

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y VIABILIDAD
ECONÓMICA DE *Solanum tuberosum* var. HUAYRO
PROVENIENTE DE CULTIVO *IN VITRO* EN DOS
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA
PREBÁSICA EN LUYA VIEJO- AMAZONAS.**

AUTOR: Bach. Narda Jesús Chappa Abad

ASESOR:

Ph.D. Ligia Magali García Rosero

CHACHAPOYAS – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis queridos padres: Jesús y Dora, quienes con, su amor, confianza, comprensión y sacrificio durante todos estos años de mi carrera universitaria, me han dado las fuerzas para lograr las metas trazadas, del mismo modo a mis hermanos por su cariño y apoyo.

A mi hijo Matthew Andree, quien, con su ternura, su compañía y sus momentos de travesura me motivo a culminar con este proyecto y seguir creciendo en vida personal y profesional.

A Steven, mi amor, el que me apoyo incondicionalmente para poder culminar con este proyecto.

Por último, a mis amigos que me brindaron su compañía y confianza a lo largo de esta etapa.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida y nunca abandonarme en los momentos de dificultad, por darme fortaleza para llegar a mi meta trazada.

A mis padres quienes, con amor incondicional, por los consejos, valores y su apoyo desinteresado me han ayudado a lograr un sueño más.

A mis hermanos quienes me motivaron a nunca rendirme y gracias a ellos esta meta se hace menos agobiante.

A Steven mi compañero de vida que estuviste ahí para apoyarme y ayudarme en los momentos que lo necesitaba. A Matthew mi hijo que me dio un empuje para cumplir este logro.

A mis amigos y a todas las personas que de una u otra manera siempre estuvieron ahí para brindarme su amistad y su apoyo incondicional en momentos de dificultad, así como de felicidad.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza por permitir formarme en sus aulas como profesional, a la facultad de Ingeniería Y Ciencias Agrarias y a los docentes a quienes les debo gran parte de mis conocimientos

A la Asociación, los ambientalistas de Aleluya, quienes depositaron su confianza y su amistad para poder realizar el trabajo de campo de esta investigación.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de Investigación

Dr. ERICK ALDO AUQUÍVIN SILVA

Decano (e) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias



ANEXO 3-K

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y VIABILIDAD ECONÓMICA DE *Solanum tuberosum* var. HUAYRO PROVENIENTE DE CULTIVO *IN VITRO* EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA EN LUYA VIEJO- AMAZONAS.

del egresado NARDA JESÚS CHAPPA ABAD
de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRÓNOMA
de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 26 de FEBRERO de 2021

Dr. Ligia Magaly García Rosero
Docente UNTRM

Firma y nombre completo del Asesor



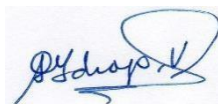
JURADO EVALUADOR



Ing. MS.C. Cesar Guevara Hoyos
Presidente



Ing. Ms.C. Delicia Dolores Chuquimango Alvarez
Secretaria



Ing. Guillermo Idrogo Vásquez
Vocal



ANEXO 3-O

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada: COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y VIABILIDAD ECONÓMICA DE *Solanum tuberosum* var. HUAYRO PROVENIENTE DE CULTIVO *IN VITRO* EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA EN LUYA VIEJO- AMAZONAS.

presentada por el estudiante ()/egresado (X) NARDA JESÚS CHAPPA ABAD

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRONOMO

con correo electrónico institucional nardachappa.18.94@gmail.com

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 19 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 30 de setiembre del 2020

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

.....

.....

ANEXO 3-Q**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 27 de julio del año 2021, siendo las 17:00 horas, el aspirante: Chappa Abad Narda Jesús, defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y VIAVIIDAD ECONOMICA DE Solanum tuberosum Var. HUAYRO PROVENIENTE DE CULTIVO IN VITRO EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA EN LUYA VIEJO – AMZONAS, teniendo como asesor a Dra. LIGIA MAGALI GARCIA ROSERO, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: César Guevara HoyosSecretario: Delicia Dolores Chuquimango ÁlvarezVocal: Guillermo Idrogo Vásquez.

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

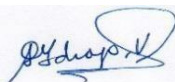
Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 17.45 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIOVOCALPRESIDENTEOBSERVACIONES:
.....

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
2.1. Características del sitio experimental.....	7
2.1.1. Característica del invernadero.....	7
2.2. Material genético.....	8
2.3. Métodos técnicas y procedimientos	8
2.3.1. Diseño metodológico.....	8
2.3.2. Procedimiento – desarrollo metodológico	8
2.3.3. Evaluación de variables de estudio	12
2.4. Análisis de datos	14
III. RESULTADOS.....	17
3.1. Comportamiento productivo	18
3.1.1. Número de tuberculillos para los grupos ≤ 5 g y >5 g	18
3.1.2. Peso de tuberculillos para los grupos ≤ 5 g y >5 g	20
3.2. Análisis económico	22
3.2.1. Costo de producción.....	22
3.2.2. Análisis económico en la producción de tuberculillos.....	23
IV. DISCUSIÓN	24
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES	30
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
VIII. ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudios realizados en la producción de semilla pre básica de papa mediante aeroponía.....	4
Tabla 2. Solución nutritiva para producción de semilla pre básica de papa.....	11
Tabla 3. Costos de producción para el sistema aeropónico.	14
Tabla 4. Indicadores para el análisis económico de la producción de semilla de papa...14	
Tabla 5. ANVA para el diseño completo al azar con igual número de observaciones por tratamiento	15
Tabla 6. Análisis de varianza para el número de tuberculillos para el grupo ≤ 5 g bajo dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa	18
Tabla 7. Análisis de varianza para el numero de tuberculillos para el grupo > 5 g bajo dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa	18
Tabla 8. Análisis de varianza para el peso de tuberculillos ≤ 5 g bajo dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa.....	20
Tabla 9. Análisis de varianza para el peso de tuberculillos > 5 g bajo dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa.....	20
Tabla 10. Coste de producción de semilla pre básica de papa.....	22
Tabla 11. Evaluación económica de los sistemas de producción de semilla pre básica de papa, variedad Huayro.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la localidad donde se realizó la experimentación	7
Figura 2. Invernadero para la producción de papa pre básica.....	7
Figura 3. Sistema de producción de tuberculillos: aeropónico (T1) y convencional (T2)	8
Figura 4. Metodología desarrollada para la evaluación del comportamiento productivo y económico, en la obtención de semilla pre básica de papa.....	9
Figura 5. Comparaciones de media de Tukey para el número de tuberculillos ≤ 5 g	19
Figura 6. Comparaciones de media Tukey para el número de tuberculillos > 5 g	19
Figura 7. Comparaciones de media de Tukey para el peso de tuberculillos ≤ 5 g	21
Figura 8. Comparaciones de media de Tukey para el peso de tuberculillos > 5 g	21

RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum*) es el cuarto producto más consumido en el mundo, por lo que, dada su relevancia, se viene impulsando el desarrollo de tecnologías que mejoren la producción y la rentabilidad en los productores. La calidad y costo de semilla es muy importante para las unidades productivas involucradas en el proceso, por lo que se comparó el comportamiento productivo y la viabilidad económica de dos sistemas de producción de semilla pre básica a partir de cultivo *in vitro* de *S. tuberosum* var. Huayro. Para ello se instaló, en condiciones de invernadero, dos módulos experimentales (convencional y aeropónico) con densidades de 25 plantas por m². Se calculó el peso promedio y cuantificó el número de tuberculillos por planta. Luego, se calculó la rentabilidad para cada alternativa tecnológica, concluyendo que, aunque con el sistema convencional se obtiene tuberculillos con mayor peso, el sistema aeropónico permite obtener mayor cantidad de semilla de *Solanum tuberosum* var. Huayro Amazonense, además de ser viable económicamente.

Palabras clave: Papa, aeroponía, tuberculillo, producción, semilla, viabilidad

ABSTRACT

The potato (*Solanum tuberosum*) is the fourth most consumed product in the world, therefore, given its relevance, the development of technologies that improve production and profitability in producers has been promoted. The quality and cost of seed is very important for the productive units involved in the process, for which the productive behavior and economic viability of two pre-basic seed production systems from *in vitro* culture of *S. tuberosum* var Huayro. For them, two experimental modules (conventional and aeroponic) with densities of 25 plants per m² were installed under greenhouse conditions. The average weight was calculated and the number of miners per plant was quantified. Then, the profitability for each technological alternative was calculated, concluding that, although with the conventional system it is obtained more weights miners, the aeroponic system allows to obtain a greater quantity of seed of *Solanum tuberosum* var. Huayro Amazonense, in addition to being economically viable.

Palabras clave: Potato, aeroponics, tuberculillo, production, seed, viability.

I. INTRODUCCIÓN

Durante la última década, la producción de semilla de tubérculos andinos “papa” es de interés e importancia para el sector agrario, a fin de garantizar la producción de tubérculos, alimentación y la seguridad alimentaria de la población, asimismo, considerado como el cuarto alimento más consumido después del arroz, el trigo y el maíz (Calle et al., 2013).

El cultivo de papa, fue primeramente domesticada en las zonas altoandinas del Perú, remontándose hacia 7000 años atrás basado en evidencias arqueológicas, e introducida de América del Sur a Europa a fines del siglo XVI, algunos años después del descubrimiento y conquista del Perú (Alfaro, 2006). El origen de la papa, basada estudios moleculares, han determinado que esta especie tuvo lugar en la sierra del Perú, cultivada intensivamente por primera vez en la región que circunda el Lago Titicaca (Morales Garzón, 2007).

La producción - rendimiento de papa por hectárea, en diferentes países tienen una media 14778 kg/ha, ubicado a China como principal productor de este cultivo, en el puesto número 14 se ubica a Perú, en el año 2014 (MINAGRI, 2007). En América del Sur, Perú es el primer productor de papa, con un rendimiento de 7,31 (Tn/ha) (Jiménez, 2015).

