, la planta forma su área foliar profusamente a temperaturas de 20-25°C. Midmore (1998), señala que el incremento de la temperatura

tiene efecto acelerador, sobre los procesos químicos y con frecuencia, sobre los biológicos siendo el óptimo para la papa entre los 20° a 25°C.

c) Fotoperiodo. UNT(1986), indica que el fotoperiodo es la duración del período luminoso que se extiende entre el comienzo del crepúsculo matutino hasta la finalización del crepúsculo vespertino. Las plantas de días largos florecen con duración foto periódica mayor a 12-14 horas de luz como el caso de la papa. Asimismo, Montaldo (1984), señala que la influencia del fotoperiodo en la papa es marcada en el crecimiento vegetativo, crecimiento de los estolones, la floración y la tuberización. Palacios (2002), indica que en general la exposición del follaje a días cortos induce a la tuberización, mientras que la exposición a días largos induce a la floración y formación de ramas laterales.

3.5 Invernadero

Estrada (2012), sostiene que, un invernadero es una construcción cuya cubierta o techo es de un material que deja pasar a luz solar facilitando la acumulación de calor durante el día y desprendiéndolo lentamente durante la noche, cuando las temperaturas descienden drásticamente.

De esta manera se evitan las pérdidas de los cultivos ocasionados por las heladas, así como por bajas temperaturas. El invernadero permite controlar el ambiente interno, modificando el clima y creando las condiciones para el desarrollo de los cultivos en cualquier época de año. De esta manera, las temperaturas al interior de invernadero durante la noche siempre serán mayores que las de afuera.

3.6 Sistemas de Producción

3.6.1 Sustrato

Para Canovas & Diaz (1993), un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Según Oirsa (2002), sustrato o medio es el material en el cual se plantan semillas, se insertan brotes, o se establecen plantas. El medio da soporte, almacena y suministra nutrientes, agua y aire para el sistema radicular, existen muchos materiales y mezclas.

Hay cuatro funciones con las que debe cumplir un sustrato para mantener un buen crecimiento de las plantas.

- Proporcionar un anclaje y soporte para la planta.
- Retener humedad de modo que esté disponible para la planta.
- Permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmosfera
- Servir como depósito para los nutrientes de la planta.

3.6.2 Sistema Convencional

El CIP (2008), señala que la forma convencional de producir semilla pre básica de papa es multiplicando material limpio en invernadero usando sustrato esterilizado. El bromuro de metilo ha sido sin duda el agente desinfectante de suelo más eficiente y más usado en la agricultura moderna. Este fumigante siendo un gas altamente toxico es uno de los compuestos que afecta significativamente a la capa protectora del ozono

en nuestra atmósfera. Debido a esto, los gobiernos y agencias internacionales dieron la voz de alarma y establecieron plazos para ir dejando de lado este producto.

3.6.3 Sistema Hidropónico

Según el Grupo Latino (2006), hidroponía significa literalmente cultivo (*Ponos*) en agua (*Hidros*). Hidroponía se define como una ciencia de cultivo de plantas sin uso de la tierra, pero con uso de medio inerte como arena, cascarilla de arroz, grava, aserrín, entre otros; a los que agrega una solución de nutrientes con todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento y desarrollo normal.

Al respecto Alvarez (2007), la hidroponía es la técnica de cultivar sin tierra. Se puede decir que hay tres formas de hacer esto:

3.6.3.1 En sustrato sólido inerte. Se parece en muchos aspectos al cultivo convencional en tierra y es el más recomendado para quienes se inician en hidroponía. En lugar de tierra se emplea algún material denominado sustrato, el cual no contiene nutrientes y se utiliza como un medio de sostén para las plantas, permitiendo que estas tengan suficiente humedad, y también la expansión del bulbo, tubérculo o raíz.

3.6.3.1 Nutrientes.

Según Grupo Latino (2006), la FAO (2003), las sales nutritivas se preparan con base a los requerimientos de las plantas a cultivar. Por lo general contienen principalmente macro elementos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre y; como micro elementos: manganeso, cobre, zinc, hierro, boro, cloro y molibdeno. Estos componentes se adicionan en forma de soluciones concentradas a través de sales como: fosfato mono amónico, nitrato de calcio, nitrato de potasio las cuales forman la solución "A" (nutriente mayor) y la solución "B" (Nutriente menor) compuesto por las

sales sulfato de magnesio, sulfato de manganeso, sulfato de cobre, sulfato de zinc, ácido bórico, molibdato de amonio, quelato de hierro. La falta de algún nutriente origina un retardo del crecimiento y disminución del rendimiento TODOPAPA (2008).

Tabla 2. Solución nutritiva de la papa

Solución nutritiva		Miligramos por litro (=ppm ^a)											
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
UNALM ^b	Inicial	190	80	240	210	75	70	1.0	0.40	0.13	0.04	0.07	0.04
	Final	150	103	312	210	75	92	1.0	0.40	0.13	0.04	0.07	0.04
CIP-Lima	Inicial	191	82	245	210	71	76	1.1	0.40	0.20	0.04	0.23	0.04
	Final	155	96	373	210	110	88	1.1	0.40	0.20	0.05	0.24	0.05
INIAP,CIP-Quito	Inicial	190	92	240	210	75	140	3.0	0.40	0.13	0.04	0.07	0.04
	Final	150	103	312	210	75	120	3.0	0.40	0.13	0.04	0.07	0.04
CORPOICA	Inicial	250	80	108	196	58	45	3.0	0.50	0.50	0.10	0.15	0.03
	Final	150	92	180	140	42	50	3.0	0.50	0.10	0.15	0.50	0.03

Fuente: Manual para la Producción de Semilla de Papa usando Aeroponía Diez años de Experiencias en Colombia, Ecuador y Perú, 2015.

3.7 Prácticas Culturales

3.7.1 Aporques

Salaues & Blanc (1998), sugieren que dependiendo del desarrollo de las plantas en función de la variedad y época a las cuatro o cinco semanas se procede a la primera adición de macronutrientes y sustrato.

Los aporques se realizan a medida que las plantas se desarrollan pudiendo efectuarse 2 a 3 hasta el llenado de la cama.

Su función primordial es darle mayor anclaje a la planta, proteger los tubérculos de la radiación solar y evitar el ataque de fitopatógenos.

3.7.2 Control Fitosanitario

Para Larios et al., (2013), si bien es cierto que las plantas están bajo condiciones protegidas, es necesario realizar controles fitosanitarios, pues es imposible evitar la entrada de insectos, por otro lado, las condiciones de humedad relativa y la radiación, generan un ambiente propicio para el desarrollo de fitopatógenos. Como medida preventiva al ingreso de fitopatógenos a los invernaderos, se debe construir en la entrada una pileta (pediluvio), que siempre contenga una solución de formalina, o iodo, para desinfectar por inmersión la suela de los zapatos, antes de entrar al invernadero.

Teniendo en cuenta todos estos factores, es necesario implementar un programa fitosanitario, fundamentado en el manejo integrado de plagas. Además, se realizan labores de saneamiento para eliminar plantas atípicas, o con signos de contaminación. El lavado del invernadero incluye la eliminación de residuos de sustrato y de algas de las mallas.

3.7.3 Fertilización

Larios et al., (2013), sostiene que, de acuerdo a los resultados del análisis del suelo, a los tres días de sembradas las plántulas se inicie el plan de fertilización, con el fin de fortalecerlas. Para su aplicación se hace uso del fertirriego.

3.7.4 Defoliación

Villareal (1998), indica que la defoliación se debe realizar por la susceptibilidad de las plantas viejas a las enfermedades y el momento oportuno es cuando la mayor parte de los tubérculos alcanzan un tamaño de 35 a 55 mm de diámetro.

UPS – SEPA (1994), indica que la defoliación consiste en la eliminación de la vegetación aérea, cuyo objetivo es de evitar un ataque tardío de enfermedades y obtención de una mayor proporción de tubérculos tamaño semilla.

3.7.5 Riego

En los primeros días del trasplante se mantiene la humedad de las camas con un fino roció de agua que se aplica hasta tres veces diarias (Salaues et al., 1998).

Para satisfacer las necesidades hídricas, la papa necesita entre 500 y 700 mm de agua, de acuerdo con las condiciones climáticas y la duración del cultivo.

La producción se reduce, si se agota más del 50 % del total del agua disponible en el suelo durante el período de crecimiento, la etapa más crítica que perjudica al cultivo es durante la formación de tubérculos (FAO, 2008).

3.8 Plagas y Enfermedades

Larios et al.,(2013) antes de la siembra del cultivo se inicia el control preventivo de las plagas de suelo, siendo las principales: gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), gusanos cortadores (*Agrotis* spp.), polilla de la papa (*Tecia solanivora*), y nematodos, como (*Meloidogyne* spp.). Una roturación temprana del suelo, de 15 a 30 días antes de la siembra, expone las larvas al sol y a depredadores naturales como los pájaros, bajando los niveles de población de las plagas presentes en el suelo. Cuando los niveles de las plagas superan las normas permisibles según reglamentación, y como última alternativa, se aplica al momento de la siembra un insecticida nematicida o un controlador biológico.

Durante el desarrollo del cultivo se presentan ataques de plagas del follaje. A grandes rasgos se clasifican en: insectos chupadores, como minadores de la hoja (*Liryomyza*

spp.), áfidos, trips, mosca blanca (*Bemisia* spp.), ácaros, y actualmente la *Bactericera cockerelli* (paratrioza, la que por su importancia se describe con mayor detalle). Entre los insectos masticadores se encuentran las tortuguillas (diabroticas), coleópteros, pulgones, chinches, falso medidor, saltamontes y larvas de lepidópteros, entre otros.

3.8.1 Pulgón de la Papa

INIA(2016), los pulgones son insectos pequeños de hasta 4 mm de longitud. En general existen adultos alados y ápteros en la misma especie, con tendencia forman colonias sobre la planta infestada. Se reconocen por su cuerpo globoso, piriforme, frágil y su característica posición casi inmóvil en las hojas de sus hospederos, con el aparato bucal picador chupador siempre inserto en el tejido vegetal. Las estructuras exclusivas presentes en el abdomen permiten identificar las especies, estos son la cauda, que se ubica en la parte distal del abdomen y los sifones o cornículos ubicados entre el quinto y sexto segmento abdominal dorsal.

Los pulgones pueden dañar directamente a las plantas de papa, al alimentarse de savia, y también indirectamente, al transmitirles varias enfermedades virósas. Al menos diez virus que atacan a la papa son transmitidos por áfidos. Entre los más importantes están el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV), el virus Y de la papa (PVY), el virus del mosaico del pepino (CMV). Por su parte, el pulgón subterráneo afecta la nutrición de las plantas al dañar raíces y raicillas.

3.8.2 Pulguilla de la Papa

Catalan (2013), reporta que el “Piki Piki” o “Pulguilla de la papa, es una plaga polífaga, su distribución es de mayor importancia en las zonas alto andinas, las primeras infestaciones se dan en la siembra adelantada.

El insecto es de color negro brillante a marrón oscuro y mide hasta 2 mm de longitud, se traslada de una planta a otra saltando gracias a las patas posteriores desarrolladas para saltar. Se ubica en el suelo alrededor del cuello de la planta o ligeramente debajo del suelo. El adulto vive entre 12 a 20 días. Su proliferación se da en épocas de sequía, Después de cruzarse depositan los huevos (varias decenas), dentro del suelo y alrededor de los tallos subterráneos de la planta de papa.

El daño del insecto es importante al inicio de desarrollo de las plantas de papa, porque poblaciones altas de adultos ocasionan daños fuertes en los folíolos y brotes que retienen el desarrollo de las plantas, asimismo, ponen la mayor cantidad de huevos y alta población de larvas en el suelo, puede ocasionar daños importantes en los tubérculos, perjudicando la presencia comercial, más aún si el cultivo es para semilla.

Es importante saber que la sequía o la presencia de veranillos favorecen al desarrollo de los insectos. Cuando se presente este caso, es necesario evaluar y realizar el control inmediato.

3.9 Cosecha y Pos cosecha

Larios et al., (2013), describe que, después de la defoliación, los tubérculos se dejan en el suelo, para que se subericen (fortalecimiento de la epidermis o cáscara), y así evitar daños mecánicos, o raspones durante la cosecha. Este período varía de acuerdo a la época y variedad, pero en promedio se obtiene entre 15 y 20 días después de la defoliación del cultivo. Luego de esto, los tubérculos están listos para ser cosechados.

3.10 Almacenamiento

Así mismo Larios et al., (2013) señala que después de la cosecha, los tubérculos se deben almacenar para continuar sus etapas fenológicas hasta estar listas para la siguiente multiplicación o para ser comercializadas como semilla, deben de presentar un buen estado sanitario. Se pesan y se depositan en estructuras de germinación que

pueden ser tarimas o cajas, se rotulan las cantidades y calibres. Cada categoría de semilla cuenta con almacenes específicos, es decir, hay almacenes para germinación de material pre básico, básico, registrado y certificado.

3.11 Costos de Producción

Se trata del conjunto de los gastos que son necesarios para producir un servicio o un bien. El costo de producción, por lo tanto, está formado por todas las inversiones que una empresa debe realizar para seguir en funcionamiento y producir aquello que comercializa Pérez & Merino, (2017).

Es la inversión de dinero que la empresa hace con el fin de producir un bien, comercializar un producto y/o prestar un servicio. Estos no involucran los gastos de operación, representados por los gastos administrativos y los de venta entre otros gastos (Calameo, 2015).

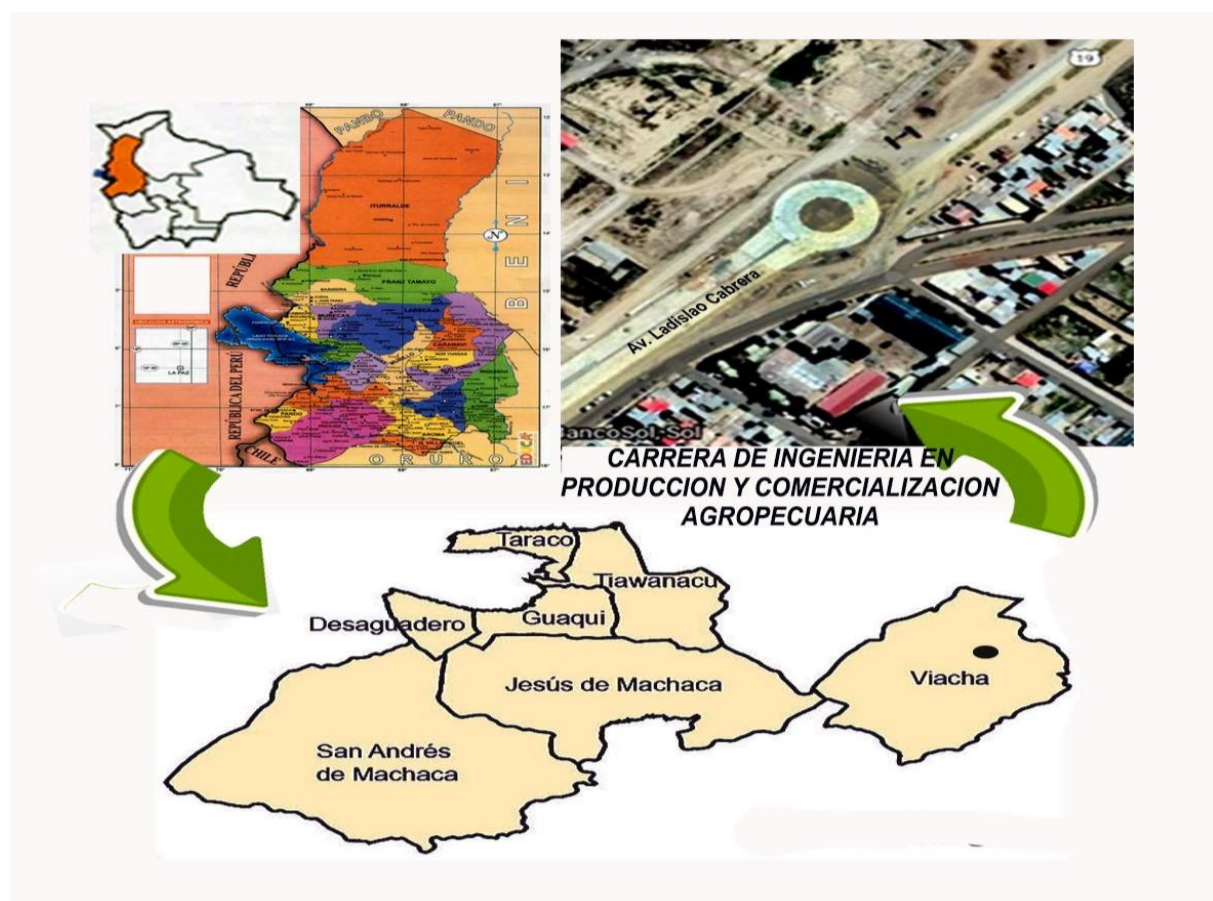
SEPA (2018), los costos de producción en Bolivia de la semilla pre básica en SEPA es kilogramo está según la variedad ejemplo la Desiree el kilogramo está a 240 Bs la Huaycha el kilogramo a 300 Bs y así por variedad el kilogramo cambia de precio.

4. LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación Geográfica

El presente estudio se realizó en predios de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado al ingreso de la ciudad de Viacha capital de la Provincia Ingavi perteneciente al Departamento de La Paz.

Geográficamente se encuentra situada a $16^{\circ} 39'$, de latitud Sur, $68^{\circ} 18'$ de longitud Oeste y a una altitud de 3830 m.s.n.m. (PDM Viacha, 2012).



Fuente: Google Maps, 2018

Figura 2. Localización de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria - UMSA

4.2 Características Climáticas

La zona de estudio presenta una temperatura media anual de 10 °C, con heladas muy frecuentes a partir del mes de abril a agosto. La precipitación media anual es de 447 mm, con una distribución de las lluvias de enero a marzo disminuyendo la intensidad en los meses de abril a diciembre. En cuanto a la humedad relativa esta alrededor de 40 % SENAMHI (2010).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Material de Invernadero

- Tres cubos de turba
- Cuatro cubos de tierra negra
- Quince yutes cascarilla de arroz cada una con arena
- Diez camas de producción
- Veinte metros nylon negro
- Un guardapolvo
- Veinte barbijos
- Veinte guantes de goma
- Una indumentaria de protección para la fumigación con plaguicidas
- Cuatro baldes recipientes
- Trescientos vasos plásticos para aclimatación
- Veinte letreros
- Un saco de cal
- Un termómetro MIN-MAX
- Una pala
- Una picota
- Una carretilla
- Una escoba

- Un alicate
- Un martillo
- Un flexómetro
- Un juego de palitas de jardinería.

5.1.2 Material de Laboratorio y Equipos

Se usó los materiales y equipos siguientes:

- Una esterilizadora de sustrato
- Un pH-metro
- Una destiladora de agua
- Pipetas de 10 ml y 1 ml
- Dos vasos precipitados
- Un fumigador

5.1.3 Material Químico

Se utilizó las soluciones nutritivas para el sistema del sustrato hidropónico divididas en tres etapas durante su ciclo vegetativo (Tablas 3, 4 y 5).

5.1.4 Material de Gabinete

Se utilizó materiales de papelería para las planillas, lápiz, bolígrafos, cámara fotográfica.

5.1.5 Material Vegetal

Se utilizó 10 variedades de vitroplantas proporcionadas por el Laboratorio de Cultivo in vitro de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria (CIPyCA) que son:

Tabla 3. Variedades de papa utilizadas en el experimento

Variedades de papa	Cantidad de vitroplantas	Lugar de recolección
a 1: Lipapala	24	Batallas
a 2: Surimana	24	Batallas
a 3: Churi sapallu	24	Batallas
a 4: Choq'epithu	24	Batallas
a 5: Ch'iyara imilla	24	Murumamani
a 6: Allqa ajawiri	24	Murumamani
a 7: Imilla Negra	24	Batallas
a 8: Sapallu	24	Batallas
a 9: Kusillo	24	Batallas
a 10: Luk'i	24	Batallas

5.2 Metodología

5.2.1 Trabajo en Invernadero

Para la producción de semilla pre básica de las papas nativas se utilizó plántulas in vitro, para lo cual se desarrollaron en los siguientes pasos:

- El invernadero tiene una superficie de 52 m² útil para la producción, modelo túnel.
- El techo primero tiene la malla antiáfidos y después una capa de agro film que cubre el interior del invernadero.
- Para la producción de semilla pre básica en el interior del invernadero se lavó con detergente y después se desinfecto con lavandina al 3%.



Figura 3. Limpieza del invernadero



Figura 4. Invernadero en el que se realizó la producción de semilla pre básica

5.2.1.1 Preparación de las camas de producción.

Se adecuaron 10 camas de producción construidas de madera con una dimensión de 1,97 m de largo x 1,38 m de ancho, teniendo una superficie útil por cama de 2,72 m² y cada cama se dividió en dos partes para cada tratamiento. Para su uso se lavó con lavandina al 3%; luego se procedió al forrado del interior de las camas de producción primero se forro con nylon negro las paredes de las camas después se puso

plastoformo con huecos que estos servirán como un aislante entre el piso y el sustrato después se colocó una malla en la base para evitar la salida de partículas del sustrato.



Figura 5.Preparación de cajas

5.2.1.2 Preparación de sustratos.

Para la preparación de sustratos del sistema convencional se utilizó tierra negra, tuba y arena en las siguientes proporciones 2:1:³/₄: el mismo fue desinfectado con la esterilizadora de sustratos 15psi por 30 minutos para evitar problemas sanitarios así también se hizo un análisis físico – químico ver Anexo 3.



Figura 6. Preparación de sustrato convencional

La preparación para el sistema sustrato hidropónico, siguió los siguientes pasos:

a) Cascarilla de arroz. Se utilizó un saco de 7 kilos por cada mezcla

b) Arena fina. Se puso 3 kilos por cada saco de cascarilla de arroz

Después de la mezcla inmediatamente se realizó la desinfección con la esterilizadora de sustratos a 15 psi por 20 minutos.

5.2.1.3 Trasplante de vitroplantas a camas de producción

a) Sistema convencional. Primero se humedeció el sustrato con agua potable después se niveló con una madera plana, seguidamente se hicieron hoyos con una profundidad de 5 cm para no maltratar las primeras raíces que se formaron en el tubo de ensayo luego se procedió al trasplante comenzando con una limpieza y/o lavado del agar con agua destilada tres veces seguidamente se procedió al trasplante directo de las vitroplantas a las camas de producción una vez expuesta a las camas se presionó de manera cuidadosa con los dedos, para evitar bolsas de aire entre la raíz y el sustrato con una densidad de trasplante de 20 x 20 cm entre plantas, teniendo en total 24 plantas por cada unidad experimental. Finalmente, se regó suavemente, con una regadera y para protegerla se cubrió con malla semi sombra al 50% esto por 2 semanas.



Figura 6. Vitroplantas en las camas de producción

b) Sistema sustrato hidropónico. Primero se humedeció el sustrato con agua potable después se niveló con una madera plana, seguidamente se hicieron hoyos con una profundidad de 5 cm para no maltratar las primeras raíces que se formaron en el tubo de ensayo luego se procedió al trasplante comenzando con una limpieza y/o lavado del agar con agua destilada tres veces seguidamente se procedió al trasplante directo de las vitroplantas a las camas de producción una vez expuesta a las camas se presionó de manera cuidadosa con los dedos, para evitar bolsas de aire entre la raíz y el sustrato

hidropónico con una densidad de trasplante de 20 x 20 cm entre plantas, teniendo en total 24 plantas por cada unidad experimental. Finalmente, se regó suavemente, y se puso vasos plásticos por 3 semanas con agujeros en su base para que mantenga la humedad en la cascarilla de arroz después se puso también malla semi sombra al 50% por 3 semanas.



Figura 7. Vitroplantas en las camas de producción después del trasplante

5.2.1.4 Preparación de solución hidropónica y dosis de riego.

La preparación de la solución hidropónica se realizó de la siguiente manera: Se usó la solución A, B, C, Tabla 4, 5,6 en las 3 etapas de la producción de semilla de papa y se regó mediante goteo en los 10 tratamientos con un turril de 50 litros al día se regaba 25 litros por la mañana y 25 litros por la tarde.

Tabla 4. Solución nutritiva Primera etapa

Solución A Nombre	Simbología	Peso (g)
Nitrato de calcio	Ca (NO ₃) ₂	1,156
SOLUCIÓN B		
Sulfato de magnesio	MgSO ₄	425
MAP sulfatos		149
Nitro - S		70
SOLUCIÓN C		
Micronutrientes		6,116
SOLUCIÓN D		
Sulfato de hierro	Fe ₂ (SO ₄) ₃	8,94

Tabla 5. Solución nutritiva Segunda etapa

Solución A Nombre	Simbología	Peso (g)
Nitratos		1,156
SOLUCIÓN B		
Sulfatos		
Sulfato de amonio	(NH ₄) ₂ SO ₄	251
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	369
Sulfato de magnesio	MgSO ₄	425
Fosfatos		
Fosfato monopotasio	KH ₂ PO ₄	149
Fosfato monoamonico	NH ₄ H ₂ PO ₄	32
Nitro - S		70
SOLUCIÓN C		
Micronutrientes		
Molibdato de amonio	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	6,116
Sulfato de magnesio	MgSO ₄	1,68
Ácido bórico	H ₃ BO ₃	1,15
Sulfato de zinc	ZnSO ₄	0,83
SOLUCIÓN D		
Sulfato de hierro	Fe ₂ (SO ₄) ₃	8,94

Tabla 6. Solución nutritiva tercera etapa

Solución A Nombre	Simbología	Peso g
Nitrato de calcio	Ca (NO ₃) ₂	700
Nitrato de potasio	KNO ₃	400
Fosfato Monopotasico	KH ₂ PO ₄	135
Nitrato de magnesio	Mg(NO ₃) ₂	200
SOLUCIÓN B		
Sulfatos		
Sulfato de magnesio	MgSO ₄	200
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	169
SOLUCIÓN C		
MAP		50
SOLUCIÓN D		
Sulfato de zinc	ZnSO ₄	1,50
Molibdato de amonio	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0,06
Valagio EDTA MIX 5		12
SOLUCION E		
Sulfato de hierro	Fe ₂ (SO ₄) ₃	11

5.2.1.5 Labores culturales.

Las labores culturales realizadas durante el ciclo vegetativo de las 10 variedades de papa nativa fueron los siguientes:

a) Riego. Una de las principales actividades fue el riego debido a que se requirió mantener la humedad de los sustratos.

b) Aporques o adición de sustrato hidropónico y convencional. Dependiendo del desarrollo y crecimiento de las plantas en función de los genotipos, se procede la primera adición de sustrato el primer y tercer mes después del trasplante, hasta el llenado de la cama. Salas (1995), indica que esta labor se realiza a medida que las plantas lo requieren. Su función primordial es darle mayor anclaje a la planta, proteger a los tubérculos de la radiación solar y evitar el ataque de patógenos.

Esta labor consistió, en realizar camellones con la subida de sustrato tanto convencional e hidropónico a la planta para el enraizamiento adecuado y la formación del follaje, la cual se efectuó a los 35 días después del trasplante y luego el aporque se fue realizando cada mes y medio, hasta la floración del cultivo al mismo tiempo se hizo la eliminación de malezas.



Figura 8. Aporcado en sustrato convencional e hidropónico

c) Mallas de soporte o tutorado. Esta actividad se realizó con el objetivo de sostener el peso de la planta se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura de 20 centímetros, se instalaron las mallas soporte con hilo de nylon cuadrículas de 10x10 centímetros, sujetadas por cuatro a seis listones de madera en cada esquina para evitar el tendido de las plántulas. A medida que las plantas se desarrollaban se fue suspendiendo la malla soporte.



Figura 9. Tutorado en el sistema convencional e hidropónico.

d) Defoliación. Se realizó cuando las plantas llegaron a su madurez fisiológica después de trasplante, cortando todo el follaje verde amarillenta al ras del sustrato para ayudar la maduración de los tubérculos. Salas (1995), esta práctica consiste en eliminar la parte aérea de la planta, para facilitar la cosecha y evitar el ataque tardío de plagas y enfermedades.

f) Cosecha de tubérculos. Se realizó a los 5 a 6 meses con la ayuda de una pala y chuntilla cuidadosamente se procedió a la cosecha cuidando los tubérculos y desinfectado las herramientas con alcohol al 70%.



Figura 10. Cosecha de papa del sustrato convencional



Figura 11. Cosecha de papa del sustrato hidropónico

g) Almacenamiento La semilla pre básica se almaceno en una cámara frigorífica a una temperatura los primeros 4 días con 10 a 12 °C (Salaues & Rocabado 1998).

5.3 Diseño Experimental

Para el presente trabajo se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo bi - factorial (10 variedades x 2 sistemas de sustratos). El análisis estadístico se realizó con el siguiente modelo lineal aditivo que plantea Ochoa (2016). El modelo lineal aditivo del diseño experimental:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

α_i = Efecto de la i-ésima variedad

β_j = Efecto del j-ésima sustrato

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción entre variedades y sustratos

e_{ijk} = Error experimental

5.4 Factores de Estudio

Se utilizó en el factor A que son las variedades de papas nativas y el factor B compuesto por los dos tipos de sustratos.

Tabla 7. Factores de estudio Variedades de papa y sistemas de sustratos

Factor A : Variedades de papa	Factor B : Sistemas de sustratos
a 1: Lipapala	b1= sustrato hidropónico
a 2: Surimana	
a 3: Churi sapallu	
a 4: Choq'epithu	
a 5: Ch'iyara imilla	
a 6: Allqa ajawiri	b2= sustrato convencional
a 7: Imilla Negra	
a 8: Sapallu	
a 9: Kusillo	
a 10:Luk'i	

5.4.1 Tratamientos

En la Tabla 8 se muestra la composición de los tratamientos y su respectiva interacción.