En Perú, las variedades que más se cultivan son: Tomasa, Canchán, Única, Huayro, Amarilla, Huamantanga, etc. debido al grado de aceptación en el mercado, adaptación al terreno, resistencia a plagas y enfermedades y la alta productividad. (Rojas, 2018). Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) - Cajamarca, en el 2014, la región Amazonas cultiva aproximadamente 4464,5 ha de papa, cultivándose hasta 8 variedades: mejoradas (Yungay, Canchán y Amarilis) y nativas (Huamantanga, Chauchas y Suela colorada). Además, se cultiva el genotipo Huayro (INIA 323 - Amazonense), material genético caracterizado por la Estación Experimental Agraria Baños del Inca - INIA, caracterizándose por alto potencial de rendimiento, mediana resistencia a la “ranchar”, libre de virus y buena calidad culinaria. El rendimiento de la variedad Huayro es de 14,6 t/Ha, ocupando el 51 % de la superficie total sembrada y de mayor aceptación por los mercados de Amazonas y San Martín. (Agraria, 2014)

La producción de papas, se basa primeramente en un sistema tecnificado de la producción de tuberculillos (semilla vegetativa), optimizando insumos (fitoquímicos), uniformidad de vegetal, y vigor de plantas, a fin de proporcionar al agricultor un material genético de plantas de una variedad específica con características superiores a las convencionales. (Jiménez, 2015). Cabe mencionar que la multiplicación por tubérculos es una ventaja que permite mantener las características propias (genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias) de la variedad por generaciones; sin embargo, es una fuente eficaz para la diseminación de plagas y enfermedades que afectan grandemente al cultivo de papa. Asimismo, Álvarez (1988), ha demostrado a una altitud de 3000 M.S.N.M la técnica de selección positiva, técnica que selecciona plantas con características específicas: plantas aparentemente libres de enfermedades, buena constitución, vigor, pureza varietal y con buenos resultados en el momento de la cosecha.

La producción de semilla vegetativa, en invernadero, utilizando un sistema convencional se inicia con la obtención de plántulas *in-vitro* producidas en laboratorio, son colocadas en camas de invernadero utilizando sustrato (tierra negra, humus, compost, etc.), su producción es de 5 a 10 tuberculillos por planta. El proceso de desinfección de sustratos es mediante la adición de bromuro de metilo (gas, incoloro, inodoro, sin sabor), considerado como: fungicida, herbicida, insecticida de bajo costo y de acción rápida, sin embargo, este químico genera intoxicación al operario por proceso de aspiración y contribuye al cambio climático (Oliveira Arévalo, 2003). En el año 2006, Perú, limita la utilización de este producto con ley N° 215-2006-CR, propuesto por el SENASA.

En la actualidad, existen diversas técnicas de multiplicación rápida de semilla de papa, dentro de ellas se utilizan: secciones de tallo enraizadas, plántulas *in vitro* de multiplicadas masivamente, cultivo de meristemas y termoterapia, con el fin de disminuir tiempo, costos de producción y obtener material genético limpio, desplazando los métodos tradicionales (Centro Internacional de la Papa - CIP; Ezeta, 2001; Hidalgo, 2016)

Diversos esfuerzos se vienen realizando en la producción de semilla vegetativa “tuberculillo”, es decir semilla de pre básica de papa, alcanzando a desarrollar la técnica de la aeroponía, la mismas que no necesita de sustrato sólido y a su vez es

amigable con el medio ambiente. Andrade (2015), describe a la aeroponía como un sistema producción de semilla, donde las raíces de las plantas no necesitan suelo para su desarrollo, a lo contrario están suspendidas en el aire, dentro de cajones cerrados sin presencia de luz y son alimentadas a través de nebulizaciones a base de agua y solución nutritiva. La finalidad de este método es evitar la degeneración de la semilla de papa, causado por la acumulación de patógenos y plagas, ocasionando la pérdida de calidad y rendimiento (Mateus Rodríguez, 2010). Asimismo, países como Corea y China vienen utilizando dicha técnica a escala industrial para la producción y comercialización de semillas pre básica de papa (Cayambe, 2010).

El comportamiento agronómico de una especie vegetativa, es un factor importante de evaluación, más en nuevos sistemas de producción de semilla pre básica de papa como lo es la aeroponía, Martínez Peñaloza (2013), propuso un sistema aeropónico con beneficio a nivel ambiental, social y económico, asimismo, de reducir significativamente la contaminación ambiental, costos de producción bajos, optimización de instalación y recursos. Además, este sistema permite controlar el desarrollo de las semillas pre básica y su recolección en su momento óptimo de crecimiento. Los beneficios de dicho sistema son: competitividad de mercado, creación de microempresa, incremento de producción y satisfacción de demanda.

La producción de semilla pre básica de papa, ha conllevado a realizar diferentes investigaciones, teniendo en cuenta el costo/ beneficio, micronutrientes y rendimiento, esta descripción se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Estudios realizados en la producción de semilla pre básica de papa mediante aeroponía

Autor	Variedad	Costo / beneficio	Rendimiento
Huera Arteaga (2017)	Superchola	S/. 6,18 (\$ 1.90) *	-
Núñez Izarra, (2014)	Wankita, Yungay, Serranita y Amarilis	-	19.84 tuberculillos / planta
Rosero et al., (2017)	Serranita y Chucmarina	S/. 1,20 (\$ 0.37) *	324 tubérculos /m ²
Mateus Rodríguez, (2010)	Clones avanzados	S/. 0,72 (\$ 0.22) *, venta / unidad	30 tuberculillos/planta

	Puka Ajo suytu (VH,AL), puka Huayro, peruanita, corazón	S/.193.99 / m ²	
Medina Quispe (2014)	Azul, puka Duraznillo, Yana Shucre, camotillo, cacho de toro,Q'ompis, Amarilla Tumbay.	S/ 0.70 venta / unidad	-
Saquina Chango (2012)	Superchola	-	7,82 kg/planta

* Valor promedio del dólar americano (Superintendencia de Banca y Seguro)

En vista de la necesidad de desarrollar y/o adaptar tecnologías para el desarrollo y producción de semillas de calidad, en semilla pre básica de papa, se propone el siguiente objetivo “Comparar el comportamiento productivo y la viabilidad económica de dos sistemas de producción de semilla pre básica a partir de cultivo *in vitro* de *Solanum tuberosum* var. Huayro”.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Características del sitio experimental

La presente investigación se desarrolló entre los meses de agosto del 2019 a febrero del 2020, en el invernadero aeropónico de semilla prebásica de papa de la Asociación “Los Ambientalistas de Luya Viejo” en el distrito de Luya Viejo, provincia Luya, Región Amazonas. Localizado en latitud -6.137357 norte, y longitud -78.029315 oeste, a 3000 m.s.n.m de altitud (Figura 1).

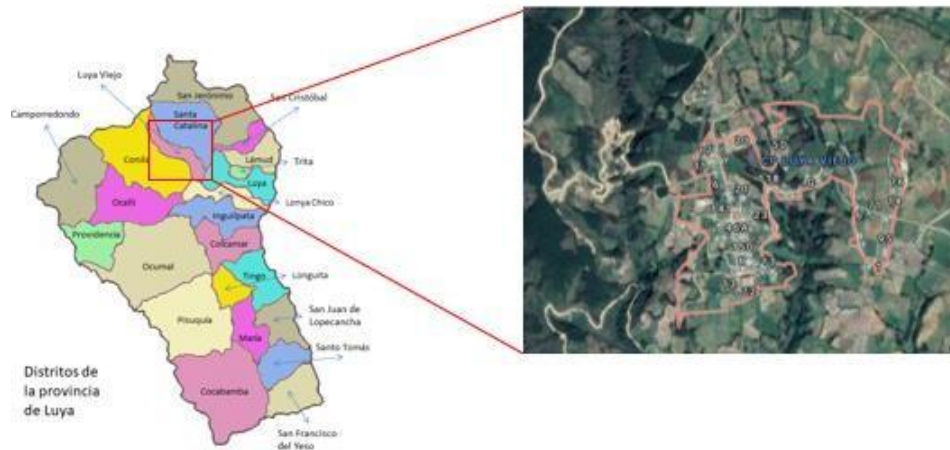


Figura 1. Ubicación geográfica de la localidad donde se realizó la experimentación

2.1.1. Característica del invernadero

La investigación se desarrolló en un invernadero aeropónico y convencional, ambos acondicionados para la producción de semilla pre básica de papa. construidos con materiales básicos de madera, cemento, malla anti áfida y techo de policarbonato, véase la Figura 2.



Figura 2. Invernadero para la producción de papa pre básica (Reina de la Selva, 2017)

2.2. Material genético.

El material genético de estudio fue *Solanum tuberosum* var. Huayro, obtenido a través de la técnica de cultivo *in vitro*, en el centro experimental INIA Cajamarca, ubicado en Baños del Inca de la ciudad de Cajamarca. Las características morfológicas, agronómicas, comportamiento frente a factores biótico y abióticos y el manejo del cultivo se describen en el tríptico digitalizado por INIA - Cajamarca (Véase en anexos)

2.3. Métodos técnicas y procedimientos

2.3.1. Diseño metodológico

La distribución de las parcelas experimentales se realizó de acuerdo al diseño experimental completamente al azar de un factor, llevándose dos tratamientos que corresponden al sistema de producción de semilla pre básica de papa (Figura 3).

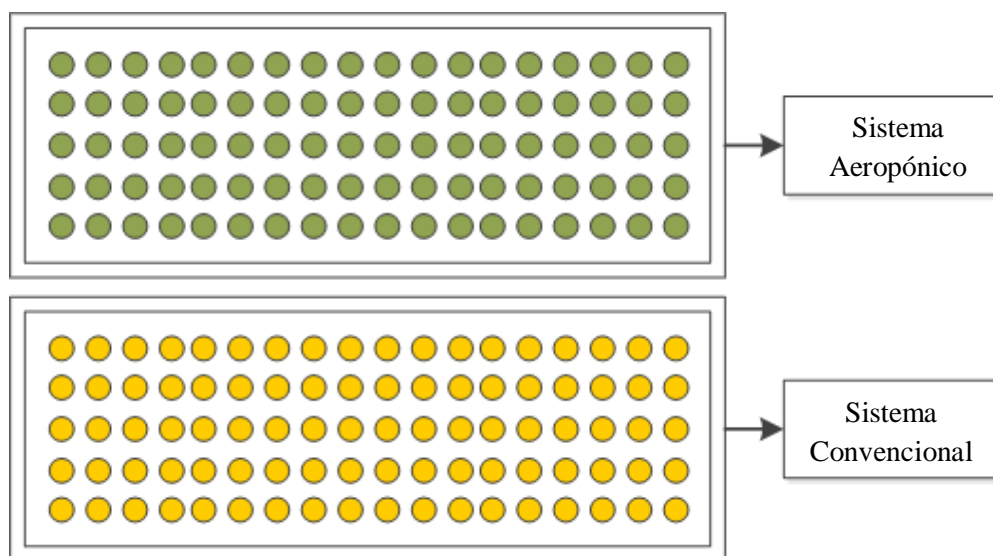


Figura 3. Sistema de producción de tuberculillos: aeropónico (T1) y convencional (T2)

Cada área de siembra de 8 m², han albergado 90 unidades o plantines por tratamiento.

2.3.2. Procedimiento – desarrollo metodológico

El procedimiento experimental para la obtención de tuberculillos de papa en los dos sistemas de producción que se ha trabajado, se describe en el siguiente diagrama de flujo (figura 4).

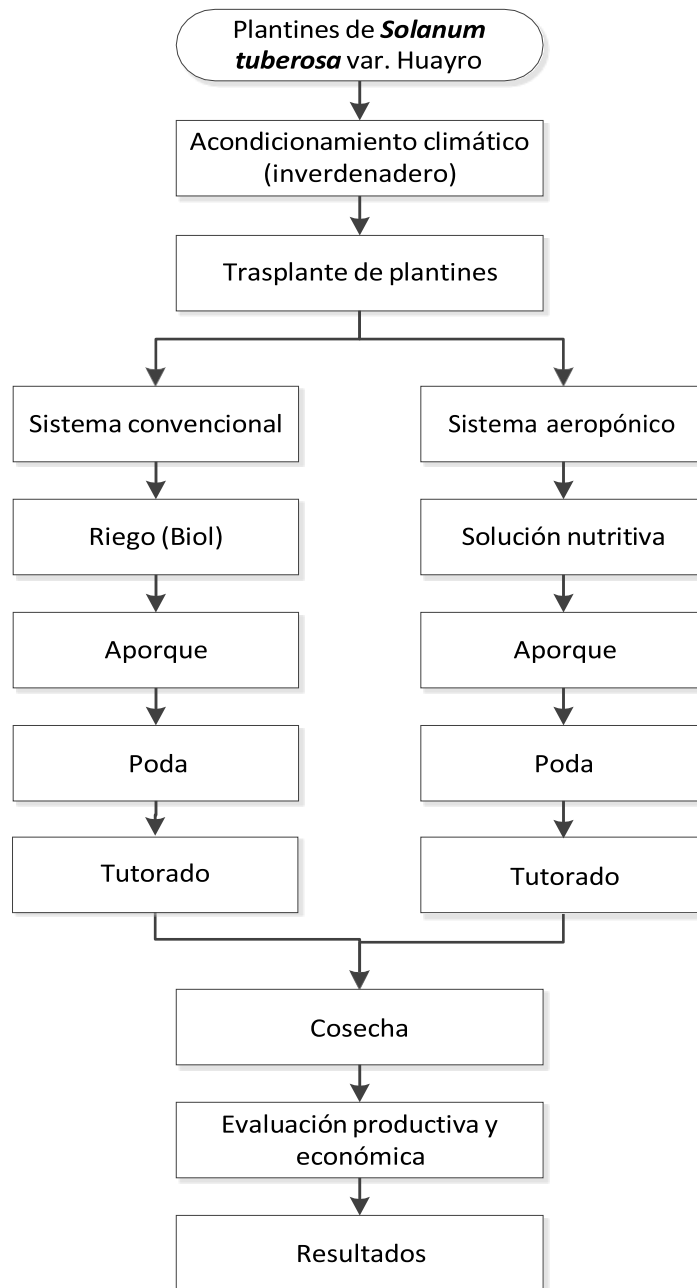


Figura 4. Metodología desarrollada para la evaluación del comportamiento productivo y económico, en la obtención de semilla pre básica de papa.

2.3.2.1. Acondicionamiento y aclimatación de plantines en invernadero.

Previo al trasplante de los plantines *in vitro* de *S. tuberosum* se desinfectó arena fina de río (sustrato), utilizando un recipiente metálico con agua en ebullición por 30 minutos, posteriormente se dejó enfriar en bandejas de plástico (45 cm x 34 cm x 20 cm). Se procedió a sembrar los plantines de cuatro semanas de edad para aclimatación y enraizamiento.

Después de 24 días de aclimatación, las plantas se transfirieron a los sistemas aeropónico y convencional.

2.3.2.2. Trasplante de plantines en sistemas de producción

Terminado la aclimatación de las plantas, se procedió a trasplantar a los sistemas de producción de papa pre básica, las mismas que se encuentran en las mismas condiciones climáticas dentro del invernadero:

2.3.2.2.1. Sistema convencional

Para la producción convencional de semilla pre básica de papa, se ha utilizado el 65 % del área de una cama con tierra agrícola (sustrato). La cama ha estado construida con paredes de madera de 1.2 m x 6 m x 0.3 m (ancho, largo y profundidad), cuya densidad de siembra estuvo dada a 20 cm entre planta y planta, conteniendo 90 plantines de papa.

2.3.2.2.2. Aeropónico

La producción aeropónica de semilla de papa, se realizó en cajón de madera de 1.2 m x 4.0 m x 1.2 m (ancho, largo y profundidad), con cubierta exterior de poliestireno de alta densidad de color negro, además, cuenta con 6 ventanas laterales de 20 cm. x 40 cm., y en el interior como soporte o base de desarrollo de las plantas (a 20 cm de distancia entre orificios de 4 cm de diámetro) cuenta con poliestireno de 5 cm de espesor y nebulizadores para la fertilización (Magallán, 2018).

Así mismo, a los dos lados de los cajones aeropónicos, se colocaron 2 pares de tutores de madera (5,00 cm. x 5,00 cm. x 240 cm.). Cada tutor, está unido por 3 cintas de madera (120 cm. x 5,00 cm. x 1,00 cm.) a un distanciamiento de 30 cm. entre sí y por encima de los cajones.

2.3.2.3. Solución nutritiva

La solución nutritiva que se utilizó en el sistema aeropónico está constituida por macro y micro nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta, y se nebulizó a través de micro aspersores hacia las raíces de las plantas, vea la

formulación en la Tabla 2.

Tabla 2. Solución nutritiva para producción de semilla pre básica de papa.

Nutrientes	Concentración (me / L)	g / L	g / 400 L
Nitrato de K	5,40	0,54	216
Nitrato de NH ₄ (*) (primer y segundo mes)	4,40	0,35	140
Superfosfato triple de Ca	2,60	0,28	112
Sulfato de Mg	1,00	0,24	96
Fetrilon combi	12 ppm	0,012	4,8

(*) el nitrato de amonio se reducio en ½ a partir del segundo mes del trasplante.

Fuente: (Otazú, 2010)

Se consideró la formulación de la Tabla 3, según el volumen necesitado, durante los dos primeros meses de haber sido trasplantados los plantines, y a partir del segundo mes el nitrato de amonio se disminuyó a un 50 % y los demás nutrientes se mantuvieron constantes. El riego de los nutrientes fue controlado a través de un timer programable (6 tiempos), el tiempo de riego se efectuaban según la temperatura que presentaba el día, revisando en todo momento de que todas las raíces se humedecieran.

Para el sistema convencional se aplicó riego manual a base de agua y biol. El biol se aplicó por tres oportunidades al momento del trasplante, a los 15 días y los 45 días con una dosis de 50%. En este sistema el riego se aplicaba cada vez que la planta lo necesitaba.

2.3.2.4. Aporque

Se realizó luego de haber transcurrido un mes del trasplante de las plantas a los cajones. Previo a esta operación se realizó el lavado y la desinfección de manos con alcohol (70%), seguidamente, se introdujeron las plantas al cajón con la finalidad de que los estolones se desarrollen dentro de el cajón.

El aporque en el sistema convencional consistió en acumular tierra en la base de la planta para que esta tenga una mejor tuberización.

2.3.2.5. Poda

Previo a esta operación se realizó el lavado y la desinfección de manos con alcohol (70%), seguidamente, se cortaron las hojas que no se desarrollaron adecuadamente con la ayuda de un bisturí, para favorecer la entrada de luz y regular la temperatura de las plantas.

2.3.2.6. Tutorado

Transcurrido dos semanas de haber realizado el aporque, se instalaron en los extremos de cada cajón dos filas de tutores a base de rafia a fin brindarle sostenibilidad a cada planta durante su desarrollo.

2.3.2.7. Cosecha

Se realizó una sola cosecha para el sistema convencional y cinco cosechas en el sistema aerónico, a partir del quinto mes cada quince día.

2.3.3. Evaluación de variables de estudio

Las evaluaciones de las variables de estudio se detallan a continuación:

2.3.3.1. Comportamiento productivo

2.3.3.1.1. Peso promedio de los tuberculillos.

Cosechados los tuberculillos en ambos sistemas, se procedió a pesar en una balanza electrónica (PB002, JOAN) de 200 g, y se dividieron en dos grupos de ≤ 5 g y > 5 g. Finalmente, se analizó el peso medio como el peso de tuberculillos / número de tuberculillos (Çalışkan et al., 2020).

2.3.3.1.2. Número de tuberculillos

El número de tuberculillos de cada sistema se dividió en grupos de menor igual y mayor a 5 g, y se calculó dividiendo el número de tuberculillos por número de plantas (Çalışkan et al., 2020).

2.3.3.2. Análisis de viabilidad económica

El análisis de la viabilidad económica de los sistemas aeropónico y convencional,

SISTEMA	ÍTEM	COSTO TOTAL
	Costos Fijos	
	Infraestructura	
	servicio de agua y luz	
	Sueldos de personal	
	Sub total de costos fijos	
	Costos variables	
	materiales e insumos	
• Convencional	desinfección del ambiente	
• Aeropónico	obtención de plántulas <i>In vitro</i>	
	Solución nutritiva	
	Biol	
	Tratamiento fitosanitario	
	Elementos de manejo	
	Sub total de costos variables	
	Costo de producción total	

Se utilizó como base de costos generada por esta investigación en un ambiente determinado, partiendo de la simulación de la actividad productiva de semillas a escala comercial. Los indicadores que se determinaron fueron: Ingreso bruto > 5 g; Ingreso bruto menor a ≤ 5 g; Ingreso bruto total; costo total, beneficio neto, rentabilidad, Relación beneficio /costo (Mateus-Rodriguez et al., 2013; Medina Quispe, 2014), y se registrarán los valores en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Costos de producción para el sistema aeropónico.

Tabla 4. Indicadores para el análisis económico de la producción de semilla de papa

Detalle	Tratamientos	
	T1	T2
Nº de tuberculos > a 5 g		
Nº de tuberculos < a 5 g		
PVP * de tuberculos > a 5 g		
PVP de tuberculos < a 5 g		
Ingreso bruto > a 5 g		
ingreso bruto < a 5 g		
ingreso bruto total		
Costo total		
Beneficio neto		
Rentabilidad		
RBC *		

* PVP: Precio de venta al público; RBC: ratio beneficio costo.

2.4. Análisis de datos

El tratamiento de datos se basó en un diseño completamente al azar de un factor, con dos tratamientos (sistema convencional y aeropónico), y por cada tratamiento se consideró 50 plantas que representan replicas o repeticiones. La significancia estadística de los efectos principales se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) en el software Statgraphics Centurion v.18. Asimismo, se aplicó Tukey para observar diferencia significativa entre tratamientos.