Tabla 8. Formulación y descripción de los tratamientos

Factor A Variedades de papa	Factor B Sistemas de sustratos	Combinación	Tratamiento
a 1 =Lipapala	b1= sustrato hidropónico	a1 vs b1	T1= a1 b1
a 1= Lipapala	b2= sustrato convencional	a1 vs b2	T2=a 1b2
a 2= Surimana	b1= sustrato hidropónico	a2 vs b1	T3=a2 b1
a 2= Surimana	b2= sustrato convencional	a2vs b2	T4=a2b2
a 3= Churi sapallu	b1= sustrato hidropónico	a3 vs b1	T5=a3b1
a 3 = Churi sapallu	b2= sustrato convencional	a3 vs b2	T6=a3 b2
a 4= Choq'epithu	b1= sustrato hidropónico	a4 vs b1	T7=a4 b1
a 4= Choq'epithu	b2= sustrato convencional	a4vsb2	T 8=a4 b2
a 5= Ch'iyara imilla	b1= sustrato hidropónico	a5 vs b1	T9=a5b1
a 5= Ch'iyara imilla	b2= sustrato convencional	a5 vs b2	T10=a5 b2
a 6 = Allqa ajawiri	b1 = sustrato hidropónico	a6 vs b1	T11=a6b1
a 6= Allqa ajawiri	b2 = sustrato convencional	a6vs b2	T12= a6 b2
a 7= Imilla Negra	b1 = sustrato hidropónico	a7vs b1	T13= a7 b1
a 7= Imilla Negra	b2 = sustrato convencional	a7 vs b2	T14= a7 b2
a 8= Sapallu	b1 = sustrato hidropónico	a8 vs b1	T15= a8 b1
a 8 = Sapallu	b2 = sustrato convencional	a8 vs b2	T16= a8 b2
a 9 Kusillo	b1 = sustrato hidropónico	a9 vs b1	T17= a9 b1
a 9= Kusillo	b2 = sustrato convencional	a9 vs b2	T18= a9 b2
a 10= Luk'i	b1 = sustrato hidropónico	a10 vs b1	T19= a10b1
a 10= Luk'i	b2 = sustrato convencional	a10 vs b2	T20= a10 b2

5.5 Croquis del Área Experimental

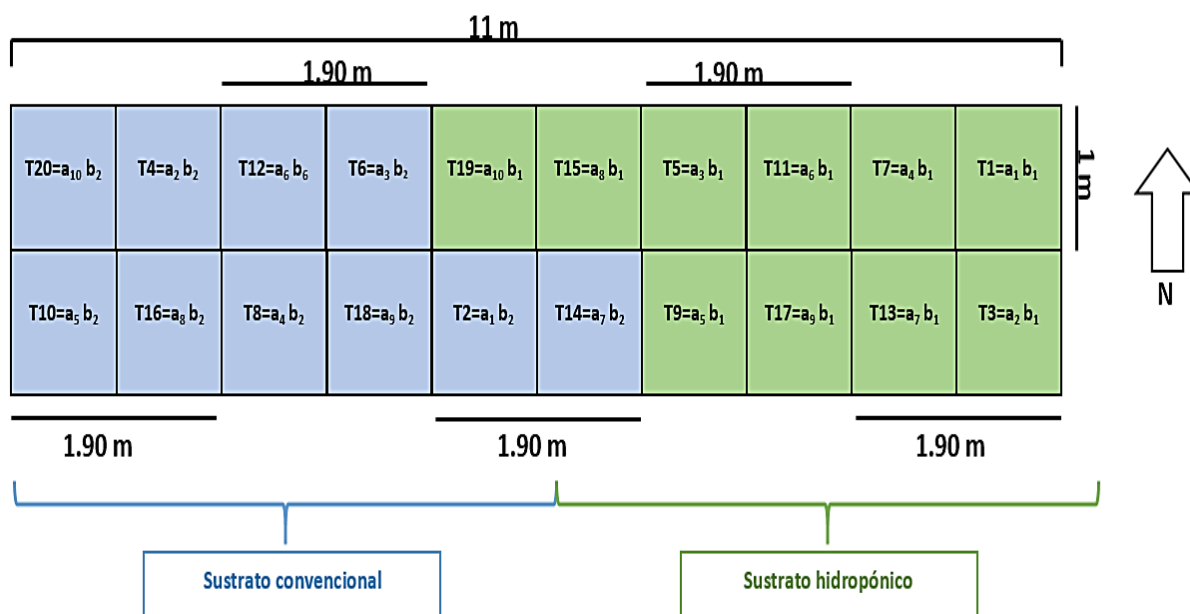


Figura 12. Croquis experimental y distribución en el invernadero

5.5.1 Características del Área Experimental

- Área de unidad experimental cajas del sustrato convencional	1,152 m ²
- Área de unidad experimental cajas de sustrato hidropónico	1,411 m ²
- Área total cubierta y utilizada (4 m x 14 m)	56 m ²
- Tratamientos	20
- Distancia entre plantas	0,19 m
- Total plantas por unidad experimental	24
- N° de pasillos	3
- Distancia entre pasillos	0,50 m

5.6 Variables de Respuesta

Para evaluar el comportamiento de los tratamientos y llegar a los objetivos requeridos se tomaron en cuenta las siguientes variables:

5.6.1 Altura de Planta

Para registrar la altura de planta, se tomaron 15 plantas en cada una de las platabandas, las cuales se marcaron para medir las mismas en cada evaluación una vez por semana, hasta el día de la defoliación.

5.6.2 Diámetro del Tallo por Planta

Para este caso se tomaron los diámetros en milímetros de los tallos por planta a una altura de 1 cm del nivel del sustrato utilizando un vernier. La evaluación se realizó en cada fase fenológica después del trasplante al tallo principal.

5.6.3 Número de Tubérculos por Planta por Tratamiento

El número de tubérculos por planta se determinó por cada planta por tratamiento, las mismas que fueron evaluadas desde el trasplante y que fueron escogidas al azar. De los cuales se contó el número de tubérculos por planta. Estos datos se registraron y fueron evaluados los resultados obtenidos en cada tratamiento.

5.6.4 Peso de Tubérculos por Planta por Tratamiento

El peso de tubérculos por planta se determinó de una muestra de 8 plantas por tratamiento, se pesó en una balanza desde el tubérculo más pequeño hasta el más grande, es decir, el total de los tubérculos por planta. Estos valores se registraron y fueron evaluados por cada tratamiento.

5.6.5 Rendimiento Total

El rendimiento total se calculó en kg/m^2 por unidad experimental incluyendo en el cálculo, el peso de 18 plantas.

5.6.6 Análisis Económico

Para el análisis económico del presente trabajo se realizó un cuadro de costos de producción donde se presenta los costos variables, beneficios brutos, beneficios netos y un análisis de beneficio/costo para cada tratamiento.

a) Costos variables (CV). Se identificó los insumos que varían en cada tratamiento del ensayo. Se calcularon dichos costos por tratamiento. Los mismos fueron basados en precios de mercado. Teniendo estos valores, se procedió a la suma total.

b) Beneficio bruto (Bb). El beneficio bruto se calculó multiplicando el precio por el rendimiento obtenido de cada tratamiento, con la siguiente fórmula:

$$Bb = \text{Precio del producto (Bs/kg)} \cdot \text{Rendimiento (kg/m}^2\text{)}$$

c) Beneficio/Costo (B/C). Este valor se obtiene dividiendo el beneficio bruto con el total de los costos.

$$B/C = \text{Beneficio bruto (Bs/m}^2\text{)} / \text{Costo variable (Bs/m}^2\text{)}$$

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.1 Temperatura en el Invernadero

La Figura 13, nos muestra las fluctuaciones de las temperaturas registradas en máximas, medias y mínimas, la medición realizada en el interior del ambiente atemperado durante los meses en que se realizó el estudio.

La temperatura es un factor determinante en la regulación de procesos fisiológicos tales como la transpiración y respiración: ambos procesos están íntimamente ligados al crecimiento de las plantas, como todo factor ambiental que afecta a un proceso fisiológico puede afectar negativamente la calidad de los plantines si están en niveles limitantes o excesivos.

El comportamiento climático que se presenta dentro el ambiente dependerá siempre del tipo de infraestructura que se tiene, en este caso el ambiente está construido con ladrillo y cemento, lo cual provoca los cambios bruscos de temperatura en determinados momentos.

Pardavé (2004), señala que la papa tiene diferencias de requerimientos térmicos según la variedad, las temperaturas máximas de 20 a 25 ° C y mínimas o nocturnas de 8 a 13 ° C, son excelentes para una buena tuberización.

La toma de datos de temperatura se inició desde el mes de febrero hasta agosto, como se observa en la Figura 13, la temperatura media fue de 28 °C y 17 °C la cual estuvo en los rangos aceptables.

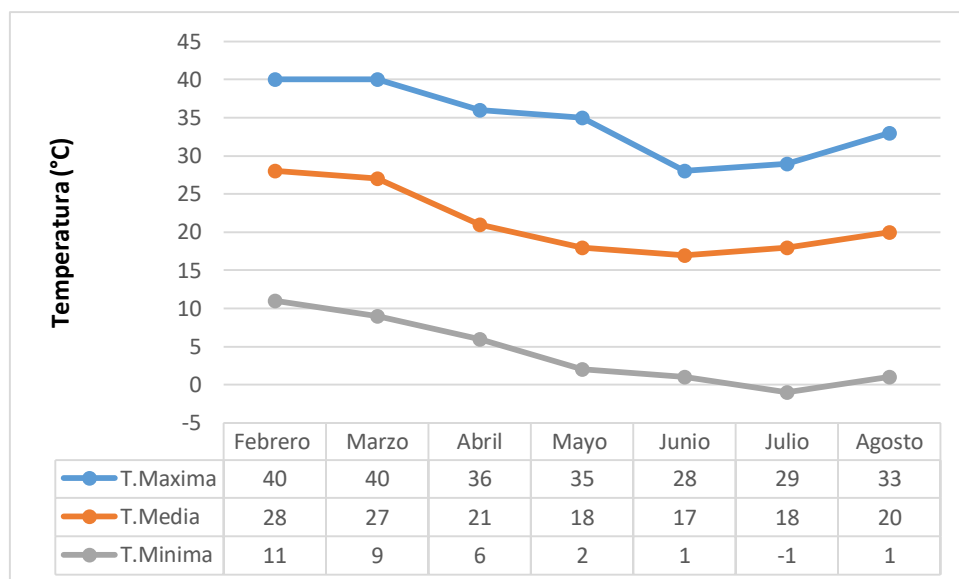


Figura 13. Temperaturas registradas dentro el invernadero durante la investigación año 2019

6.2 Altura de Planta

El análisis de varianza para la altura de planta de las 10 variedades en estudio se presenta en la Tabla 9. Los resultados obtenidos para la altura de la planta, medidos en centímetros, presentaron diferencias altamente significativas entre variedades, sustrato y la interacción variedad • sustrato ($p < 0,01$) es decir que la variedad y sustrato influyen en la altura de las plantas.

Tabla 9. Análisis de varianza para la altura de las plantas en la fase final de floración en respuesta a las 10 variedades de papa.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Variedad	102641,28	9	5635,17	319,27	0,0000**
Sustrato	379,50	1	5635,17	10,62	0,0013**
Variedad*Sustrato	4047,49	9	5635,17	12,59	0,0000**
Error	6429,78	180	5635,17		
Total	113498,04	199			

**= Altamente Significativo

C.V=14,03 %

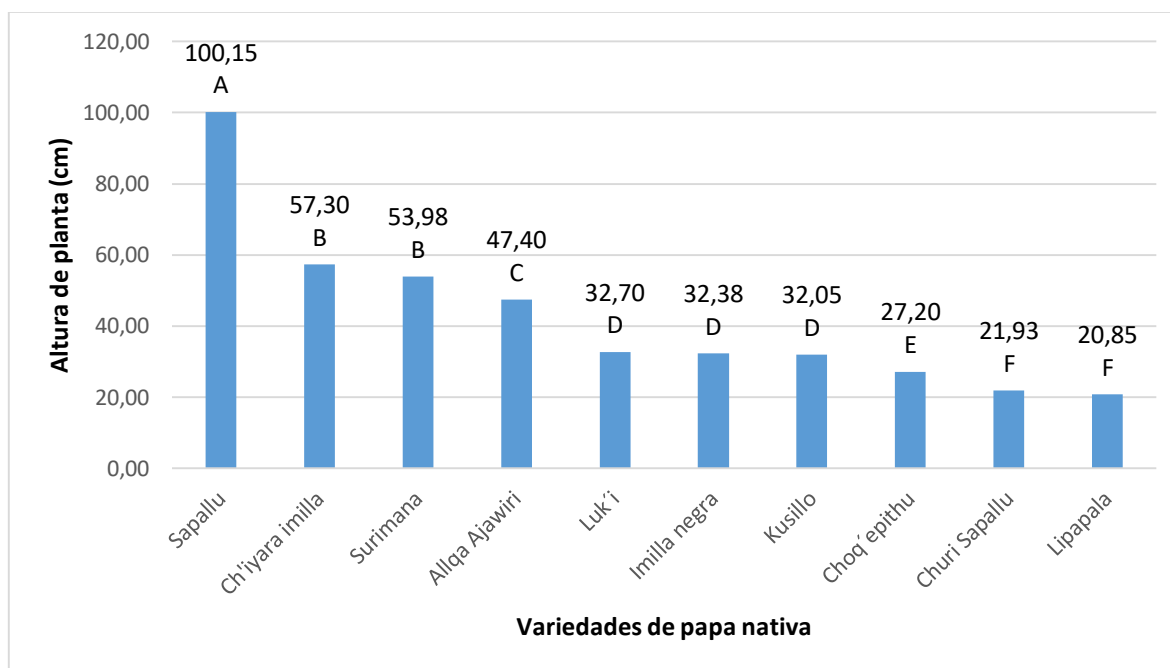


Figura 14. Prueba de Medias Duncan (5%) para la altura de planta en respuesta a las variedades de papa.

La Figura 14 presenta la prueba de medias Duncan, para la variable altura de la planta el cual describe que la variedad Sapallu es superior con 100,15 cm, a la variedad Surimana con 53,98 cm respectivamente tenemos la variedad Ch'i'yara imilla con 57,30 cm que es igual a la variedad Surimana como también es superior a la variedad Allqa ajawiri con 47,40 cm por lo cual es superior a la variedades Kusillo , Imilla negra con 32,05 y 32,38 cm que son superiores a las otras variedades de Churi sapallu, Choq'epithu, Lipapala, Luk'i con 21,93; 27,20; 20,85 y 32,70 cm.

Calle (2009), señala que la altura de la planta en invernadero en papas nativas son distintos debido a la fotosíntesis el obtuvo un resultado similar con 63,3 cm en la variedad "Polonia" en comparación Choque (2019), obtuvo una altura de planta mediante brotes para semilla en la variedad Imilla Negra con 99,28 cm, Saq'ampaya 89,25 cm variedad Waych'a 69,61cm.

Para la variable altura de planta, ha existido un efecto positivo por parte de la variedad Sapallu como se evidencia en la Figura 19. Asimismo, se observó que el presente

trabajo de investigación obtuvo promedios de altura mayores a trabajos de Calle y Choque lo que demuestra que existió un buen manejo en la producción.

Blackman, mencionado por Bertsch (1995), indica que un proceso (en este caso la altura) es condicionado en su expresión por un número determinado de factores separados (luz, agua, dióxido de carbono, oxígeno, temperatura y nutrientes), el resultado del proceso está limitado por el factor disponible al más bajo nivel. En otras palabras, el crecimiento de la planta no puede ser mayor que el permitido por el factor disponible en menor cantidad.

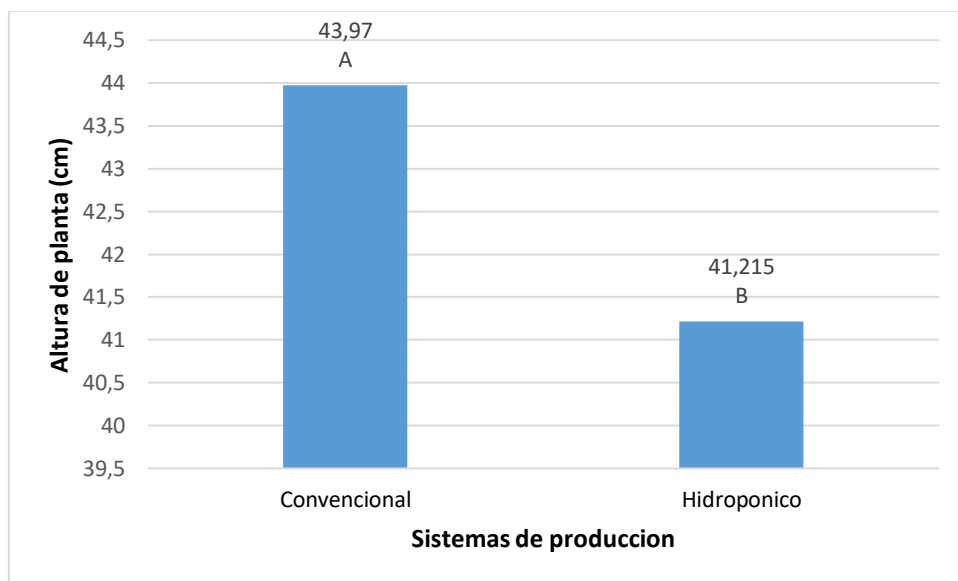


Figura 15. Comparación de medias Duncan (5%) para la altura de la planta en respuesta a los sustratos bajo ambiente protegido.

La Figura 15 presenta, prueba de medias Duncan para la altura de la planta (cm) en respuesta a dos sistemas bajo ambiente protegido, donde el sistema convencional con 43,97 cm es superior al sistema hidropónico con 41,21 cm.

Calle (2009), reporta en cuanto a los sustratos la prueba de Duncan (5%) resultados diferentes en la altura de planta en sustrato hidropónico que fue arena más cascarilla de arroz (64,8 cm).

Al respecto Mamani (2014), obtuvo una altura de planta alcanzada Canastillo con 81 cm, Imilla blanca 78 cm y Waych'a con 77 cm, resultado de un ensayo en aeroponía.

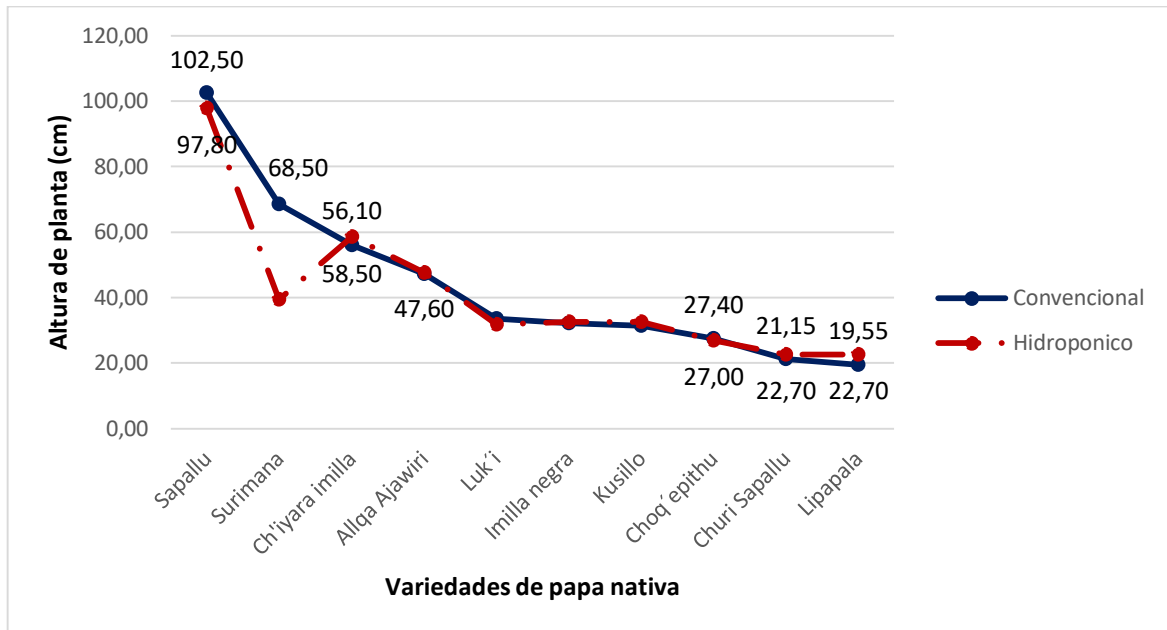


Figura 16. Interacción de sistemas de producción y variedades de papa nativa para la altura de planta.

En la Figura 16 de interacción de dos sistemas de producción y 10 variedades de papa nativa se observa que la altura de planta alcanzó a los 102,50 en la (Figura 21), los tratamientos del sistema convencional presentan las mayores alturas de planta, de las cuales sobresale Sapallu con 102,50 cm, seguida de Surimana 68,50 cm y Ch'i'yara imilla con 56,10 cm. Así mismo en las variedades provenientes del sistema hidropónico Allqa ajawiri también fue la que presentó mayor altura con 97,80 cm, seguida de Ch'i'yara imilla con 58,50 cm y Allqa ajawiri con 47,60. Nótese que la variedad Lipapala con 19,55 y 22,70 cm es la variedad que presenta menor altura con relación a las demás variedades de papa, tanto del sustrato hidropónico y convencional.

Al respecto Antezana (2001), indica que el exceso de humedad y la disponibilidad de nutrientes en el sustrato pueden influir en el desarrollo y crecimiento de las plantas. En la investigación el sustrato convencional tiene mayor porcentaje de capacidad de

retención de humedad ello favoreció una absorción más adecuada de los nutrientes por planta.

Comparando las variedades de Sapallu y Lipapala la variedad Lipapala, obtuvo la menor altura, sin embargo el follaje fue más intenso a comparación de Sapallu, esto puede ser debido a factores genéticos, ligado a ello, MINAGRI (2013), menciona que las plantas dependen de la arquitectura del follaje (planofila o erectofila), es decir que algunas variedades tienden a expandirse más en follaje que altura.

6.3 Diámetro de tallo por planta

El análisis de varianza para el diámetro de tallo por planta de las variedades de papa nativas se tuvo la siguiente tabla. Los resultados obtenidos para el diámetro de tallo, presentaron diferencias altamente significativas entre variedades, sustrato y la interacción variedad*sustrato ($p < 0,01$) es decir que la variedad y sustrato influyen en el diámetro de las plantas.

Tabla 10. Análisis de varianza para el diámetro de tallo por planta en la fase final de floración en respuesta a las diez variedades de papa.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	123,60	9	13,73	35,29	0,0001**
Sustrato	124,82	1	124,82	320,73	0,0001**
Variedad*Sustrato	66,80	9	7,42	19,07	0,0001**
Error	70,05	180	0,38		
Total	385,28	199			

**= Altamente Significativo

C.V=15,86 %

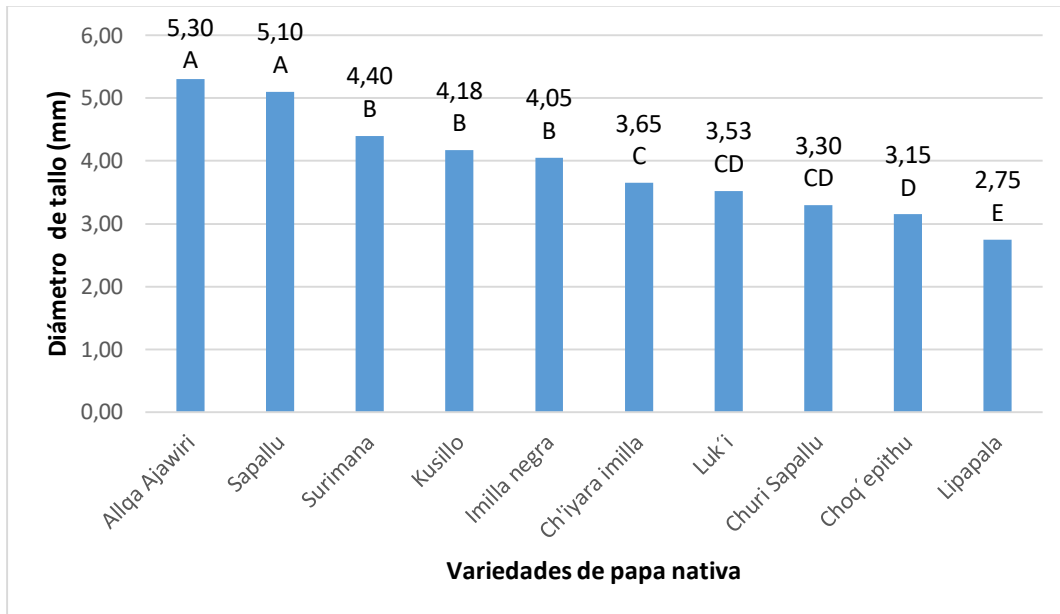


Figura 17. Comparación de medias Duncan (5%) efecto del diámetro de tallo para las variedades de papa nativa durante la etapa de final floración

La Figura 17 presenta la prueba de medias Duncan, para la variable diámetro de tallo el cual describe que la variedad Allqa ajawiri es superior con 5,30 mm, junto con la variedad Sapallu con 5,10 mm respectivamente tenemos la variedad Surimana, Kusillo e Imilla negra con 4,40; 4,18 y 4,05 mm que son mayores que la variedad Ch'iyara imilla con 3,65 mm así mismo las variedades Churi sapallu, Luk'i con 3,53 y 3,15 mm son superiores a las variedades Choq'epithuy y Lipapala con 3,15 y 2,75 mm.

Calle (2009), muestra según la prueba de Duncan al 5% obtuvo los siguientes resultados: Pali blanca (3,3 mm), Sacampaya (3,4 mm) y Polonia (3,5 mm). Donde Polonia tuvo mayor diámetro así mismo en los resultados obtenidos en el trabajo se observa que ha existido un efecto positivo por parte de la variedad Allqa ajawiri.

Coral (2016), reporta en la prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallo de planta en invernadero indica que a los 240 días el mejor diámetro lo registra el tratamiento tres brotes compartidos con 6,33 mm.

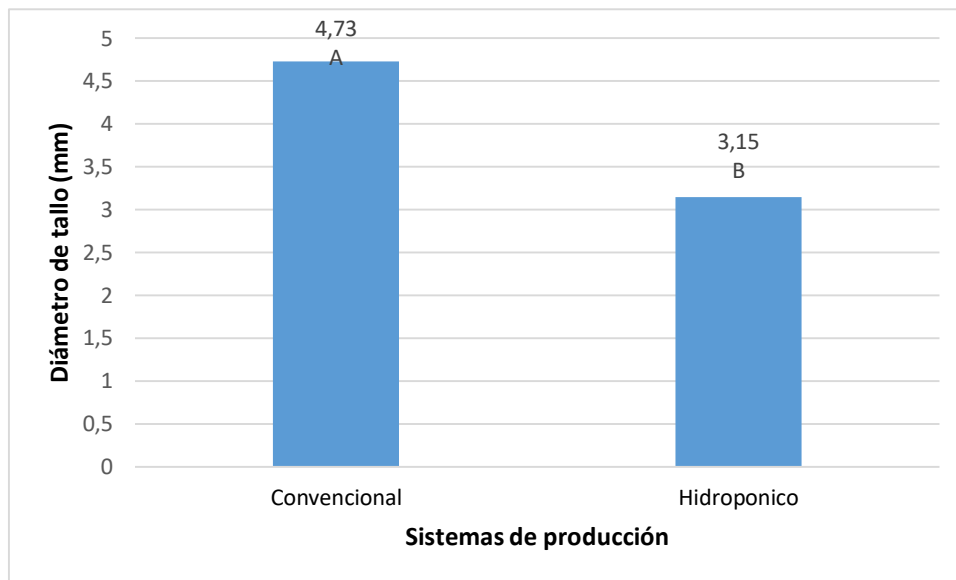


Figura 18. Comparación de medias Duncan (5%) para el diámetro de tallo (mm) en respuesta a los sustratos bajo ambiente protegido.

La Figura 18 presenta la prueba de medias Duncan para el diámetro de tallo (mm) en respuesta a dos sistemas bajo ambiente protegido donde comparamos que el sistema convencional con 4,73 mm es superior al sistema hidropónico con 3,15 mm.

Mamani (2011), obtuvo un promedio de 5,96 mm seguido de 5,91 mm para finalmente 5,73 mm en sustrato convencional sacó menos su diámetro esto debe ser por la variedad ya que este utiliza la variedad Ágata variedad comercial y las que utilizó son todas nativas y Calle (2009) obtuvo un diámetro menor en invernadero que fue 3.5 mm en el diámetro de planta de papa nativa en sustrato hidropónico con cascarilla de arroz.

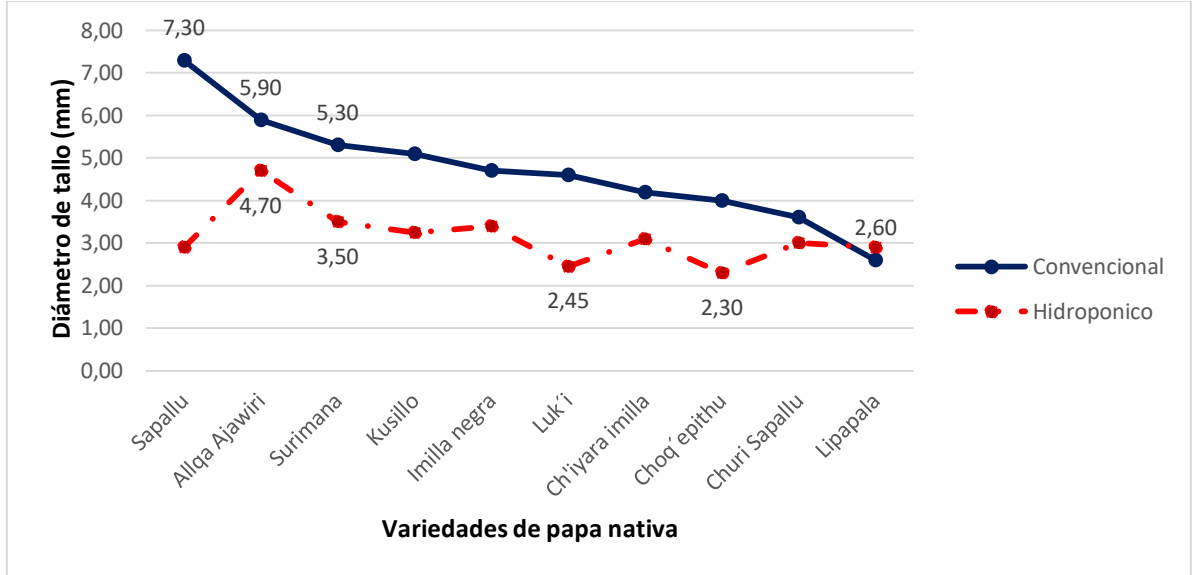


Figura 19. Interacción del diámetro del tallo (mm) entre sistema de producción y variedades de papa nativa

En la Figura 19 la interacción de dos sistemas de producción y diez variedades de papa nativa muestra que el diámetro mayor del tallo es de los tratamientos del sistema convencional que presentan los mayores diámetros de planta, de las cuales sobresale Sapallu con 7,30 mm, seguida de Allqa ajawiri 5,90 mm. Así mismo en las variedades provenientes del sistema hidropónico Allqa ajawiri también fue la que presentó mayor altura con 4,70 mm, seguida de Surimana con 3,50 mm. Nótese que la variedad Choq'epithu es la variedad que presenta menor diámetro con relación a las demás variedades, siendo del sustrato hidropónico y del sustrato convencional la que presentó menor diámetro fue Lipapala.

Según Wiersema (1987), una planta de papa comúnmente tiene varios tallos, cada tallo forma raíces, estolones y tubérculos y se comporta como si fuera una planta individual. Al respecto Contreras (2002) indica que, el crecimiento de los tallos es un 75% del crecimiento de las hojas. En forma similar, esta función puede ser afectada indirectamente por los mismos factores que afectan el desarrollo del follaje en la planta.

6.4 Número de Tubérculos

Existen diferencias altamente significativas entre variedades esta diferencia por lo que se puede afirmar que las variedades influyen de manera directa a la obtención de un mayor rendimiento de número de tubérculos.

El análisis de varianza muestra que existen diferencias altamente significativas por el efecto de sustratos convencional e hidropónico. Esta diferencia se debe posiblemente a las propias características del sustrato.

La interacción variedad y sustrato presentan significancia, lo que indica que estos dos factores en estudio actúan independientemente en esta variable. En virtud a la significancia de los factores de estudio, se determinó realizar una comparación de medias a través de la prueba de Duncan, para establecer la diferencia.