2.4.1. Modelo estadístico para este proyecto de investigación

El modelo estadístico que persigue la investigación con igual número de observaciones por tratamiento concerniente para un DCA estuvo dado por un modelo aditivo lineal (ecuación 1).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{Ecuación 1}$$

- ✓ Para $i = 1, 2, 3, \dots$ tratamientos y $j = 1, 2, 3, \dots$ observaciones.
- ✓ Donde:
 - Y_{ij} : Observación de la variable respuesta con i -ésimo tratamiento, j -ésima observación.
 - μ : Efecto de la media poblacional.
 - τ_i : Efecto del i -ésimo tratamiento.
 - ε_{ij} : Efectos aleatorio (error experimental) que pertenece a la Y_{ij} observación de la variable respuesta con i -ésimo tratamiento, j -ésima repetición.

2.4.2. Análisis de varianza

Para ver la diferencia de los tratamientos para la obtención de semilla pre básica de *Solamun tuberosa* var. Huayro se realizó el análisis de varianza (ANVA), con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, resumiéndose en la Tabla 5. Asimismo, dicho análisis se basa en las siguientes hipótesis:

- $H_0: \tau_i = 0$ ----- hipótesis nula.
- $H_0: \tau_i \neq 0$ ----- hipótesis alternativa.

Tabla 5. ANVA para el diseño completo al azar con igual número de observaciones por tratamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc
Tratamiento	$SC_{\text{tratamiento}}$	$t - 1$	$CM_{\text{tratamiento}}$	$CM_{\text{tratamiento}} / CM_{\text{error}}$
Error	SC_{error}	$t (r - 1)$	CM_{error}	

Total	SC _{total}	(t x r) - 1
-------	---------------------	-------------

Nota: t: tratamiento, r: observaciones. SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios.

2.4.3. Análisis de comparaciones múltiples

Para observar las diferencias entre los tratamientos, con igual número de observaciones, para la obtención de semilla pre básica de *Solamun tuberosa* var. Huayro se utilizó la técnica de Tukey, con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$. (véase la ecuación 2)

$$S_{xi-xj} = \sqrt{\frac{CM_{error}}{r}} \quad \text{Ecuación 2.}$$

III. RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación se detallan en los siguientes apartados:

3.1. Comportamiento productivo

3.1.1. Número de tuberculillos para los grupos ≤ 5 g y >5 g

En la Tabla 6, se muestra el análisis de varianza del número de tuberculillos para el grupo ≤ 5 g, entre los tratamientos del sistema convencional y aeropónico en la producción de semilla pre básica de papa de la variedad Huayro, evidenciándose diferencia altamente significativa ($\alpha = 0.01$), es decir, la existencia de diferencia entre los tratamientos, y a su vez uno de ello influye positivamente en la producción de semilla prebásica de papa.

Tabla 6. Análisis de varianza para el número de tuberculillos para el grupo ≤ 5 g bajo dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
Tratamiento	734.41	1	734.41	193.01	0.0000	*	**
Error	372.9	98	3.8051				
Total	1107.31	99					

En la Tabla 7, se muestra el análisis de varianza del número de tuberculillos para el grupo > 5 g, para los tratamientos de sistema convencional y aeropónico en la producción de semilla pre básica de papa de la variedad Huayro, observándose diferencia altamente significativa ($\alpha = 0.01$) entre los tratamientos de producción de semilla pre básica, es decir la existencia de diferencia entre los tratamientos.

Tabla 7. Análisis de varianza para el número de tuberculillos para el grupo > 5 g bajo dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
Tratamiento	3340.84	1	3340.84	473.70	0.0000	*	**
Error	691.16	98	7.05265				
Total	4032.0	99					

En la Figura 5, el sistema aeropónico ha producido mayor número de tuberculillos medios que el convencional en el grupo “ ≤ 5 g” con una variación de 20% aproximadamente. Sin embargo, en el grupo “ > 5 g” el sistema convencional presentó mayor peso medio con una variación de 53 % (Figura 6). Asimismo, en ambas figuras se observa diferencia significativa entre los tratamientos mediante el método de Tukey ($\alpha = 0.05$).

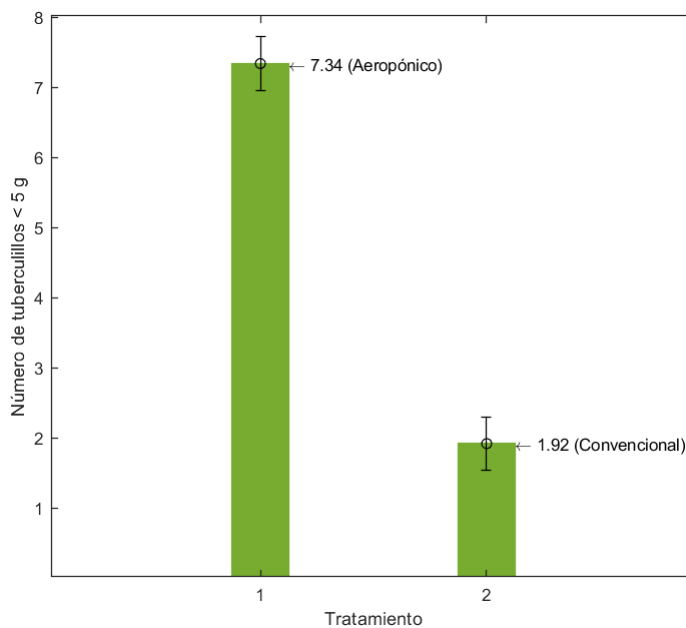


Figura 5. Comparaciones de media de Tukey para el número de tuberculillos “ ≤ 5 g”.

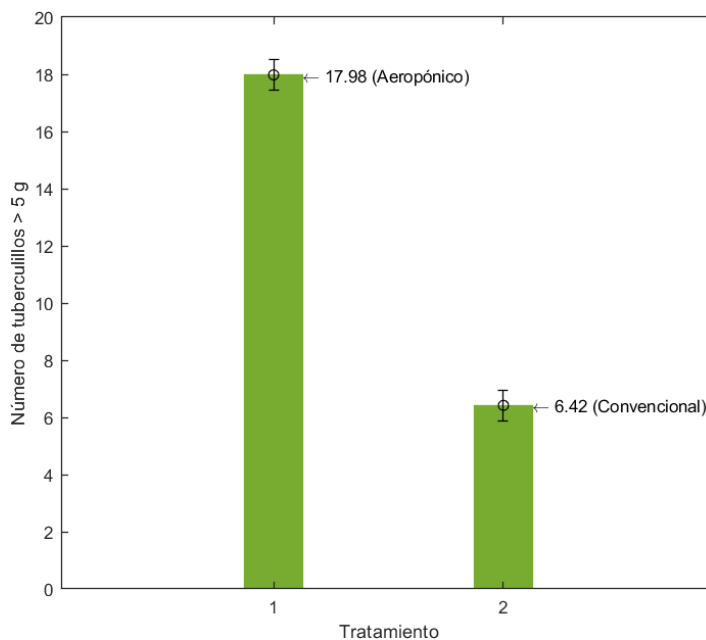


Figura 6. Comparaciones de media Tukey para el número de tuberculillos “ > 5 g”.

3.1.2. Peso de tuberculillos para los grupos ≤ 5 g y >5 g

En la Tabla 8, se muestra el análisis de varianza del peso de tuberculillos ≤ 5 g para los tratamientos de sistema convencional y aeropónico en la producción de semilla pre básica de papa de la variedad Huayro, encontrándose diferencia altamente significativa ($\alpha = 0.01$) entre los tratamientos de producción de semilla pre básica, es decir la existencia de diferencia entre los tratamientos para la producción de semilla prebásica de papa con pesos ≤ 5 g.

Tabla 8. Análisis de varianza para el peso de tuberculillos ≤ 5 g bajo dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
Tratamiento	9.10832	1	9.10832	8.71	0.0040	*	**
Error	102.491	98	1.04582				
Total	111.599	99					

En la Tabla 9, se muestra el análisis de varianza del peso de tuberculillos > 5 g para los tratamientos de sistema convencional y aeropónico en la producción de semilla pre básica de papa de la variedad Huayro, encontrándose alta diferencia significativa ($\alpha = 0.01$) entre los tratamientos de producción de semilla pre básica, es decir la existencia de diferencia entre los tratamientos para la producción de semilla prebásica de papa con peso > 5 g.

Tabla 9. Análisis de varianza para el peso de tuberculillos > 5 g bajo dos sistemas de producción de semilla pre básica de papa.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
Tratamiento	4801.8	1	4801.8	139.42	0.0000	*	**
Error	3375.35	98	34.4423				
Total	8177.15	99					

Se evidenció diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) entre el sistema aeropónico y convencional para los grupos ≤ 5 g y >5 g. Se encontró que el número

de tubérculos por planta es de 3.8 (Figura 7) y 2.8 (Figura 8) veces mayor en el sistema aeropónico que en el sistema convencional para los grupos ≤ 5 g y >5 g, respectivamente.

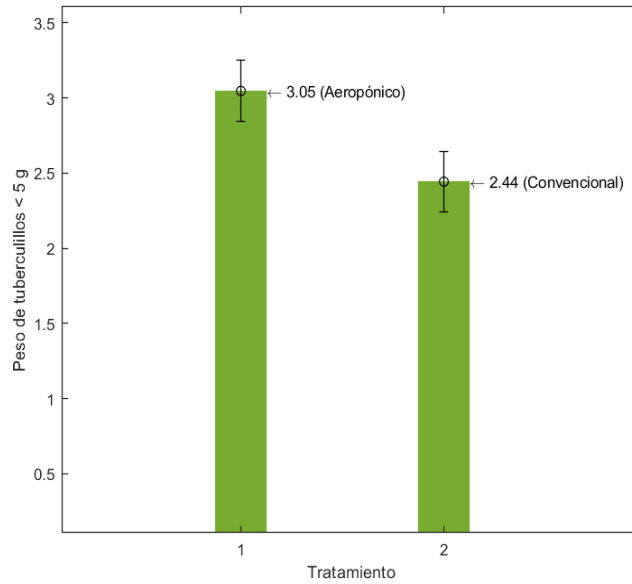


Figura 7. Comparaciones de media de Tukey para el peso de tuberculillos “ ≤ 5 g”

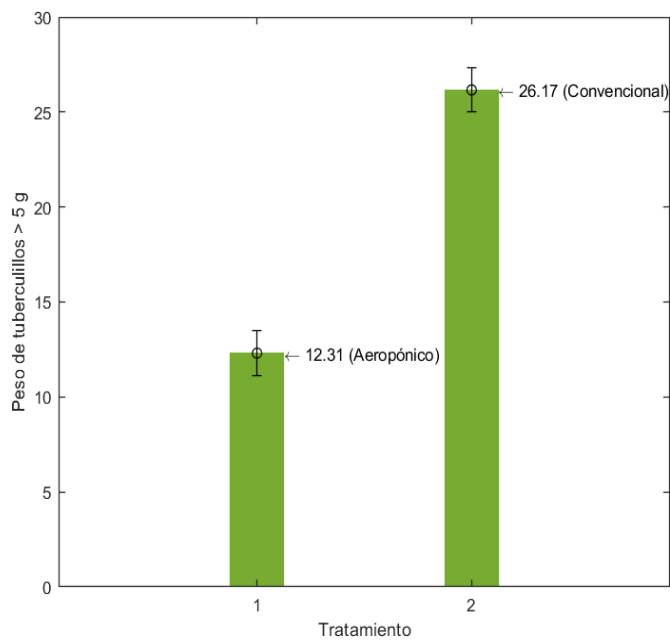


Figura 8. Comparaciones de media de Tukey para el peso de tuberculillos “ > 5 g”

3.2. Análisis económico

El análisis económico de la producción de tuberculillos de semilla de papa variedad huayro, bajo un sistema aeropónico y un sistema convencional, se tomó como base un área de 92 m² y 100 m² respectivamente. Asimismo, dicho cálculo económico para la construcción de los sistemas de producción, a nivel básico, se ha tomado como base la producción de 1000 plantines. Finalmente, se utilizó la metodología de Mateus Rodríguez (2010), para determinar el costo de inversión de la instalación e infraestructura.

3.2.1. Costo de producción

En la Tabla 10, se observa los costes obtenidos para el sistema aeropónico y convencional. En el costo fijo se observa 3.6 veces mayor en sistema aeropónico que el convencional, del mismo modo sucede para el costo variable y costo de producción es 2,87 y 3,13 veces mayor en relación del sistema aeropónico al sistema convencional, respectivamente (Véase anexo).

Tabla 10. Coste de producción de semilla pre básica de papa

Costo de producción	Sistema aeropónico		Sistema convencional	
	92 m ²	m ²	100 m ²	m ²
Costos Fijos				
Infraestructura	8650,00	94,02	2000,00	20,00
Servicio de agua y luz	224,00	2,43	60,00	0,60
Sueldos de personal	7440,00	80,87	2850,00	28,50
sub total de costos fijos	16314,00	177,33	4910,00	49,10
Costos Variables				
Materiales e insumos	22282,46	242,20	7815,40	78,15
Desinfección del ambiente	30,00	0,33	15,00	0,15
Obtención de plántulas <i>in vitro</i>	1000,00	10,87	1000,00	10,00
Solución nutritiva	470,00	5,11	168,00	1,68
Tratamiento fitosanitario	48,30	0,53	48,30	0,48
Elementos de manejo	200,00	2,17	50,00	0,50
Sub total de costos variables	24030,76	261,20	9096,70	90,97
Costo de producción	40344,76	438,53	14006,70	140,07

3.2.2. Análisis económico en la producción de tuberculillos

En la Tabla 11, se observa que la producción de semilla pre básica de papa, variedad Huayro, es 1,79 veces aproximadamente más rentable el sistema aeropónico a comparación del sistema convencional. Del mismo modo, por cada sol invertido se logra ganar S/ 2,91 y 1,63 soles para el sistema aeropónico y convencional respectivamente.

Tabla 11. Evaluación económica de los sistemas de producción de semilla pre básica de papa, variedad Huayro.

Descripción	Tratamiento: sistema de producción de semilla pre básica de papa	
	Sistema aeropónico	Sistema convencional
Nº de tubérculos > a 5 g	899,00	321,00
Nº de tubérculos < a 5 g	367,00	96,00
PVP de tubérculos > a 5 g s/.	1,50	1,00
PVP de tubérculos < a 5 g s/.	1,00	0,50
Ingreso bruto > a 5 g	1348,50	321,00
Ingreso bruto a < 5 g	367,00	48,00
Ingreso bruto total	1715,50	369,00
COSTO TOTAL	438,53	140,07
BENEFICIO NETO	1276,97	228,93
RENTABILIDAD	291,19 %	163,44 %
RBC	2,91	1,63

* Estos datos económicos son a base de una producción de 1000 plantas.

IV. DISCUSIÓN

- ✓ En la Figura 5, se muestran los resultados para el número de tuberculillos “ $\leq 5\text{g}$ ” con pruebas de comparación múltiples (prueba Tukey). El mayor número de tubérculos “ $\leq 5\text{g}$ ” presentó el sistema aeropónico, con un promedio de 7 tuberculillos por planta y con un promedio de 2 tuberculillos por planta el sistema convencional. Estos resultados muestran una diferencia entre lo estimado por (Medina Quispe, 2014) quien en su estudio encontró un promedio de 9,67 en la variedad Huayro en un sistema aeropónico, sin embargo, en lo expuesto por Macizo Cervantes, (2013) su estudio obtuvieron un promedio de 6,25 en el sistema aeropónico y un promedio de 13,58 en el sistema convencional demostrando similitud con el presente estudio debido a que los mayores índices para tuberculillos “ $\leq 5\text{g}$ ” se presentó en el sistema aeropónico.

- ✓ En cuanto a los resultados obtenidos a los tuberculillos “ $> 5\text{g}$ ”, la Figura 6 muestra al sistema aeropónico como el sistema que presentó mayor número de tuberculillo a comparación del sistema convencional, es decir 17,98 y 6,42 tuberculillos por planta para el sistema aeropónico y el convencional respectivamente, los mismos que, concuerdan con los resultados obtenidos por Nuñez Izarra, (2014), debido a que en un sistema aeropónico se tiene el control automatizado del suministro nutritivo a las platas y en el sistema convencional es la capacidad del terreno el encargado de facilitarle los nutrientes.

- ✓ En la Figura 7, el peso de tuberculillos “ $\leq 5\text{g}$ ”, es el sistema convencional el que presentó menor peso al del sistema aeropónico. Sin embargo, en la Figura 8 se observa el peso de tuberculillos “ $> 5\text{g}$ ”, donde el sistema convencional tiene un peso promedio de 26,17 g/planta en comparación al sistema aeropónico con 12,31 g/planta. A diferencia de García Rosero et, al. (2017) quien en su estudio encontró en el sistema aeropónico tiene un promedio de 16,06 g/planta, y el sistema convencional presentó los promedios más bajos con 39,20 g/planta, estas diferencias se deben a la variedad Superchola con la que se realizó dicho estudio. Asimismo, al realizarse una sola cosecha en el sistema convencional después de los 80 días de haberse realizado el trasplante, se logran obtener tuberculillo con pesos “ $> 5\text{g}$ ”, (Medina Quispe S. 2014)

- ✓ Aunque, los tuberculillos obtenidos por el sistema convencional obtuvieron mayor peso promedio; conforme se esperaba y teniendo en cuenta lo reportado por estudios precedentes (Çalışkan et al., 2020), con el sistema aeropónico se obtuvo mayor número de tuberculillos.
- ✓ El mayor rendimiento en la producción de tuberculillos del sistema aeropónico frente al convencional, podría deberse a que el primero permite hacer uso más eficiente de los nutrientes suministrados a la planta (Tiwari et al., 2020). De manera análoga Ritter et al. (2001) encontraron que con sistema aeropónico se obtiene mayor cantidad de tuberculillos por planta, pero con menor peso promedio. La cantidad de mini tuberculillos por planta (>1000) fue mayor a lo reportado por trabajos similares, por ejemplo, Silva et al. (2020) obtuvo hasta 491 tuberculillos por planta, sin embargo, debe tenerse en cuenta la variedad de papa estudiada.
- ✓ Pese a los resultados prometedores en el sistema aeropónico, se hace necesario pensar en la coexistencia de ambos sistemas, para rescatar material vegetal y también para no subestimar la alta necesidad de un técnico especializado, así como la dependencia de luz eléctrica en el sistema aeropónico, especialmente en lugares como Luya viejo donde se realizó el presente experimento.
- ✓ Tal como se puede observar en la Tabla 11, la producción de semilla de papa Huayro por aeroponía, resulta mucho más rentable que la técnica convencional (291 a 163,44 %) en las condiciones productivas del lugar de estudio. Esta tecnología ofrece mayor rentabilidad debido a que permite obtener altas tasas de multiplicación, alta eficiencia de producción por área, ahorro de agua, productos químicos y / o energía (Mateus-Rodriguez et al., 2013), sin embargo, esta tecnología requiere de evaluaciones más rigurosas y procesos de validación más prolongados (Cayambe et al., 2011) si se quisiera implementar la tecnología en las condiciones productivas de la zona de estudio con la finalidad de incrementar el rendimiento y calidad de la semilla (Buckseth et al., 2016).
- ✓ La densidad por otro lado influye en el rendimiento en número y masa de tuberculillos obtenidos por planta, en este estudio se trabajó con 25 plantas/m², obteniendo rendimientos elevados (cerca de 1000 tuberculillos por planta), lo que

podría incrementarse aún mayor si se implementan sistemas más automatizados de aeroponía que permiten trabajar hasta 60 plantas/m² (Khutinaev et al., 2021).

V. CONCLUSIONES

- ✓ Aunque con el sistema convencional se obtienen tuberculillos con mayor peso, el sistema aeropónico permite obtener mayores rendimientos de semilla prebásica de *S. tuberosum* var. Huayro.
- ✓ El mejor sistema para la producción de semilla pre básica de *S. tuberosum* var. Huayro Amazonense, bajo condiciones del distrito de Luya Viejo, Amazonas, es el sistema aeropónico, debido a que ofrece mayor rentabilidad y permitiendo su escalamiento comercial hacia su viabilidad y sostenibilidad.
- ✓ El sistema aeropónico es la técnica más rentable en comparación al sistema convencional, permitiendo obtener S/. 2.91 soles por cada sol invertido en la producción de semilla pre básica de papa v. Huayro. Asimismo, es el personal técnico o personal capacitado el que permite su supervisión y/o monitoreo del desarrollo fisiológico de las plantas bajo el sistema aeropónico.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a partir de la presente investigación el poder trabajar con diferentes soluciones nutritivas a fin de poder ver el efecto en las variables estudiadas, así como evaluar variables como: desarrollo radicular, tallo y número de flores.