Tabla 11. Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta en respuesta a las 10 variedades de papa (Trans. \sqrt{x}).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Variedad	69,21	9	7,69	32,90	0,00000**
Sustrato	1,57	1	1,57	6,74	0,01021**
Variedad*Sustrato	11,78	9	1,30	5,60	0,00000**
Error	42,07	180	0,23		
Total	124,65	199			

**= Altamente Significativo; Trans. \sqrt{x} =Transformación en raíz cuadrada

C.V= 10,72%

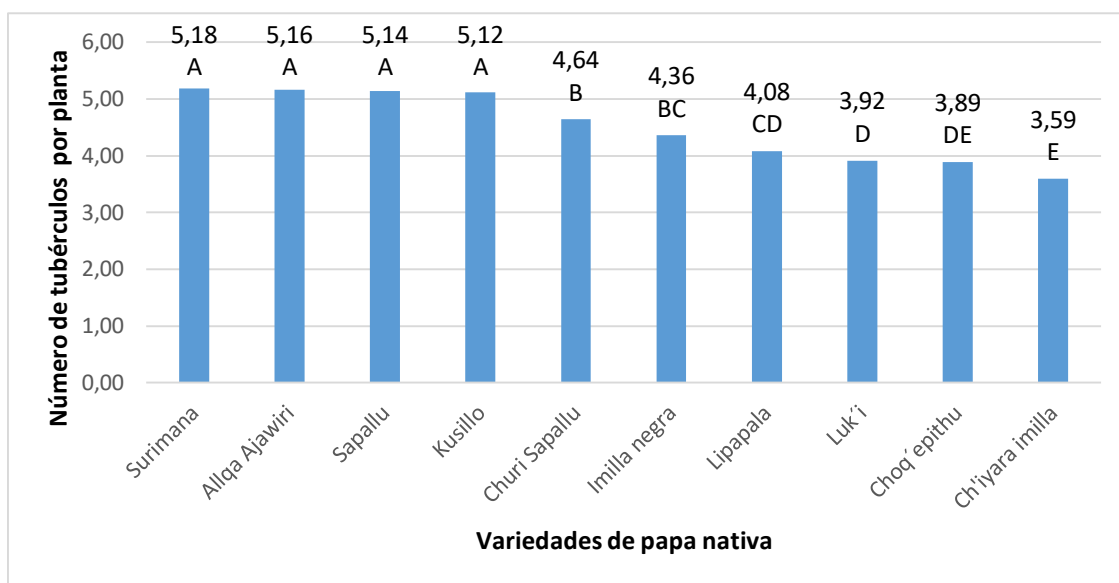


Figura 20. Comparación de medias Duncan (5%) efecto del número de tubérculos para las 10 variedades de papa nativa.

La Figura 20 presenta la prueba de medias Duncan, para la variable número de tubérculos el cual describe que las variedades Surimana con 5,18 (tubérculos/planta); Allqa ajawiri 5,16 (tubérculos/planta); Sapallu 5,14 (tubérculos/planta) y Kusillo 5,12 (tubérculos/planta) son superiores respectivamente tenemos la variedad imilla negra con 4,36 (tubérculos/planta) que es igual a la variedad Churi sapallu con 4,64 (tubérculos/planta) por lo cual la variedad Luk'i con 3,92 (tubérculos/planta) es superior a la variedad Lipapala y Choq'epithu 3,89 (tubérculos/planta) es mayor que Ch'yara imilla con 3,59 (tubérculos/planta).

Mamani (2014), logró obtener entre variedades a Puka Katawi con 8 tuberculos / planta y Canastillo con 7 tuberculos/planta , como las variedades que alcanzaron el mayor número de tubérculos.

Al respecto Pozo (1997), menciona que algunas variedades por su genotipo tienden a producir un mayor número de tubérculos por tallo; en algunos casos se debe a una mayor cantidad de estolones y tubérculos emitidos por los tallos, a los estolones más largos, a la distribución más profunda de los tubérculos, etc.

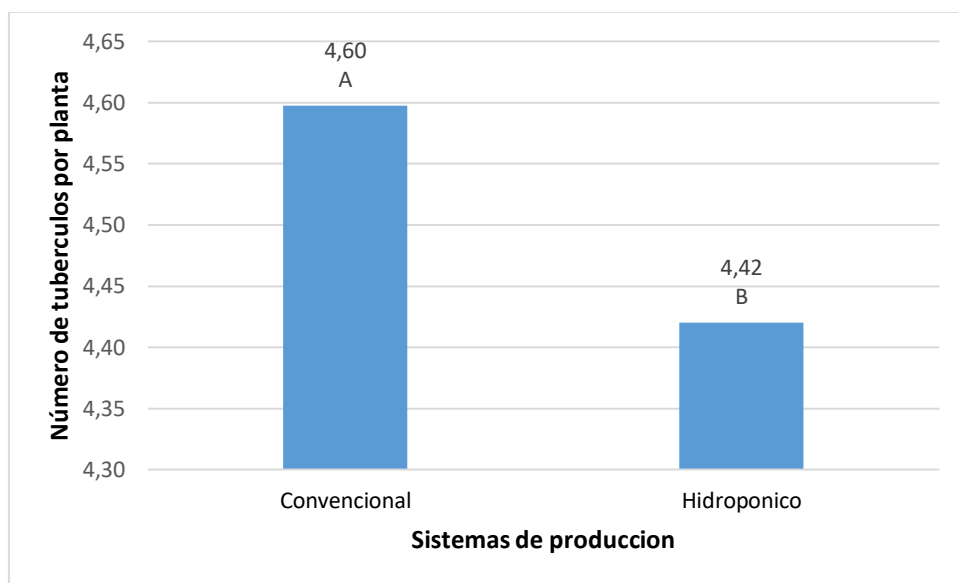


Figura 21. Comparación de medias Duncan (5%) para el número de tubérculos en respuesta a los sustratos bajo ambiente protegido.

La Figura 21 presenta, prueba de medias Duncan para el número de tubérculos por planta en respuesta a dos sistemas bajo ambiente protegido donde el sistema convencional con 4,60 (tubérculos / planta) es superior al sistema hidropónico con 4,42 (tubérculos / planta).

Calle (2009), muestra que obtuvo los siguientes resultados en sustrato hidropónico el primer sustrato compuesto por arena + cascarilla de arroz 3,5 (tubérculos / planta), el segundo por arena + aserrín (3,5 tubérculos / planta) y el tercer sustrato arena + paja brava (3,7 tubérculos / planta). Observando las medias, el sustrato arena + paja brava tuvo un mayor número de tubérculos. Mamani (2014), obtiene las comparaciones del número de tubérculos en la variedad, Imilla negra con 4,20 tubérculos / planta. En sustrato convencional.

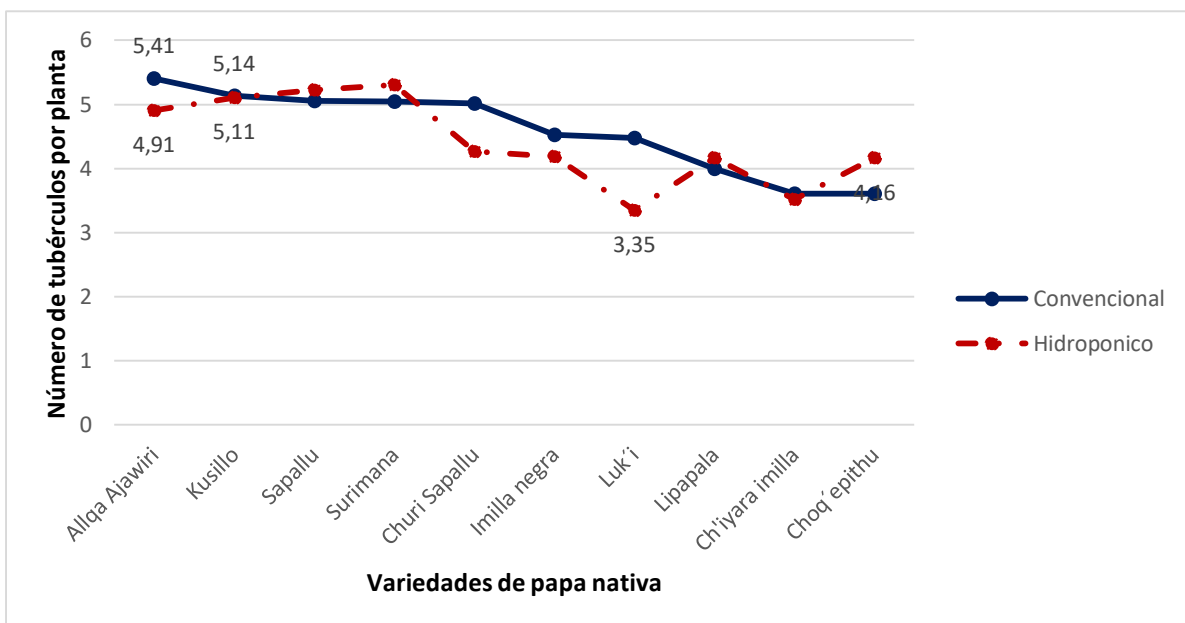


Figura 22. Interacción de sistemas de producción y variedades de papa nativa para el número de tubérculos.

En la Figura 22 se presenta la interacción de dos sistemas de producción y diez variedades de papa nativa observamos el número de tubérculos en la (Figura 27), los tratamientos del sistema convencional presentan el mayor número de tubérculos de planta, de las cuales sobresale Allqa ajawiri con 5 (tubérculos / planta) seguida de Kusillo 5 (tubérculos / planta). Así mismo en las variedades provenientes del sistema hidropónico Surimana también fue la que presentó mayor número de tubérculos en este sistema con 5 (tubérculos / planta), seguida de Sapallu con 5 (tubérculos / planta). Nótese que la variedad Luk'ies la variedad que presenta menor número de tubérculos con relación a las demás variedades, siendo del sustrato hidropónico.

Coca (2000), señala que en promedio se encuentran entre 4 a 6 tubérculos por planta en condiciones del Altiplano. Si esta observación se toma como parámetro de comparación, se superaron el valor mínimo (4 tubérculos) en la mayoría de las variedades de papa nativa que se hizo en la investigación.

6.5 Peso de Tubérculos

El análisis de varianza muestra que existen diferencias altamente significativas por el efecto de los sustratos convencional e hidropónico. Esta diferencia se debe posiblemente a las propias características del suelo y nutrientes.

Existen diferencias altamente significativas entre variedades esta diferencia afirma que las variedades influyen de manera directa a la obtención de un mayor rendimiento de peso de tubérculos.

La interacción variedad y sustrato presentan significancia, lo que indica que estos dos factores en estudio actúan independientemente en esta variable. En virtud a la significancia de los factores de estudio, se determinó realizar una comparación de medias a través de la prueba de Duncan, para establecer la diferencia.

Tabla 12. Análisis de varianza para el peso de tubérculos por planta en respuesta a las 10 variedades de papa (Trans. \sqrt{x}).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	1206,23	9	134,02	27,82	0,0000**
Sustrato	350,99	1	350,99	72,87	0,0000**
Variedad*Sustrato	194,56	9	21,61	4,48	0,0000**
Error	866,89	180	4,81		
Total	2618,69	199			

**= Altamente Significativo; Trans. \sqrt{x} =Transformación en raíz cuadrada

C.V=19,43%

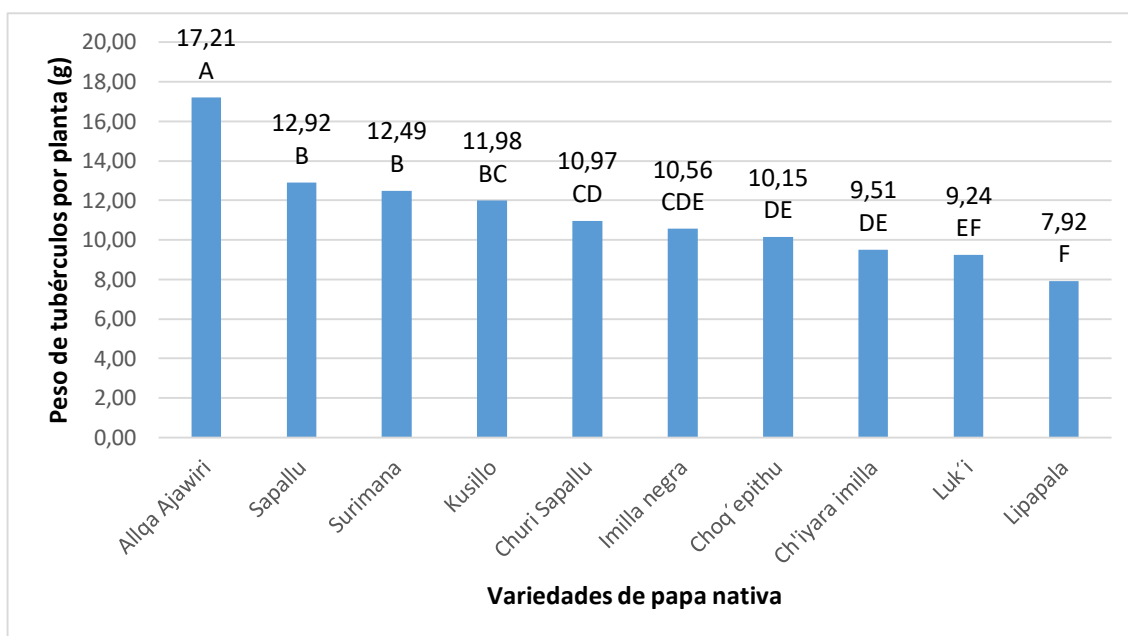


Figura 23. Comparación de medias Duncan (5%) efecto del peso de tubérculos para las diez variedades de papa nativa.

La Figura 23 presenta la prueba de medias Duncan, para la variable número de tubérculos el cual describe que la variedad Allqa ajawiri es superior con 17,21 g a la variedad Sapallu con 12,92 g y Surimana con 12,49 g respectivamente, la variedad Kusillo con 11,98 g que es igual a la variedad Surimana como también es igual a la variedad Churi sapallu 10,97 g como así también las variedades Imilla negra, Choq'epithu, Ch'iyara imilla y Luk'i 10,56 g ;10,15 g ;9,51 g ;9,24 g ya que estas variedades tienen un peso mayor que la variedad Lipapala con 7,92 g.

Duran (2000), encontró resultados de 1,0123 gr/m² en la variedad Alpha como también Choque (2019), obtuvo el peso de tubérculo en la variedad Waych'a 6,55g .

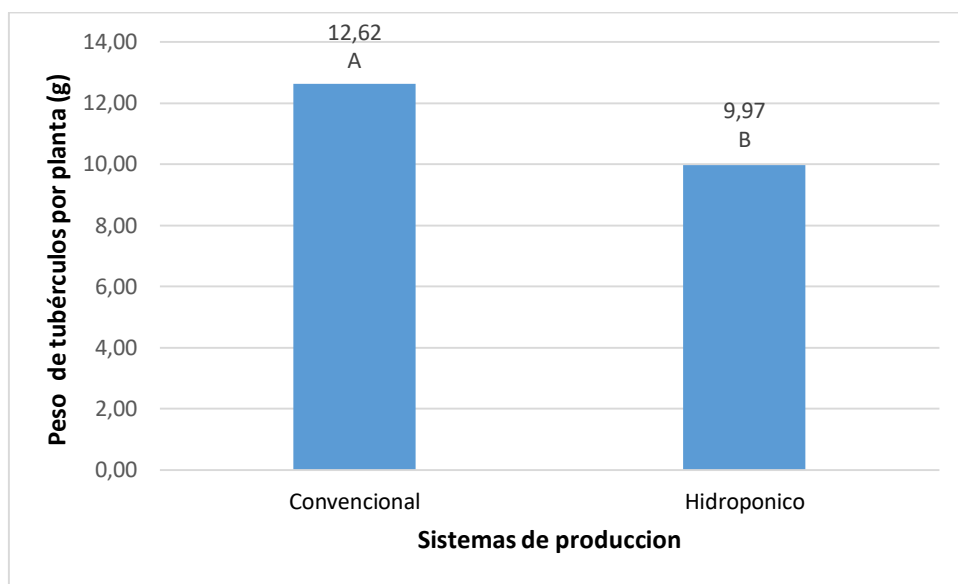


Figura 24. Comparación de medias Duncan (5%) para el peso de tubérculos en respuesta a los sustratos bajo ambiente protegido

La Figura 24 presenta, prueba de medias Duncan para el número de tubérculos por planta en respuesta a dos sistemas bajo ambiente protegido donde el sistema convencional con 12,62 ges superior al sistema hidropónico con 9,97 g.