- ✓ Se debería evaluar la densidad de siembra para el sistema aeropónico y convencional con la finalidad de ver si dicha variable influye en el rendimiento de cada planta.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria, D. d. (agosto de 2014). PAPA INIA 323 - Huayro amazonense. (E. E. Cajamarca, Ed.) Obtenido de <http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/710/1/Trip-Papa-INIA323.pdf>
- Alfaro, R. C. (2006). Sobre el origen, evolución y diversidad genética de la papa cultivada y la silvestre. *Ciencia & Desarrollo*, 10, 111–120.
- Alvarez, E. V. (1988). Método simple de selección para la producción de semilla de papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 1(1), 18–24.
- Andrade-Piedra, J. L., Barona, D., Benítez, J., Chuquillanqui, C., García, M., Kromann, P., ... & Potosi, B. (2015). Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía-Diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú.
- Buckseth, T., Sharma, A. K., Pandey, K. K., Singh, B. P., & Muthuraj, R. (2016). Methods of pre-basic seed potato production with special reference to aeroponics—A review. *Scientia horticultrae*, 204, 79-87.
- Çalışkan, M.E., Yavuz, C., Yağız, A.K. et al. (2020). Comparison of aeroponics and conventional potato mini tuber production systems at different plant densities. *Potato Res.* <https://doi.org/10.1007/s11540-020-09463-z>
- Calle, M., L. L. V., & Maoldonado, E. (2013). Producción de semilla prebásica de papa. *Revista Científica de Investigación Info-Iniaf*, 1(1), 62–65.
- Cayambe, J. M., Montesdeoca, F., & Andrade-Piedra, J. (2011). Producción de semilla prebásica de papa en el sistema aeropónico en Ecuador: Evaluación de soluciones nutritivas.
- Ezeta, F. N. (2001). Producción de Semilla de Papa en Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 12(1), 1–14.
- Hidalgo, O. A. (2016). Progresos en la producción de tuberculos-semillas de papa en latinoamérica. In *Revista Latinoamericana de la Papa* (Vol. 2, Issue 1, pp. 1–28). <https://doi.org/10.37066/ralap.v2i1.19>
- Huera Arteaga, B. G. (2017). Estudio económico de la producción de semilla pre-básica de papa (*solanum tuberosum* L.) mediante el sistema aeropónico en la granja experimental Yuyucocha, en la parroquia Caranqui, cantón Ibarra. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6069>
- International Potato Center. (s.f.). Obtenido de centro internacional de la papa: <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>
- Jiménez, J. (2015). Invernadero automatizado para producción de semilla de papa bajo tres sistemas: Aeroponía, hidroponía y plantas madres-esquejes. https://cipotato.org/wp-content/uploads/2016/04/t_semilla_j_jimenez.pdf
- Khutinaev, O. K., Dzhioeva, C. G., Basiev, S. S., Kozayeva, D. P., & Pliev, I. G. (2021). Innovative technology for growing potato minitubers on aerohydroponic devices. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 624(1), 012054).

- Macizo Cervantes, R. (2013). Comportamiento de dos variables de papa (*Solanum tuberosum* L.) para la producción de semilla pre básica según las alternativas en los sistemas clásicos, hidroponía, aeroponía e hidroaeroponía.
- Magallán, L. (2018). Evaluación del rendimiento de semilla pre básica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en el sistema aeropónico, distrito de Luya Viejo-Región Amazonas.
- Martínez Peñaloza, P. A. (2013). Aeroponía como método de cultivo sostenible, rentable e incluyente en Bogotá DC. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/780/00000864.pdf?sequence=1>
- Mateus Rodríguez, J. F. (2010). Efecto del ambiente sobre la producción de minitubérculos de 10 genotipos de papa cultivados bajo un sistema aeropónico. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1718>
- Medina Quispe, S. (2014). Evaluación de rendimiento de 10 variedades de papas nativas en la producción de mini-tubérculos bajo el sistema aeropónico. <http://200.48.82.27/handle/UNSAAC/990>
- MINAGRI, D. G.-M. (mayo de 2007). Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. (D. G. Agrarias, Ed.) Obtenido de LA PRODUCCIÓN DE PERÚ EN EL MUNDO.
- Morales Garzón, F. J. (2007). Sociedades precolombinas asociadas a la domesticación y cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en Sudamérica. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14(1), 1–9.
- Núñez Izarra, F. (2014). Evaluación de tres sistemas de producción de semilla prebásica en cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) Inia-Huancayo. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/199>
- Oliveira Arévalo, M. A. (2003). Efecto del cazomet con solarización, como alternativa al bromuro de metilo en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) Juan Guerra-San Martín. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/774>
- Otazú, V. (2010). Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Reina de la Selva. (05 de 02 de 2017). GOREA impulsa producción de papa por Aeroponía. Obtenido de GOREA impulsa producción de papa por Aeroponía: <https://www.reinadelaselva.pe/noticias/134/gorea-impulsa-produccion-de-papa-por-aeropona>
- Ritter, E., Angulo, B., Riga, P., Herran, C., Relloso, J., & San Jose, M. (2001). Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. *Potato Research*, 44(2), 127-135.
- Rojas, I. C. (2018). Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de papa. (M. d. MINAGRI, Ed.)

- Rosero, L. G., Sotomayor, C. C., Guevara, J. V., & Aucatoma, S. G. (2017). Evaluación técnica y económica para dos métodos de producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo invernadero. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(3), 36–45.
- Saquina Chango, S. J. (2012). Producción de tubérculo semilla de papa (*solanum tuberosum*), categoría prebásica utilizando biol en un sistema aeropónico en el cantón mejía, provincia de
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1990>
- Silva, J. B., Fontes, P. C. R., Cecon, P. R., Ferreira, J. F., McGiffen, M. E., & Montgomery, J. F. (2020). Yield of Potato Minitubers under Aeroponics, Optimized for Nozzle Type and Spray Direction. *Hort Science*, 55(1), 14-22.
- Tiwari, J. K., Sapna, D. E. V. I., Buckseth, T., Nilofer, A. L. I., Singh, R. K., Zinta, R., & Chakrabarti, S. K. (2020). Precision phenotyping of contrasting potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties in a novel aeroponics system for improving nitrogen use efficiency: In search of key traits and genes. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(1), 51-61.

VIII. ANEXOS

A. Anexo fotográfico



Imagen 1. Desinfección del sustrato para la aclimatación de los plantines.



Imagen 2. Plantines traídos en magenta del INIA Cajamarca.



Imagen 3. Aclimatación de plantines de papa en sustrato de arena.



Imagen 4. Etapa de trasplante de planta de papa a un sistema aeropónico



Imagen 5. Etapa de trasplante de planta de papa a un sistema convencional

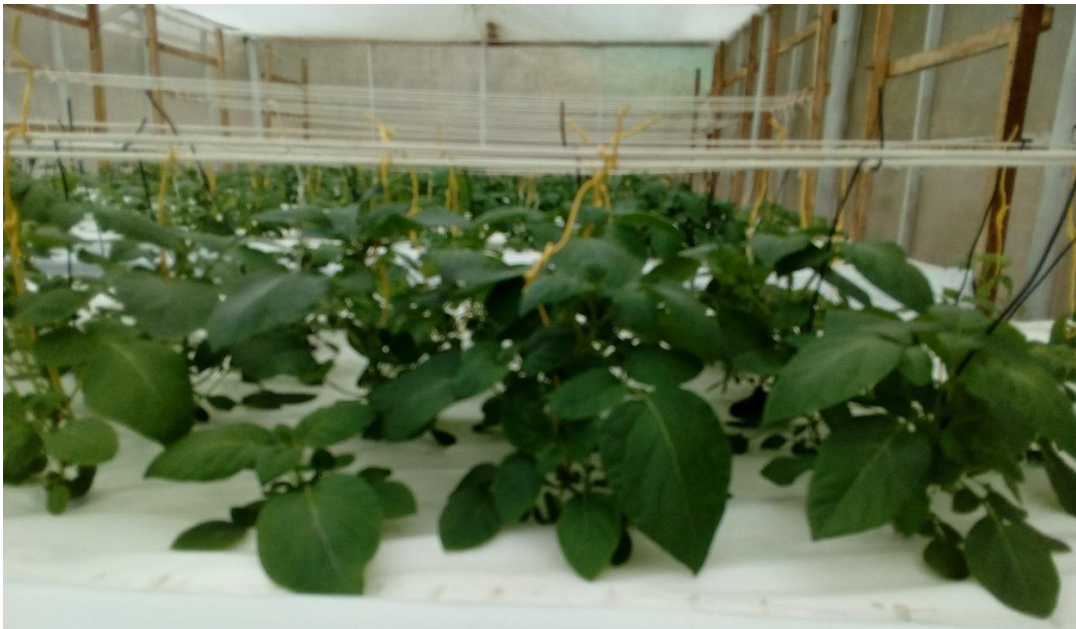


Imagen 6. Tutorado de plantas de papa en sistema aeropónico



imagen 7. Desarrollo de la planta en un sistema aeropónico.



Imagen 8. Crecimiento de raíces en un sistema aeropónico



Imagen 9. Inicio de tuberización de papa en sistema aeropónico



imagen 10. Desarrollo de la planta en un sistema convencional




Imagen 5. Cosecha de semilla pre básica de papa del sistema convencional




Imagen 6. Cosecha de semilla pre básica de papa del sistema aeropónico

B. Anexo 2. Ficha Técnica de semilla de papa INIA – 323 Huayro Amazonense



PAPA INIA 323 - HUAYRO AMAZONENSE

Variedad de papa con mediana resistencia a rancha,
alta calidad culinaria y oportunidad de mercado



ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA

PAPA INIA 323 - HUAYRO AMAZONENSE

PRESENTACIÓN

En la región Amazonas se cultivan aproximadamente 4.464,5 ha de papa (OEE 2014), cultivándose hasta 8 variedades entre mejoradas y nativas, de las cuales las mejoradas son: Yungay, Cancón y Amarillo, los rendimientos promedio de la variedad Cancón es de 13,3 t/ha y 14,9 t/ha, de Yungay. De las nativas: Huamantanga, Chauchas y Suela colorada alcanzan rendimientos promedio de 14,0 t/ha. Además se cultiva un genotipo denominado Huayro, con un rendimiento que está en equilibrio con las variedades mejoradas, llegando a 14,6 t/ha. Este genotipo ocupa el 51% de la superficie total constituyéndose en el cultivar de mayor aceptación por su calidad principalmente y se encuentra posicionado en el mercado interno dentro de la región Amazonas y en el ámbito externo en la región de San Martín.

Según información de los productores de las zonas paperas de la región Amazonas, este genotipo (Huayro), viene cultivándose por más de 30 años. De otro lado las escasas variedades que tienen buena calidad culinaria son susceptibles a la "rancha" y de baja capacidad de rendimiento. La presencia del genotipo Huayro Amazonense por su calidad nutricional permitirá mejorar en mayor grado la dieta de la población, regular el abastecimiento del mercado y estabilizar de alguna manera, los precios en beneficio de los productores y consumidores.

Actualmente los productores y asociaciones vienen sembrando este genotipo con material libre de virus, adquirido de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca - Cajamarca del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, lo cual hace que el refrescamiento de esta variedad en su aspecto sanitario le brinde mejores rendimientos a los productores; sin embargo no es posible la producción de semilla debidamente registrada por el ente certificador por no estar inscrito en el registro de cultivares, lo que amerita hacerlo mediante su correspondiente expediente técnico y registrarlo oficialmente, considerando los requisitos establecidos para tal fin.

Frente a la situación descrita, la Estación Experimental Agraria Baños del Inca - Cajamarca, a través del Programa Nacional de Innovación Agraria en Raíces y Tuberosas, ha efectuado un intenso trabajo de recopilación información e instalación de parcelas en dos localidades para realizar la

caracterización del genotipo Huayro Amazonense, con el objetivo de lograr su inscripción en el Registro de Cultivares.

Como resultado de este trabajo, se ha logrado caracterizar al genotipo de papa con alto potencial de rendimiento, mediana resistencia a la "rancha" y buena calidad culinaria, denominada **INIA 323 - Huayro Amazonense**.

ORIGEN

La papa **INIA 323 - Huayro Amazonense** es el resultado de la multiplicación de material Genético que llegó a la región Amazonas, por los años 80 de un Programa de Mejoramiento que habría realizado trabajos de selección de clones y que en aquel momento no fue seleccionado por los investigadores de ese entonces por diferentes razones, pero los agricultores campaña por campaña fueron multiplicándolo por sus atributos de calidad, productividad y por ser requerido comercialmente a precios sobre el valor de los demás cultivares.

ADAPTACIÓN AGROECOLÓGICA

Prospera bien en la sierra norte, básicamente en la región Amazonas, desde 1800 hasta 3600 msnm.

DESCRIPCIÓN DEL CULTIVAR

Características morfológicas

Planta	
Estructura de follaje	: Ramificado
Hábito de crecimiento	: Semierecto
Altura	: Media
Vigor	: Bueno
Flores	
Grado floración	: Moderada
Forma de corola	: Rotada
Color predominante	: Morado intermedio
Color secundario	: Blanco
Distribución color secundario:	Acumen - Envés
Fruto	
Color de baya	: Verde, con áreas pigmentadas
Forma de baya	: Globosa, con mucrón terminal
Hoja	
Forma	: Alargada
Tipo de lóculo	: Disectada
Número de folíolos laterales	: 4 pares
Color	: Verde

Tallos	
Número de tallos	: De 4 a 6
Color	: Verde con muchas manchas
Forma de alas	: Recta
Tubérculos	
Forma	: Alargado
Color de piel predominante	: Rojo - morado
Color de piel secundario	: Ausente
Color de pulpa predominante	: Blanco
Color secundario	: Rojo (anillo vascular y médula)
Profundidad de ojos	: Superficiales
Tamaño	: Medianos a grandes
Número de tubérculos/planta	: 36-54
Color de brotes	: Rojo
Tubercización	: Semi compacta
Materia seca	: 23-25%
Peso específico	: 1,19
Calidad culinaria en fresco	: Buena para sancochado
Calidad de frituras en tizas	: Buena
Período de dormancia	: 90 días
Valores nutricionales	
Fe: 16,5 mg/kg	Znc: 6,6 Mg/kg
Caracterización agronómica	
Período vegetativo	: De 140 a 160 días
Rendimiento	
En condiciones experimentales	: 20 a 30 t/ha
En campo de agricultores	: 14 a 16 t/ha
Comportamiento frente a factores bióticos y abióticos	
• Rancho (<i>Phytophthora infestans</i>):	Mediana resistencia.
• Resistente a <i>Rhizoctonia</i> .	
• Tolerante a bajas temperaturas (heladas).	
• Susceptible al exceso de humedad.	



MANEJO DEL CULTIVO

Requerimientos climáticos y edáficos

Requiere de climas fríos y templados, precipitaciones superiores a 550 mm; suelos profundos y semi profundos, con buen drenaje, buena fertilidad, de preferencia de textura franca y con pH de 4,8 a 6,7, no prospera bien en suelos arcillosos.

Siembra y abonamiento

Siembra

- Época: Todo el año, cuando las precipitaciones son constantes o cuando se dispone de riego (por gravedad, aspersión).
- Sistema de producción: Riego por gravedad o bajo condiciones de lluvia.
- Distancia entre surcos: 1,00 m.
- Distancia entre plantas: 0,30 m - 0,35 m.

Dosis y fuentes de fertilización

Se recomienda utilizar Molimax papa 15-25-15-2-3 a la dosis de 20 sacos y Abonfol 20-20-20, utilizando, las fuentes de fertilización recomendable para suelos de tendencia ácidos fuentes alcalinas y para suelos con tendencia básica fuentes ácidas.

Labores culturales

- El control de malezas, realizarlo en forma manual a los 35 días después de la siembra. También puede realizarse el control aplicando herbicidas específicos a los 15 días después de la siembra, o sea en forma preemergente.
- Es recomendable hacer dos aporques: el primero, cuando las plantas tengan una altura de 25cm; y el segundo, a los 45 cm. Realizar aporques altos a fin de evitar el ataque de polliza de la papa.

Control de las principales plagas y enfermedades

- Gorgojo de los Andes (*Prenotrypes* spp.), pulgilla saltarina (*Epitrix* sp) y polliza de la papa (*Symmetrischema tangalis* y *Phthorimaea operculella*)

Se debe aplicar básicamente los componentes del manejo integrado; sin embargo, en situaciones de alta presencia de plagas utilizar de manera racional y oportuna insecticidas selectivos y de baja toxicidad.

- **Rhizoctonias (*Rhizoctonia solani*)**
Utilizar semilla sana y a la vez desinfectada con un fungicida adecuado, realizar rotación de suelos con cereales y evitar el exceso de humedad en el campo.
- **Rancho (*Phytophthora infestans*)**
Cuando las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo del patógeno, realizar aplicaciones de fungicidas de contacto en forma preventiva; pero cuando se presenta la enfermedad realizar aplicaciones de fungicidas de acción sistémica.

Cosecha

La época adecuada de cosecha se realiza a la maduración fisiológica del cultivo. El método de cosecha depende de la topografía del suelo, pudiendo ser manual, a tracción mecánica o animal. Es recomendable realizar una buena selección y clasificación del producto para su comercialización inmediata.



RECONOCIMIENTO

Reconocimiento y agradecimiento especial, por el aporte y cooperación para la formulación del Expediente Técnico de la variedad de **Papa INIA 323 - HUAYRO AMAZONENSE**, a los profesionales, autoridades y agricultores de Luyo, Universidad Nacional de Cajamarca - UNC; Consejo Distrital de Tingo y profesionales amazoneses, quienes participaron en la caracterización y evaluación de este cultivar.

Dirección de Investigación Agraria
Subdirección de Investigación de Cultivos
Programa Nacional de Innovación Agraria en Raíces y Tuberosas
Estación Experimental Agraria Baños del Inca - Cajamarca
J. Wiscacha S/N Distrito de Baños del Inca - Cajamarca
Teléfono: 076 - 348298 / Teléfono 076 - 348667
E mail: binca@inia.gob.pe / Web: www.inia.gob.pe

C. Anexos 3. Tablas de costos para producción de semilla pre básica para sistema convencional y aeropónico

LISTA DE MATERIALES PARA 01 INVERNADERO					
AEROPONICO					
1.- MADERA TORNILLO SELECTO 04 CARAS CEPILLADO					
	costos variables			En soles	
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	Costo Unit.	Costo Soles
1	Cuartones 3x3x8	unidad	4	31.90	127.60
2	Tabla de 1x5x10	unidad	2	15.83	31.66
3	Cuartón de 2x3x10	unidad	38	19.00	722.00
4	Cuartón de 2x2x10	unidad	20	12.66	253.20
5	Cuartón 3x3x10	unidad	3	30.00	90.00
6	Tapajuntas de 1 1/4x1/2x10	unidad	210	3.90	819.00
7	Cuartón de 2x2x12	unidad	8	16.00	128.00
8	Cuartón de 2x2x10	unidad	24	12.66	303.84
					2171.46
2.- TECHO					
				En dolares	
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	Costo Unit.	Costo Soles
9	Calamina transparente de 0.84 m x 1.80	m	96	28	2688
10	Malla Sombreadora x 8 m. de ancho	m	42	10.9	457.8
11	Malla Antiafida 4 m. de ancho	m	120	26.9	3228
12	Clavo de aluminio 3/4"	caja	2	3.29	6.58
13	Grapas de 5/16 de 8mm arrow	caja	16	3.15	50.4
14	Clavos	kilo	2	7	14.00
15	Clavos para calamina	kilo	2	15.8	31.60

					6462.38
3.- MATERIALES DE CONSTRUCCION - HABILITACION DE INVERNADERO PARA AEROPONIA					
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	Costo Unit.	Costo Soles
16	Cemento Portland	bolsa	100	22.20	2220.00
17	Pintura Blanco Roky	galón	11	20.00	220.00
18	Lavatorio de Mano completo con accesorios	unidad	1	59.90	59.90
19	Par grapas para lavatorio (sapos) para empotrado	unidad	1	4.00	4.00
20	Manguera (tubo) de abasto de 1/2	unidad	1	5.00	5.00
21	Cola Sintetica	kilo	2	6.80	13.60
22	Pegamento PVC de 1/8 (Pegamento 1/32 OCI)	unidad	1	12.50	12.50
23	Clavo de 3"	Kilo	7	11.60	81.20
24	Clavo de 4"	Kilo	1	7.00	7.00
25	Clavo de 2"	Kilo	2	7.80	15.60
26	Clavo de 2 1/2"	Kilo	2	7.00	14.00
27	Clavo de 1" (con cabeza)	Kilo	2	8.80	17.60
28	Tubo de PVC 1/2" con rosca	unidad	2	13.00	26.00
29	Tubo de PVC 1/2" a presión	unidad	1	9.70	9.70
30	npyo	unidad	2	15.50	31.00
31	Llave de paso de 1/2"	unidad	5	15.90	79.50
32	Tees de 1/2 PVC	unidad	2	2.50	5.00
33	Unión simple 1/2" PVC	unidad	4	1.20	4.80
34	Codo de 1/2" simple PVC (presión)	unidad	3	1.20	3.60
35	Codo Mixto 1/2"	unidad	2	1.20	2.40
36	Adaptadores mixtos 1/2"	unidad	2	1.20	2.40
37	Llave de caño adaptador a manguera (caño jardinero)	unidad	2	20.00	40.00