Calle (2009), obtuvo en el sistema hidropónico por arena + cascarilla de arroz (124 gramos / planta), arena aserrín (125 gramos / planta) y el sustrato arena + paja brava (117 gramos / planta).

Mamani (2011), presento un promedio en el peso de tubérculos por metro cuadrado con un valor de 2750 g, seguida de un promedio de 2625 g y finalmente el promedio de 2615 g.

El peso de tubérculos sea posiblemente a la aplicación suplementaria de fosfato diamónico (FDA), fertilizante foliar (Maxifol) en la misma cantidad, los cuales ayudaron al desarrollo de los tubérculos, por la presencia de fósforo en su composición (Cortés, 1981) ya que en el hidropónico estaba con solución nutritiva.

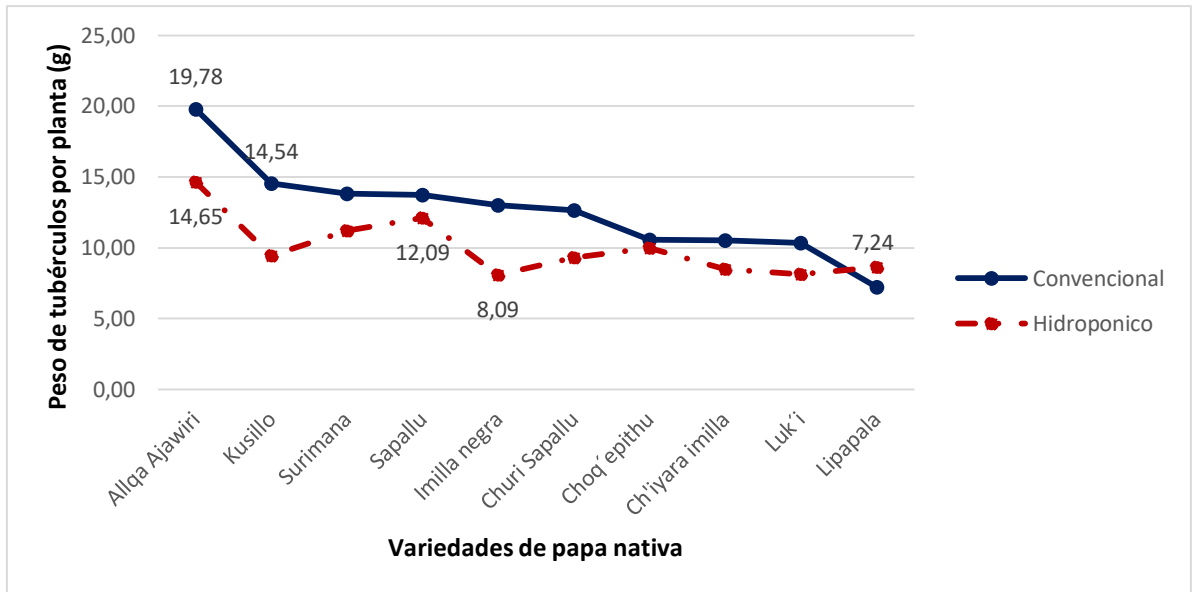


Figura 25. Interacción de sistemas de producción y variedades de papa nativa para el peso de tubérculos.

En la Figura 25 la interacción de dos sistemas de producción y diez variedades de papa nativa observamos el peso de tubérculos en la (Figura 25), los tratamientos del sistema convencional presentan los mayores pesos de planta, de las cuales sobresale Allqa ajawiri con 19,78 g seguida de Kusillo con 14,54 g así mismo en las variedades provenientes del sistema hidropónico Allqa ajawiri también fue la que presentó mayor peso de tubérculos en este sistema con 14,65 g , seguida de Sapallu con 12,09 g. Nótese que la variedad Lipapala es la variedad que presenta menor peso con relación a las demás variedades, siendo del sustrato convencional con 7,24 g.

(Quispe, Hilari, Casazola, & Mamani, 2018) Saco los pesos promedios de los tubérculos de papa nativa por planta con la cual la variedad de sacampaya obtuvo 14,18 g, seguido de la variedad imilla negra con 13,2 g y variedad qhati señorita con 11,7 g estos promedios son similares de las variedades que sacamos.

6.6 Rendimiento de las Variedades en Sistema Convencional e Hidropónico

El rendimiento se sacó por cada variedad en kg/m² y se verá en las siguientes tablas de los dos sistemas que se utilizó.

Tabla 13. Rendimiento de las 10 variedades de papa en el sistema de sustrato convencional

Rendimiento de sistema de sustrato convencional		
Variedad	Rendimiento kg/m²	T ha⁻¹
T2= Lipapala	0,66	6,6
T4= Surimana	2,42	22,9
T6= Churi Sapallu	2,29	22,9
T8= Choq'epithu	1,12	11,2
T10= Ch'iyara imilla	1,06	10,6
T12= Allqa ajawiri	3,34	33,4
T14= Imilla negra	1,83	18,3
T16= Sapallu	2,35	23,5
T18= Kusillo	3,13	31,3
T20= Luk'i	1,04	10,4

Tabla 14. Rendimiento de las 10 variedades de papa en el sistema de sustrato Hidropónico

Rendimiento de sistema de sustrato hidropónico		
Variedad	Rendimiento kg/m²	t ha⁻¹
T1= Lipapala	0,87	8,7
T3= Surimana	1,41	14,1
T5= Churi Sapallo	1,17	11,7
T7= Choq'epithu	0,89	8,9
T9= Ch'iyara imilla	0,95	9,5
T11= Allqa Ajawiri	2,84	28,4
T13= Imilla negra	0,78	7,8
T15= Sapallu	1,93	19,3
T17= Kusillo	1,09	10,9
T19= Luk'i	1,06	10,6

6.7 Variables Económicas

6.7.1 Ingreso bruto

En las Tablas 15 y 16, se puede ver el rendimiento de biomasa comercial, el número de gramos que se sacó, el precio de venta y lo que nos interesa el ingreso bruto expresados en bolivianos. El análisis económico mostró una relación beneficio costo positivo en todos los tratamientos de estudio; donde el tratamiento que mayor ingreso bruto fue el del tratamiento 12 que es la variedad de Allqa ajawiri con sustrato convencional como se ve en la Tabla 16.

Tabla 15. Ingreso bruto por tratamiento en el sistema hidropónico

Tratamientos	Rendimiento experimental kg/m ²	Precio por Kg	IB (Bs)
T1= Lipapala	0,87	220	191,40
T3= Surimana	1,41	220	310,20
T5= Churi Sapallo	1,17	220	257,40
T7= Choq'epithu	0,89	220	195,80
T9= Chair imilla	0,95	220	209,00
T11=Allqa Ajawiri	2,84	220	624,80
T13=Imilla negra	0,78	220	171,60
T15=Sapallu	1,93	220	424,60
T17=Kusillo	1,09	220	239,80
T19=Luk'i	1,06	220	233,20

Tabla 16. Ingreso bruto por tratamiento en el sistema convencional

Tratamientos	Rendimiento experimental kg/m²	Precio por kg	IB (Bs)
T2= Lipapala	0,66	220	145,20
T4= Surimana	2,42	220	532,40
T6= Churi Sapallu	2,29	220	503,80
T8= Choq'epithu	1,12	220	246,40
T10= Ch'iyara imilla	1,06	220	233,20
T12= Allqa ajawiri	3,34	220	734,80
T14= Imilla negra	1,83	220	402,60
T16= Sapallu	2,35	220	517,00
T18= Kusillo	3,13	220	688,60
T20= Luk'i	1,04	220	228,80

6.7.2 Relación Beneficio/Costo

A continuación, se muestra en la Tabla 17 los resultados de la relación costo beneficio. Esta relación debe estar por encima de 1 para que exista ganancia, si es igual a 1 no se gana ni se pierde, pero si es menor; nos indica que existen pérdidas.

Analizando la Tabla 17, nos muestra que los resultados no todos son mayores a la unidad, significando que no se recupera toda la inversión, pero en 3 tratamientos se obtiene ganancias. Por tanto, podemos indicar que la mayoría de los tratamientos del sistema hidropónico no son tan rentables.

Cabe destacar que los tratamientos T11, tiene una relación B/C de 2,14 lo que significa que al invertir (1Bs.) se recupera la inversión y se gana 1,14 Bs respectivamente, y con el tratamiento T15 tiene una relación B/C de 1,46 Bs con una ganancia de 0,46 Bs.

Tabla 17. Relación beneficio costo de los tratamientos del sistema hidropónico

Tratamientos		IB	CP	BC
Factor A	Factor B	(Bs/m ²)	(Bs/m ²)	
Lipapala	T1= Lipapala Sustrato hidropónico	191,40	291,75	0,66
Surimana	T3=Surimana Sustrato hidropónico	310,20	291,75	1,06
Churi sapallu	T5=Churi sapallu Sustrato hidropónico	257,40	291,75	0,88
Choq'epithu	T7=Choq'epithu Sustrato hidropónico	195,80	291,75	0,67
Ch'iyara imilla	T9= Ch'iyara imilla Sustrato hidropónico	209,00	291,75	0,72
Allqa ajawiri	T11=Allqa ajawiri Sustrato hidropónico	624,80	291,75	2,14
Imilla negra	T13=Imilla negra Sustrato hidropónico	171,60	291,75	0,59
Sapallu	T15=Sapallu Sustrato hidropónico	424,60	291,75	1,46
Kusillo	T17=Kusillo Sustrato hidropónico	239,80	291,75	0,82
Luk'i	T19=Luk'i Sustrato hidropónico	233,20	291,75	0,80

Analizando la Tabla 18, nos muestra que la mayoría de los resultados son mayores a la unidad, significando que se recupera casi toda la inversión, pero en dos tratamientos no se obtiene ganancias. Por tanto, podemos indicar que la mayoría de los tratamientos del sistema convencional son rentables.

Cabe destacar que los tratamientos T12, tiene una relación B/C de 2,57 lo que significa que al invertir (1Bs.) se recupera la inversión y se gana 1,57 Bs respectivamente, y con el tratamiento T18 se tiene una relación B/C de 2,41 Bs con una ganancia de 1,41Bs.

Tabla 18. Relación beneficio costo de los tratamientos del sistema convencional

Tratamientos		IB	CP	BC
Factor A	Factor B	(Bs/m ²)	(Bs/m ²)	
Lipapala	T2= Lipapala Sustrato convencional	145,20	285,50	0,51
Surimana	T4=Surimana Sustrato convencional	532,40	285,50	1,86
Churi sapallu	T6=Churi sapallu Sustrato convencional	503,80	285,50	1,76
Choq'epithu	T8=Choq'epithu Sustrato convencional	246,40	285,50	0,86
Ch'iyara imilla	T10= Ch'iyara imilla Sustrato convencional	233,20	285,50	0,82
Allqa ajawiri	T12=Allqa ajawiri Sustrato convencional	734,80	285,50	2,57
Imilla negra	T14=Imilla negra Sustrato convencional	402,60	285,50	1,41
Sapallu	T16=Sapallu Sustrato convencional	517,00	285,50	1,81
Kusillo	T18=Kusillo Sustrato convencional	688,60	285,50	2,41
Luk'í	T20=Luk'í Sustrato convencional	228,80	285,50	0,80

Según se observa en ambas tablas lo que corresponde al sistema hidropónico y convencional se ve que el que tiene mejores resultados de B/C son con el sistema convencional ya que en el sistema hidropónico solo dos tratamientos de los 10 tienen rentabilidad.

7. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- El rendimiento total en la producción de semilla pre básica de papa, la variedad Allqa ajawiri obtuvo el mejor rendimiento de 3,34 kg/m² y en el sustrato hidropónico igual con Allqa ajawiri con 2,84 kg/m².
- En cuanto al desarrollo vegetativo de las 10 variedades se tuvo resultados al respecto de la altura que la variedad Sapallu que obtuvo mejores resultados 100,15 cm en sustrato convencional y en sustrato hidropónico igual saco la mayor altura Sapallu con 97,80 cm y en respuesta para la variable diámetro de tallo la variedad Allqa ajawiri fue la que mayor diámetro tuvo con 7,30 mm en sustrato convencional y también en sustrato hidropónico con 4,70 mm.
- En cuanto a la variable número de tubérculos por planta en la producción de semilla, el sustrato convencional con la variedad Allqa ajawiri obtuvo número mayor a los otros tratamientos de tubérculos por planta (5 tubérculos/planta). En cuanto al mayor peso de tubérculos por planta saco la variedad Allqa ajawiri del sustrato convencional con (19,78 gramos/planta) respecto a otros tratamientos.
- La cosecha de las 10 variedades de papa nativa se realizó a los 180 días después de la aclimatación de las vitroplantas.
- El sustrato que ofrece mayor beneficio costo es el sustrato convencional con la variedad Allqa ajawiri con B/C de 2,57. Aunque en el sustrato hidropónico solo se tuvo dos tratamientos que fueron rentables para la producción de semilla pre básica de papa nativa desde las plántulas in vitro.

8. RECOMENDACIÓN

Con las conclusiones obtenidas se llegan a las siguientes recomendaciones, en base a la experiencia y resultados obtenidos en el trabajo de investigación:

- Se recomienda calcular y probar dosis para la solución hidropónica en diferentes variedades de papas nativas que representa una alternativa para el futuro. Ya que observo en esta investigación menor incidencia de enfermedades y fácil manejo.
- Se recomienda la producción y evaluación de las 10 variedades papas nativas en campo para seguir exactamente sus fases fenológicas.
- Se recomienda trasplantar en las fechas de siembra adecuadas ya que la helada llega afectar en el rendimiento de las variedades de papa.

9. BIBLIOGRAFIA

- Abalos, M. (2 de Febrero de 2016). Bolivia requiere 36 mil toneladas de papa. pág. 4. Obtenido de www.eldiario.net/Noticias
- Agricultura convencional. (2 de Junio de 2015). Obtenido de http://www.ecured.cu/Agricultura_convencional
- Agrios, N. (1996). Fitopatología (enfermedades de la planta). D.F, Mexico.
- Alvarez. (24 de Septiembre de 2007). Hidroponia. Obtenido de <http://members.fortunecity.es/jalvarezg/>
- Alvarez, F. (2007). Hidroponia. Obtenido de <http://members.fortunecity.es/jalvarezg/>
- Apaza, J. (2010). La variedad de papa. La Paz.
- Bertsch, F. (1995). La fertilidad de los suelos y su manejo. (segunda ed.). San Jose, Costa Rica.
- Calameo. (2015). Costos. Obtenido de Contabilidad de costos: es.slidshare.net
- Calle, Q. E. (2009). Evaluación Agronómica de tres Genotipos de Vitroplantas de Papa Nativa (*Solanum Tuberosum* Spp. Andigenum L.) Bajo tres Diferentes Sustratos Hidropónicos Para La Producción De Semilla Pre-Básica en Invernadero. La Paz, Ingavi, Bolivia.
- Canovas, F., & Diaz, J. (1993). Cultivos Sin suelo. (F. p. Almería, Ed.) Almeria: Curso Superior de Especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses.
- Canqui, F., & Morales, E. (2008). Conocimiento local del cultivo de la papa. En PROINPA. Cochabamba Bolivia: Live Graphis.
- Catalan, W. (2013). Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de maiz. Cusco, Peru.
- Choque, N. G. (2019). Evaluación Potencial Productiva de Papas Nativas (*solanum* spp.) Para semilla - tubérculo a partir de brotes en ambiente protegido en dos comunidades del municipio de Tiahuanacu. Universidad Mayor de San Andres, La Paz, Bolivia.
- CIP. (2008). Obtenido de La Papa. Tubérculo Semilla Libre de Enfermedades.: <http://www.potato2008.org/es/lapapa/semillas.html>
- Coca. (2012). Una mirada al cultivo de papa. Cochabamba.
- Coral, V. W. (2016). Producción de Semilla de papa (*Solanumn tuberosum.*) usando métodos de multiplicacion acelerada en el centro experimental de San

Francisco cantton Huaca, provincia Carchi. ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO, Tulcan, Ecuador.