38	Codo de 2" PVC (2x90 desagüe)	unidad	3	1.40	4.20
39	Tubo PVC 2" (desagüe)	unidad	3	14.90	44.70
40	Puertas prefabricadas de 2x1m	unidad	3	81.90	245.70
41	Alambre de Amarre N° 16	Kilo	3	6.10	18.30
42	Arena Gruesa	M3	3	70.00	230.00
43	Arena fina	M3	1	115.00	115.00
44	Cinta teflón	rollo	5	1.00	5.00
45	Hoja de sierra		2	4.5	9.00
46	Pintura Blanco Roky	galón	1	20	20.00
47	Bisagras	ea	8	9.9	79.20
48	Lijas	ea	5	2.3	11.50
49	Candados	ea	3	11.9	35.70
50	Ladrillos	ea	500	0.90	450
51	Cerrojo marca Sansón	ea	2	14.90	29.8
52					
					4172.90
4.- MANO DE OBRA - AEROPONIA INVERNADERO					
53	Invernadero	contrato			5000.00
54	Módulo de aeroponia	contrato			3650.00
					8650.00
5.- MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA CAJONES - AEROPONIA					
N°	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unit.	Costo Soles
56	Cuartones 2x2x10 tornillo cepillado	unidad	147	16.9	2484.30
57	Clavos de 2'	kg	2	7.80	15.60
58	Clavos de 3'	kg	4	11.60	46.40
59	Clavos de 4'	kg	3	7.00	21.00
60	Ángulos de fierro 1 1/2'	ea	10	34.80	348.00

61	Ángulos de fierro 1'	ea	6	21.30	127.80
62	Cola sintética	kg	2	6.80	13.60
63	Silicona transparente	tubo	15	14.70	220.50
64	Cinta aislante negra 3M	rollos	15	8.00	120.00
65	Tornillos autorroscante de 1"	ciento	200	2.50	500.00
66	Pintura Autocorrosiva - Color Aluminio	gln	1	47.00	47.00
67	Thiner acrilico	gln	1	18.00	18.00
68	Cinta gutapercha	ea	14	5.50	77.00
69	Sapolio en pote por 180 g.	ea	2	1.80	3.60
70	Fosforo llama (10/PK) (MATCHES)	ea	1	2.50	2.50
71	Lija P/fierro # 40		8	2.60	20.80
72	Cinta teflon (Alemana; tapa roja)		6	1.00	6.00
73	Maskintape	ea	3	3.00	9.00
					4081.10
6.- ACCESORIOS AEROPONIA					
N°	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unit.	Costo Soles
74	Sumideros p/lavatorio (p/bajar a trampa)	ea	7	7.90	55.30
75	Llaves de paso 3/4'	ea	9	25.90	233.10
76	Llaves de paso 1'	ea	2	9.90	19.80
77	Llaves de válvula de 1/2' (válvulas esféricas 1/2)	ea	2	17.00	34.00
78	Llaves de paso de 1/2' (PVC)	ea	2	10.80	21.60
79	Adaptador mixto de 3/4' PVC pesado	ea	7	1.90	13.30
80	Tees de 3/4' c/rosca PVC pesado	ea	11	2.30	25.30
81	Reducciones de 1 a 3/4' (PVC)	ea	2	2.90	5.80
82	Codos de 3/4' (presión)	ea	6	1.20	7.20
83	Codos de 1/2 simple (PVC con rosca)	ea	4	1.50	6.00
84	Codos de 1/2 mixto	ea	2	1.20	2.40
85	Tubos de 2" desagüe (PAVCO)	ea	14	11.50	161.00

86	Codos de 2' desagüe (2x90)	ea	14	1.30	18.20
87	Tees de 2' desagüe (2x2)	ea	5	2.70	13.50
88	Tees de 1/2' desagüe (con rosca)	ea	2	1.50	3.00
89	Pegamento PVC (venduit- PAVCO)	ea	0.25	110.00	27.50
90	Cinta teflón	rollos	5	1.00	5.00
91	Tubo de 3/4' con rosca PVC pesado	ea	5	17.00	85.00
92	Tubo de 1' PVC pesado (con rosca)	ea	2	23.00	46.00
93	Tubos de 1/2' PVC pesado (con rosca)	ea	3	13.00	39.00
94	Codos de 1' PVC pesado (con rosca)	ea	2	2.70	5.40
95	Llave (unión) universal de 3/4' PVC pesado	ea	2	6.50	13.00
96	Llave (unión) universal de 1' PVC pesado	ea	2	8.90	17.80
97	Codos de 3/4' c/rosca PVC pesado	ea	2	1.90	3.80
98	Reducciones de 3/4 a 1/2' c/rosca PVC pesado	ea	2	2.30	4.60
99	Adaptador de 1' c/rosca PVC pesado	ea	2	2.70	5.40
					872.00
7.- MATERIALES, ACCESORIOS Y EQUIPOS - AEROPONIA					
N°	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unit.	Costo Soles
100	Nebulizadores según muestra (Preguntar a C.Chuquillanqui)	ea	42	11.00	462.00
101	Tecnopor y/o Poliexpan 2.40 x 1.22 m, 2' y Densidad 20	ea	14	36.8	515.2
102	Tecnopor y/o Poliexpan 2.40 x 1.22 m, 1 1/2' y Densidad 20	ea	30	32.5	975
103	Manguera para sistema de riego de 16 mm. Rollo x 50 m	ea	50	2.4	120.00
104	Rollo de plástico negro de 6 mm de grosor. Rollo x 50 m	ea	0.5		325.00

105	Plástico Blanco 3 mm. Rollo x 50 metros	ea	0.5		250.00
107	Conectores de tubo de media a manguera de riego de 16 mm	ea	8	1.40	11.20
108	Llaves de paso para manguera de riego de 16 mm	ea	8	4	32.00
109	Terminales para línea de riego de 16 mm	ea	8	5.3	42.4
110	Hidroneumático	ea	1	299.9	299.9
111	Nanómetro 0-80PSI	ea	1	29.9	24.9
112	b) Válvula check de pie	ea	1	24.9	24.9
113	Válvula de pie de 1" de bronce CIM	ea	1	24.9	24.9
114	Filtro de Agua (Filtro de anillo de 1")	ea	1	23	23
115	Tanque de agua 1100 lt. Rotoplast	ea	1		400.00
116	Llave Térmica 2x40 A	ea	1		49.00
117	Programador de tiempo	ea	1		186.00
118	Llaves de paso en PVC de 1"	ea	3	5.5	16.5
119	Llave jardinera de 1/2" CIM	ea	1		29.9
120	Unión universal de PVC de 1"	ea	3	10.9	32.7
121	Reducción de 1 a 1/2" BUSHING	ea	1		2.5
122	Niple 3/4 x 1/4	ea	1		15.00
123	PILAS SONY 1.5 V (LR-44)	ea	6	2.8	16.80
124	Balanza gramera	ea	1	28.9	28.90
125	Válvula de bola de 1/2" (jardin)(pesado)	ea	1	6.5	6.50
126	Unión pvc de 1/2 c/rosca	ea	1	1.2	1.20
127					3915.40
128					
129					
130	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unit.	Costo Soles
131	Plumón indeleble pta.medium azul (sharpie)			4.2	4.20

132	plumón indeleble pta.medium negro (sharpie)				4.20
133	Plumón indeleble pta.medium rojo (sharpie)				4.20
	Cuaderno espiral cuadriculado t/carta 100 hjs				3.50
	lapicero negro pilot bp-s-f				2.50
N°	Pfe powder-free latex exam gloves medium (100	caja	100		63.00
134	Termómetro glass -20 to 110 g.c.		1		55.30
135	Beaker plastic x 250 ml		1		17.24
136	Papel toalla p/ laboratorio- investigación (1		4	3	12.00
141	Pabilo # 20 (bobina x 500 grs) (código 30944		1	5	5.00
142	Guardapolvo beige legant m/corta large		4	50	200.00
143	Balde plástico, caja : 2008 - 160, 17		1	25	25.00
.	Escoba plástica, caja : 2008 - 160, 17				14.90
145	Manguera 3/4 de diámetro para agua, caja : 2		20	2.1	42.00
146	Recogedor de basura, caja : 2008 - 160, 17		1		9.90
147	Tachos p/baños de 10 litros con tapa vaiven c		1		17.50
148	Jabón bolivar blanco p/ropa 560 gr		1		2.50
149					482.94
150					
151	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unit.	Costo Soles
152	Movilidad (compras y otros)				124.28
153					22282.46
154					

155	Fertilizantes y ácidos	Unidad	Cant.	Costo Unit.	Costo Soles
156	Nitrato de K	kg	50	105	105.00
157	Nitrato de NH ₄	kg	50	105	105.00
158	Superfosfato triple de Ca	kg	50	105	105.00
159	Sulfato de Mg	kg	50	105	105
160	Fertilon combi		1	28	28
161	Cal		10	2.2	22.00
162					470.00
	TOTAL (soles)				31402.46
	COSTOS FIJOS				
	Agua	meses	8	8	64
	Luz	meses	8	20	160
	Personal	meses	8	930	7440
	TOTAL (soles)				7664

LISTA DE MATERIALES PARA UN INVERNADERO CONVENCIONAL				
1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO por unidad	COSTO
Calamina	unidad	66	28	1848.00
Clavo para techo	Kg	6	15.8	94.80
Clavo 5 pul	Kg	5	9.8	49.00
Clavo 3 pul	Kg	3	7	21.00
Clavo 2 1/2	Kg	2	4.2	8.40
Madera 5*3	unidad	20	6.3	126.00
Madera para techo	unidad	50	31.9	1595.00
Tablas	unidad	58	12	696.00
Puerta	UNIDAD	1	81.9	81.90
Candado	UNIDAD	1	8	8.00
Malla antiafida	metros	100	26.9	2690.00
Rafia	UNIDAD	12	1	12.00
MANGUERA	metros	22	3.5	77.00

Bisagra		3	10.2	30.60
Cerrojo		1	8.9	8.90
Cintas de triplex	UNIDAD	50	3.9	195.00
Mochila fumigadora				236.50
Balde 20 l				18.50
Jarra 1 L				18.80
			TOTAL	7815.40
2. INSUMOS				3073.45
Biol	litros	315	2.83	891.45
Tierra virgen	kg 36 sacos de 30 kg	1080	2	2160.00
Cal	kg	10	2.2	22.00
3. MANO DE OBRA				2000.00
Invernadero			245	2000.00
4. COSTOS FIJOS				2910.00
Agua		6	10	60.00
Personal		6	475	2850.00
TOTAL				15798.85