- Cortes, M. R., & Hurtado, G. (2002). Guía técnica cultivo de la papa. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/20572799/Cultivo-dela-Papa-en-EI-Salvador>
- CYMMYT. (1998). Manual Metodológico de Evaluación Económico. En C. I. Trigo. Distrito Federal- México.
- Ecured. (2015). Agricultura convencional. Obtenido de https://www.ecured.cu/Agricultura_convencional
- Estrada, J. J. (2012). Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos. En FAO. Bolivia.
- FAO. (2003). Hidroponía Familiar. En C. d. paz. Mexico.
- FAO. (2008). La eficiencia del uso de agua en cultivo de papa . Obtenido de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0611sp1.htm>
- FAO. (2008). La papa, unidad de Capacitación en Guatemala. 2-3.
- FAO. (s.f.). Agronomía de cultivos Andinos capitulo IV. Obtenido de www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s04.pdf
- Filippetti, V. (2007). Cultivos hidropónicos. Obtenido de http://hidroponia.gcaconsultora.com.ar/info_hidrop.html
- Flores, B. A. (2017). Evaluación de Rendimiento de Cuatro Clones de Papa (*Solanum tuberosum* sp.), en la Estación experimental de Choquenaira. Universidad Mayor de San Andres, La paz, Bolivia.
- Formaggini, P. (s.f.). Nutrición en la Producción de Papa. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de www.agrofederal.com
- Gabriel, J., Ancasi, G., Angulo, A., Magne, J., La Torre, J., & Mamani, P. (2012). Resistencia genética de híbridos de papa (*Solanum tuberosum* L.). Cochabamba, Bolivia: Fundacion PROINPA. Obtenido de <http://ojsbolivia.org.bo>.
- García, O. P. (2011). Manual para la esterilización de sustrato. Mexico.
- Gonzalez, E. (2001). Agrobiodiversidad . Proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino”. Maracay, Venezuela.
- Grupo Latino. (2006). Biblioteca Agropecuaria. Volvamos al Campo (Tomo II). Colombia: Printed in Colombia.

- Huaman, Z., & Spooner, D. (2002). «Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *petota*) ». En: American journal of botany. (Sexta Edición ed.).
- IBTA. (1994). Catalogo Boliviano de cultivares de papa nativa. Cochabamba, Bolivia.
- INE. (2011). Instituto Nacional de Estadística. Obtenido de Principales emergencias reportadas en Bolivia: www.ine.gob.bo
- INIA. (2016). Pulgon de la papa.
- INIAF. (2010). En I. N. Forestal, Norma general de especies agrícolas (pág. 28). La Paz Bolivia.
- INIAF. (2 de Febrero de 2016). Bolivia requiere 36 mil toneladas de papa. pág. 4. Obtenido de www.Eldiario.net/Noticias.
- INIAF. (2016). Manual de producción de semilla certificada de pap. La Paz.
- INIAF. (2017). Unidad de Certificación de Semillas. Obtenido de <https://portal.iniaf.gob.bo/unidad-de-certificacion-de-semillas/>
- INNOVA, F.-A. (2005). Proyecto INNOVA y la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Altiplano (FDTA-Altiplano). Informe final Cadena de papa, Cochabamba, Bolivia.
- Iriarte, V., Foronda, E., & Iquize, E. (2016). Catalogo de papa *Solanum Tuberosum* L.subsp *tuberosum* Juz & Bukasov y *solanum stonotomum*. & *bukasov* subsp.*goniocalyx* (Juz & Bukasov) Hawkes del Banco nacional de germoplasma de Bolivia.
- Larios, R., Santos, J., Pineda, L., & Hernandez, S. (2013). Programa PYMERURAL. Manual de Producción de Semilla de Papa Mediante Técnicas de Reproducción Asexual. Tegucigalpa, Honduras.
- Mamani, A. H. (2014). Evaluación del Rendimiento de Seis Variedades de Semilla Pre-básica de Papa (*Solanum tuberosum* ssp *Andígena*, *Solanum stenotomum* Sp.) Provenientes de dos Sistemas (Aeropónico y Convencional) Para la Producción de Semilla Básica, En La Provincia Ayopaya. UMSA, La Paz, Bolivia.
- Mamani, M. M. (2011). Producción de semilla pre-básica de papa variedad Ágata (*Solanum tuberosum* L.spp. *tuberosum*), a partir de vitro plantas bajo seis densidades de plantación en ambiente protegido. UMSA, La Paz, Bolivia.
- Manual para la Producción de Semilla de Papa usando Aeroponía Diez años de Experiencias en Colombia, Ecuador y Perú. (2015). En ANDRADE-PIERA, P. KROMANN, & V. OTAZU (Edits.). Quito, Ecuador.
- Marschner, H. (1990). Mineral Nutrition of the Higher Plants Institute of Plant Nutrition University Hohenheim. New York: Academic Press.

- Midmore, D. (1998). Fisiología de la planta de papa bajo condiciones de clima cálido. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa CIP.24.
- MINAGRI, (. d. (2013). Principales aspectos agroeconómicos de la cadena productiva de la papa (Primera ed.). Peru.
- Montaldo, A. (1984). Cultivo y mejoramiento de la papa. En J. Escoto (Ed.). Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura.
- Ochoa, R. (2016). Diseños experimentales (segunda edicion ed.). La Paz, Bolivia.
- Oirsa. (2002). Producción de sustratos para Viveros. (O. I. Agropecuaria, Ed., & P. r. Tradicional-VIFENEX, Trad.) Costa Rica.
- Palacios, M. (2002). Riego en tiempo real para la producción de semilla prebásica en el cultivo de papa. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andres.
- Panades. (2008). Lanzamiento del Año internacional de la Papa en Bolivia (MDRAyMA ed.). (R. V. M. Vargas, Ed.) La Paz, Bolivia.
- Pardave, C. (2004). Cultivo y comercialización del cultivo de papa. Palomino, Peru.
- Pérez Porto, J. &. (2017). Definicion de costo total. Obtenido de Defincion de costos de produccion: <https://definicion.de/costo-total>
- Perrin, R., Wikelman, D., Moscardi, E., & Anderson, J. (2011). La Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos. Un Manual Metodológico Para Evaluación Económica. México DF: CIMMYT.
- PROINPA. (1998). Informe del compendio del programa de investigaciones de papa. PROINPA – COTESU. Cochabamba , Bolivia.
- REDEPAPA. (3 de mayo de 2007). Obtenido de <http://www.redepapa.org/>
- Roca, W. M., & Mroginsky, L. A. (1991). Cultivo de Tejidos en la Agricultura. Fundamentos y Aplicaciones. CIAT. Cali Colombia.
- Salaues, R., & Rocabado, B. (1998). La Produccion de Semilla Pre- Basica. Cochabamba.
- Salazar, M., Zambrano, J., & Valecillos, H. (2008). Evaluación del rendimiento y Características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.). Agricultura Andina.
- SEPA. (15 de septiembre de 2015). Unidad de produccion de semilla de papa. Obtenido de <http://sepa.com.bo/web/sepa/mision-vision-y-objetivos>
- SEPA. (2018). Lista de precios Semilla pre - basica. Obtenido de <http://sepa.com.bo/web/precio/PRECIOS-SEMILLA-PRE-BASICA.pdf>

- Soto. (2006). Análisis De diversidad Genética de Papa Nativa. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Facultad de Ciencias Biologicas, Lima - Peru.
- Terrazas, F., Cadima, X., Garcia, R., & Jose, Z. (2008). Catalogo Etnobotanico de Papas Nativas. Oruro ,Potosi: Poligraf.
- TODOPAPA. (2008). Consideraciones generales en la fertilización del cultivo de papa. Obtenido de <http://www.todopapa.com.ar/?OpcionID=Nutricion>
- Trujillo, A., & Rocabado, C. (2008). Produccion de semilla de papa en Bolivia a partir de cultivo de tejidos in vitro. Cochabamba, Bolivia.
- UNT. (1986). Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola. Fotoperiodo . Obtenido de <http://www.oyaes.net/reportajes/fotoperiodismo.htm>
- UPS – SEPA. (1994). Informe del Seminario de Evaluación Interna 1993 – 1994. Cochabamba.
- Villareal, G. (1998). Métodos de producción y selección de papa para semilla. Toluca, México.
- Zeballos. (1997). Producción Agropecuaria Nacional Integrante de Cuestión Agraria Boliviana presente y futuro. La Paz, Bolivia.
- Zeballos, H., Balderrama, F., Condori, B., & Blajos, J. (2009). Economía de la Papa en Bolivia (1998-2007). Cochabamba Bolivia: Fundacion PROINPA.

ANEXOS

Anexo 1: Diez variedades de papa nativa tubérculos y hojas



Figura 1. Variedad Lipapala



Figura 2. Variedad Surimana



Figura 3. Variedad Churi sapallu



Figura 4. Variedad Choq'epithu



Figura 5. Variedad Ch'iyara imilla



Figura 6. Variedad Allqa ajawiri



Figura 7. Variedad Imilla negra

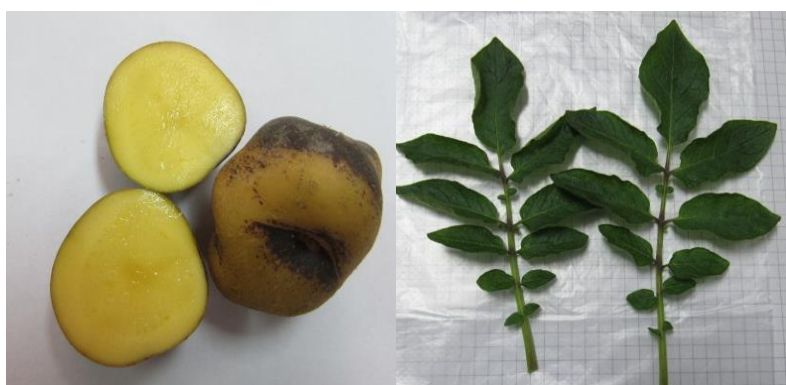


Figura 8. Variedad Sapallu



Figura 9. Variedad Kusillo



Figura 10. Variedad Luk'i

Anexo 2: Costos de producción

Tabla 1. Costos de producción para el Sistema Hidropónico para una caja de producción donde se tiene dos tratamientos.

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
1.Insumos				
Vitroplantas	kg	18	4	72
Nutrientes	sachtes	1	60	60
Total Insumos				132
2.Herramientas				
Pala	Unidad	1	35	35
Picota	Unidad	1	25	25
Riego por goteo		1	110	110
Chontilla	Unidad	1	15	15
Manguera	mts	10	2,5	25
Termometro	Unidad	1	35	35
Flexometro	Unidad	1	15	15
Caja	Unidad	1	180	180
Regla	Unidad	1	5	5
Cascarilla de arroz	Unidad	4	10	40
carretilla	Unidad	1	250	250
Sub Total Herramientas				460
Depreciación Herramientas				46
Total Herramientas				414
A. COSTOS FIJOS				546
3.Siembra				
Preparación del Terreno				
Mezcla de sustrato	Hora	0,5	12,5	6,25
Nivelación de Terreno	Hora	0,5	12,5	6,25
Siembra Manual	Hora	1	12,5	12,5
Total Preparación Terreno				25,00
4.Labores Culturales				
Riego	Hora	0,5	12,5	6,25
Total, Labores Culturales				6,25
5Cosecha y Postcosecha				
Cosecha	Hora	0,5	12,5	6,25
Total Cosecha y postcosecha				6,25
COSTOS VARIABLES				37,50
TOTAL				583,50

Tabla 2. Costos de producción para el Sistema Convencional para una caja de producción donde se tiene dos tratamientos.

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
1.Insumos				
Vitroplantas	kg	24	4	96
Turba	yutes	2	15	30
Tierra negra	Yutes	4	20	80
Total Insumos				206
2.Herramientas				
Pala	Unidad	1	35	35
Picota	Unidad	1	25	25
Riego por goteo				
Chontilla	Unidad	1	15	15
Manguera	mts	10	2,5	25
Termometro	Unidad	1	35	35
Flexometro	Unidad	1	15	15
Caja	Unidad	1	180	180
Regla	Unidad	1	5	5
Balanza analitica	Unidad	1	250	250
Carretilla	Unidad	1	250	250
Sub Total Herramientas				350
Depreciación Herramientas				35
Total, Herramientas				315
A. COSTOS FIJOS				521
3.Siembra				
Preparación del Terreno				
Mezcla de sustrato	Hora	2	12,5	25
Nivelación de Terreno	Hora	0,5	12,5	6,25
Siembra Manual	Hora	0,5	12,5	6,25
Total Preparación Terreno				37,50
4.Labores Culturales				
Riego	Hora	0,5	12,5	6,25
Total Labores Culturales				6,25
5Cosecha y Postcosecha				
Cosecha	Jornal	0,5	12,5	6,25
Total Cosecha y postcosecha				6,25
COSTOS VARIABLES				50,00
TOTAL				571,00

Anexo 3 Análisis Físico-Químico del sustrato convencional



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA EN SUELOS Y AGUAS
(LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

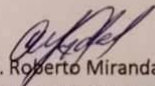
INTERESADO: Paola Callisaya Miranda
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Municipio Viacha
Provincia Ingavi

SOLICITUD: LAF 317
FECHA DE ENTREGA: 11/10/2019

MUESTRA DE SUSTRATO PARA SEMILLA PREBASICA DE PAPA PARA INVERNADERO

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Densidad Real	g/cm ³	2.500	Picnómetro
Densidad Aparente	g/cm ³	1.166	Probeta
pH en H ₂ O relación 1:5	-	6.1	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.28	Potenciometría
Calcio intercambiable	meq/100g S.	6.75	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Magnesio intercambiable	meq/100g S.	1.87	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Sodio intercambiable	meq/100g S.	0.11	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Potasio intercambiable	meq/100g S.	0.42	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Materia orgánica	%	0.42	Walkley y Black
Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100g S.	9.86	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Nitrógeno total	%	0.23	Kjendahl
Fosforo disponible	ppm	2.40	Espectrofotometría UV-Visible

Laboratorio de Suelos
Facultad de Agronomía
UMSA


Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Anexo 4 Datos de las variables de respuesta

Tabla 3. Datos de altura de plantas de papa nativa

ID	Tratamientos	Altura de planta (cm)
1	T1	25
2	T1	24
3	T1	32
4	T1	18
5	T1	17
6	T1	28
7	T1	22,5
8	T1	16
9	T1	20
10	T1	19
11	T2	22
12	T2	18,5
13	T2	15
14	T2	16
15	T2	25
16	T2	17
17	T2	18
18	T2	27
19	T2	18
20	T2	19
21	T3	52
22	T3	37
23	T3	26,5
24	T3	45
25	T3	41
26	T3	28,5
27	T3	56
28	T3	38
29	T3	34,5
30	T3	36
31	T4	75
32	T4	75
33	T4	71
34	T4	73
35	T4	73
36	T4	65

37	T4	60
38	T4	57
39	T4	75
40	T4	61
41	T5	20
42	T5	25
43	T5	24
44	T5	26
45	T5	25
46	T5	22
47	T5	20
48	T5	22
49	T5	19
50	T5	24
51	T6	10
52	T6	20,5
53	T6	18
54	T6	34
55	T6	19
56	T6	15
57	T6	17
58	T6	28
59	T6	20
60	T6	30
61	T7	25
62	T7	24
63	T7	30
64	T7	24
65	T7	28
66	T7	31
67	T7	24
68	T7	27
69	T7	25
70	T7	32
71	T8	30
72	T8	30
73	T8	29
74	T8	31

75	T8	28
76	T8	25
77	T8	29
78	T8	28
79	T8	26
80	T8	18
81	T9	52
82	T9	58
83	T9	56
84	T9	66
85	T9	54
86	T9	60
87	T9	59
88	T9	58
89	T9	65
90	T9	57
91	T10	59
92	T10	47
93	T10	49
94	T10	49
95	T10	44
96	T10	52
97	T10	65
98	T10	62
99	T10	69
100	T10	65
101	T11	38
102	T11	44
103	T11	55
104	T11	46
105	T11	47
106	T11	56
107	T11	50
108	T11	50
109	T11	47
110	T11	43
111	T12	45
112	T12	46
113	T12	50
114	T12	39
115	T12	42

116	T12	54
117	T12	48
118	T12	60
119	T12	38
120	T12	50
121	T13	27
122	T13	34
123	T13	38
124	T13	30
125	T13	30
126	T13	28
127	T13	30
128	T13	36
129	T13	30
130	T13	42
131	T14	34
132	T14	43
133	T14	28
134	T14	29
135	T14	28
136	T14	44
137	T14	29
138	T14	34
139	T14	25,5
140	T14	28
141	T15	90
142	T15	102
143	T15	98
144	T15	105
145	T15	112
146	T15	96
147	T15	100
148	T15	98
149	T15	90
150	T15	87
151	T16	105
152	T16	100
153	T16	118
154	T16	105
155	T16	107
156	T16	90

157	T16	109
158	T16	91
159	T16	95
160	T16	105
161	T17	34
162	T17	30
163	T17	35
164	T17	34
165	T17	26
166	T17	38
167	T17	39
168	T17	35
169	T17	26
170	T17	29
171	T18	27
172	T18	39
173	T18	37
174	T18	31
175	T18	28
176	T18	32
177	T18	31
178	T18	36
179	T18	31
180	T18	23
181	T19	29
182	T19	35
183	T19	32
184	T19	24
185	T19	34
186	T19	33,5
187	T19	30
188	T19	37
189	T19	31
190	T19	33
191	T20	38
192	T20	32
193	T20	31
194	T20	23,5
195	T20	36,5
196	T20	35,5
197	T20	35

198	T20	38,5
199	T20	30
200	T20	35,5

Tabla 4. Datos de diámetro de plantas de papa nativa.

ID	Tratamientos	Diámetro de tallo (mm)
1	T1	3
2	T1	3
3	T1	3
4	T1	3
5	T1	3
6	T1	3
7	T1	3
8	T1	3
9	T1	2,5
10	T1	2,5
11	T2	3
12	T2	3
13	T2	2
14	T2	2
15	T2	3
16	T2	3
17	T2	2
18	T2	3
19	T2	3
20	T2	2
21	T3	3
22	T3	4
23	T3	3
24	T3	4
25	T3	3
26	T3	3
27	T3	4
28	T3	4
29	T3	3
30	T3	4
31	T4	5
32	T4	6
33	T4	5
34	T4	6
35	T4	5

36	T4	5
37	T4	5
38	T4	6
39	T4	5
40	T4	5
41	T5	3
42	T5	3
43	T5	3
44	T5	3
45	T5	3
46	T5	3
47	T5	3
48	T5	3
49	T5	3
50	T5	3
51	T6	4
52	T6	4
53	T6	4
54	T6	3
55	T6	3
56	T6	2
57	T6	2
58	T6	5
59	T6	4
60	T6	5
61	T7	2,5
62	T7	2,5
63	T7	2
64	T7	2,5
65	T7	2,5
66	T7	2
67	T7	2
68	T7	2
69	T7	2,5
70	T7	2,5
71	T8	4
72	T8	5
73	T8	4

74	T8	4
75	T8	4
76	T8	5
77	T8	4
78	T8	3
79	T8	3
80	T8	4
81	T9	3
82	T9	3
83	T9	3
84	T9	3
85	T9	3
86	T9	3
87	T9	4
88	T9	3
89	T9	3
90	T9	3
91	T10	4
92	T10	4
93	T10	4
94	T10	4
95	T10	5
96	T10	5
97	T10	4
98	T10	4
99	T10	4
100	T10	4
101	T11	5
102	T11	6
103	T11	4
104	T11	4
105	T11	4
106	T11	5
107	T11	5
108	T11	4
109	T11	4
110	T11	6
111	T12	5
112	T12	5
113	T12	6

114	T12	6
115	T12	7
116	T12	7
117	T12	6
118	T12	7
119	T12	5
120	T12	5
121	T13	3
122	T13	4
123	T13	3
124	T13	3
125	T13	4
126	T13	3
127	T13	3
128	T13	3
129	T13	4
130	T13	4
131	T14	5
132	T14	6
133	T14	5
134	T14	6
135	T14	4
136	T14	4
137	T14	4
138	T14	4
139	T14	4
140	T14	5
141	T15	2,5
142	T15	3
143	T15	3
144	T15	2,5
145	T15	3
146	T15	3
147	T15	3
148	T15	3
149	T15	3
150	T15	3
151	T16	6
152	T16	6
153	T16	8

154	T16	7
155	T16	8
156	T16	8
157	T16	6
158	T16	7
159	T16	9
160	T16	8
161	T17	4
162	T17	3
163	T17	3
164	T17	2,5
165	T17	3
166	T17	4
167	T17	3
168	T17	3
169	T17	3
170	T17	4
171	T18	5
172	T18	6
173	T18	6
174	T18	5
175	T18	6
176	T18	6
177	T18	4
178	T18	4
179	T18	4
180	T18	5
181	T19	2
182	T19	2
183	T19	3
184	T19	2
185	T19	2,5
186	T19	2,5
187	T19	3
188	T19	2,5
189	T19	2,5
190	T19	2,5

191	T20	5
192	T20	4
193	T20	5
194	T20	5
195	T20	4
196	T20	4
197	T20	4
198	T20	5
199	T20	5
200	T20	5

Tabla 5. Datos de número de tubérculos de papa nativa.

ID	Tratamientos	Número de tubérculos
1	T1	4,24
2	T1	4,47
3	T1	4,69
4	T1	3,61
5	T1	4,80
6	T1	4,90
7	T1	3,46
8	T1	3,74
9	T1	3,61
10	T1	4,12
11	T2	4,47
12	T2	4,80
13	T2	4,12
14	T2	3,46
15	T2	3,16
16	T2	4,12
17	T2	3,32
18	T2	5,29
19	T2	4,12
20	T2	3,16
21	T3	5,20
22	T3	5,48
23	T3	5,00
24	T3	6,00
25	T3	4,90
26	T3	4,90
27	T3	5,10
28	T3	5,66
29	T3	4,90
30	T3	6,00
31	T4	5,00
32	T4	5,20
33	T4	4,47
34	T4	4,47
35	T4	4,69

36	T4	5,48
37	T4	4,69
38	T4	5,48
39	T4	5,57
40	T4	5,48
41	T5	4,24
42	T5	4,24
43	T5	4,24
44	T5	4,47
45	T5	4,00
46	T5	4,00
47	T5	4,47
48	T5	4,24
49	T5	4,36
50	T5	4,36
51	T6	4,80
52	T6	4,80
53	T6	5,10
54	T6	5,20
55	T6	5,00
56	T6	4,47
57	T6	5,00
58	T6	5,00
59	T6	5,48
60	T6	5,39
61	T7	4,24
62	T7	5,29
63	T7	3,87
64	T7	4,00
65	T7	5,39
66	T7	3,74
67	T7	3,74
68	T7	4,00
69	T7	3,74
70	T7	3,61
71	T8	3,16
72	T8	3,16
73	T8	4,00

74	T8	3,32
75	T8	3,74
76	T8	4,47
77	T8	3,61
78	T8	3,61
79	T8	3,32
80	T8	3,74
81	T9	2,83
82	T9	3,74
83	T9	3,32
84	T9	3,16
85	T9	3,61
86	T9	3,32
87	T9	3,32
88	T9	4,58
89	T9	2,83
90	T9	4,47
91	T10	3,46
92	T10	3,16
93	T10	3,61
94	T10	3,46
95	T10	4,36
96	T10	4,24
97	T10	3,32
98	T10	3,46
99	T10	3,46
100	T10	4,12
101	T11	4,00
102	T11	5,29
103	T11	4,58
104	T11	5,29
105	T11	5,29
106	T11	4,90
107	T11	4,69
108	T11	4,90
109	T11	5,20
110	T11	5,00
111	T12	5,00
112	T12	5,00
113	T12	5,10

114	T12	5,00
115	T12	5,74
116	T12	5,92
117	T12	5,20
118	T12	5,92
119	T12	5,10
120	T12	6,08
121	T13	4,69
122	T13	4,00
123	T13	4,24
124	T13	4,69
125	T13	4,69
126	T13	3,61
127	T13	4,12
128	T13	3,16
129	T13	4,80
130	T13	3,87
131	T14	4,36
132	T14	3,61
133	T14	4,69
134	T14	5,48
135	T14	6,00
136	T14	3,32
137	T14	3,46
138	T14	4,90
139	T14	5,00
140	T14	4,47
141	T15	5,29
142	T15	5,20
143	T15	5,00
144	T15	5,29
145	T15	5,48
146	T15	4,58
147	T15	5,48
148	T15	4,80
149	T15	5,39
150	T15	5,74
151	T16	5,20
152	T16	3,87
153	T16	5,20

154	T16	5,00
155	T16	5,48
156	T16	5,39
157	T16	5,10
158	T16	5,00
159	T16	5,39
160	T16	5,00
161	T17	5,00
162	T17	5,00
163	T17	5,48
164	T17	4,47
165	T17	5,10
166	T17	4,69
167	T17	5,48
168	T17	4,80
169	T17	5,48
170	T17	5,57
171	T18	5,00
172	T18	5,48
173	T18	5,10
174	T18	5,20
175	T18	4,69
176	T18	5,83
177	T18	5,10
178	T18	4,69
179	T18	5,29
180	T18	5,00
181	T19	3,32
182	T19	3,16
183	T19	3,46
184	T19	3,16
185	T19	3,46
186	T19	3,16
187	T19	3,74
188	T19	3,87
189	T19	3,32
190	T19	2,83

191	T20	4,69
192	T20	4,00
193	T20	4,12
194	T20	4,80
195	T20	4,58
196	T20	4,47
197	T20	4,24
198	T20	4,24
199	T20	4,69
200	T20	5,00

Tabla 6. Datos de peso de tubérculos de papa nativa.

ID	Tratamientos	Peso total (g)
1	T1	7,87
2	T1	9,06
3	T1	10,49
4	T1	8,89
5	T1	7,35
6	T1	7,62
7	T1	8,54
8	T1	8,77
9	T1	9,17
10	T1	8,31
11	T2	4,80
12	T2	8,77
13	T2	6,78
14	T2	4,69
15	T2	7,55
16	T2	7,55
17	T2	5,10
18	T2	7,68
19	T2	4,80
20	T2	14,70
21	T3	9,90
22	T3	12,65
23	T3	10,72
24	T3	10,25
25	T3	10,00
26	T3	11,09
27	T3	11,36
28	T3	13,96
29	T3	11,66
30	T3	10,25
31	T4	12,33
32	T4	14,97
33	T4	12,29
34	T4	13,11
35	T4	14,87

36	T4	10,68
37	T4	14,07
38	T4	14,97
39	T4	17,12
40	T4	13,60
41	T5	9,70
42	T5	8,25
43	T5	9,90
44	T5	9,17
45	T5	8,31
46	T5	9,64
47	T5	9,00
48	T5	9,90
49	T5	8,54
50	T5	10,58
51	T6	12,33
52	T6	10,34
53	T6	13,11
54	T6	15,13
55	T6	12,65
56	T6	13,49
57	T6	11,53
58	T6	13,27
59	T6	12,00
60	T6	12,53
61	T7	8,25
62	T7	10,49
63	T7	9,90
64	T7	8,37
65	T7	10,86
66	T7	8,54
67	T7	9,75
68	T7	7,87
69	T7	12,41
70	T7	10,77
71	T8	9,27
72	T8	8,60
73	T8	5,29

74	T8	16,16
75	T8	5,92
76	T8	11,62
77	T8	13,23
78	T8	11,53
79	T8	13,96
80	T8	10,15
81	T9	7,35
82	T9	8,31
83	T9	10,30
84	T9	8,60
85	T9	7,35
86	T9	8,83
87	T9	7,42
88	T9	10,25
89	T9	7,68
90	T9	8,89
91	T10	11,62
92	T10	7,75
93	T10	12,53
94	T10	8,94
95	T10	11,22
96	T10	15,87
97	T10	9,64
98	T10	10,15
99	T10	8,89
100	T10	8,54
101	T11	13,60
102	T11	16,25
103	T11	15,39
104	T11	12,57
105	T11	12,00
106	T11	11,45
107	T11	16,28
108	T11	16,28
109	T11	16,12
110	T11	16,52
111	T12	13,49
112	T12	25,73
113	T12	19,24

114	T12	15,59
115	T12	13,56
116	T12	22,67
117	T12	28,23
118	T12	23,28
119	T12	16,97
120	T12	19,03
121	T13	8,72
122	T13	7,94
123	T13	7,35
124	T13	8,06
125	T13	8,12
126	T13	7,81
127	T13	8,06
128	T13	7,81
129	T13	9,17
130	T13	7,81
131	T14	16,16
132	T14	11,49
133	T14	16,40
134	T14	18,06
135	T14	9,06
136	T14	14,87
137	T14	9,49
138	T14	12,17
139	T14	8,83
140	T14	13,75
141	T15	9,80
142	T15	12,85
143	T15	13,42
144	T15	13,75
145	T15	11,45
146	T15	14,42
147	T15	10,10
148	T15	10,44
149	T15	11,31
150	T15	13,34
151	T16	14,21
152	T16	15,97
153	T16	16,82

154	T16	11,40
155	T16	13,11
156	T16	11,58
157	T16	12,17
158	T16	14,07
159	T16	14,46
160	T16	13,64
161	T17	8,25
162	T17	11,31
163	T17	8,06
164	T17	8,66
165	T17	9,33
166	T17	10,72
167	T17	8,49
168	T17	8,49
169	T17	9,22
170	T17	11,75
171	T18	14,90
172	T18	12,69
173	T18	13,86
174	T18	13,78
175	T18	16,94
176	T18	14,87
177	T18	13,93
178	T18	15,03
179	T18	16,79
180	T18	12,61
181	T19	7,42
182	T19	9,06
183	T19	8,12
184	T19	8,12
185	T19	8,49
186	T19	8,83
187	T19	9,38
188	T19	10,58
189	T19	3,87
190	T19	7,55

191	T20	10,39
192	T20	9,00
193	T20	9,43
194	T20	8,83
195	T20	9,64
196	T20	12,77
197	T20	14,35
198	T20	10,63
199	T20	10,82
200	T20	7,48