

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

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

**PRODUCTIVIDAD DE LA SEMILLA PREBÁSICA DE  
*Solanum tuberosum* VAR. HUAYRO ASOCIADA A DOS  
MOMENTOS DE CORTE APICAL EN UN SISTEMA  
AEROPÓNICO EN LUYA VIEJO – AMAZONAS**

**Autor(a): Bach. Mirta Vargas Torrejón**

**Asesora: Ph. D. Ligia Magali García Rosero**

**REGISTRO: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2022**

**DATOS DE LA ASESORA DE LA TESIS**

**Ph. D. Ligia Magali García Rosero**

C.E. N°: 001691739

Registro ORCID N° 0000-0001-7508-7516

<https://orcid.org/0000-0001-7508-7516>

**Campo de la Investigación y Desarrollo, según la organización para la  
Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE):**

4.00.00 -- Ciencias agrícolas

4.01.00 -- Agricultura, Silvicultura, Pesquería

4.01.01 -- Agricultura

## DEDICATORIA

*“La motivación es la fuerza impulsora detrás del éxito; el éxito es la plenitud de la vida; la vida no sería vida sin familia”*

**A mis padres (Hildebrando y María Santos)**, por toda esta vida de sacrificios para poder darme la mejor herencia que me pueden dejar, el estudio y mostrarme el camino a la superación.

**Mis hermanos (Eduardo y Queli)**, por brindarme su tiempo y apoyo incondicional

**Mis sobrinos**, que con su alegría me motivaron a seguir adelante.

**Mis amigos**, por permitirme aprender de la vida a su lado.

## **AGRADECIMIENTO**

- ✓ A Dios que siempre iluminó mi camino y me ha permitido cumplir con esta meta.
- ✓ Mis padres, hermanos y familiares, por su apoyo incondicional cada día.
- ✓ A la *Ph. D.* Ligia Magali García Rosero, por el gran apoyo durante el desarrollo del presente trabajo.
- ✓ A la asociación “Los ambientalistas de Aleluya, Luya Viejo - Amazonas”, por haber otorgado las facilidades para el desarrollo del presente trabajo.
- ✓ A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por haberme acogido en sus aulas durante mi formación profesional, en especial a todas las personas que laboran en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (FICA).

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

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

**Rector**

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

**Vicerrector Académico**

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

**Vicerrector de Investigación**

Ing. Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DE LA ASESORA DE LA TESIS



### ANEXO 3-K


#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Productividad de la semilla pre-básica de Solanum tuberosum var. Huayco asociada a dos momentos de corte apical en un sistema aeropónico en Luya Viejo - Amazonas del egresado Marta Vargas Tamejón 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, 05 de Marzo del 2022

  
Firma y nombre completo del Asesor  
Ligia Rogali Carcio Rosero

## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



---

Dr. Jorge Alberto Condori Apfata

**Presidente**



---

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

**Secretario**



---

Ing. Mg. Sc. Elí Pariente Mondragón

**Vocal**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-0

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

*Productividad de la semilla patética de Solanum tuberosum var. Huayro asociada a dos momentos de corte apical en un sistema aeropónico en Zuya Ugo - Amazonas*

presentada por el estudiante ( ) egresado (x) *Hirto Vargas Torgión*

de la Escuela Profesional de *Ingeniería Agrónoma*

con correo electrónico Institucional *071016a122@untrm.edu.pe*

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

a) La citada Tesis tiene 24 % 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.

b) 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, 10 de Marzo del 2022

*[Signature]*  
SECRETARIO

*[Signature]*  
PRESIDENTE

*[Signature]*  
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....



# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



## ANEXO 3-Q

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 27 de MAYO del año 2022 siendo las 09:30 horas, el aspirante: MIRTA VARGAS TORREJÓN, defiende en sesión pública presencial () / a distancia ( ) la Tesis titulada: "PRODUCTIVIDAD DE LA SEMILLA PREBÁSICA DE *Salvinum tuberosum* VAR HUAYRO ASOCIADA A DOS MOMENTOS DE CORTE APICAL EN UN SISTEMA AEROPÓNICO EN LUYA VIEJO AMAZONAS" teniendo como asesor a LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO, para obtener el Título Profesional de INGENIERA AGRÓNOMA, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: JORGE ALBERTO CONDORI APEATA

Secretario: GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

Vocal: ELI PARIENTE MONDRAGÓN

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.

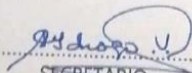
Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

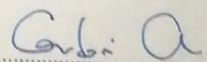
Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

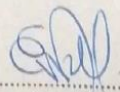
Aprobado () Desaprobado ( )

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 10:45 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

## ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

<b>DATOS DE LA ASESORA DE LA TESIS .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....</b>	<b>v</b>
<b>VISTO BUENO DE LA ASESORA DE LA TESIS .....</b>	<b>vi</b>
<b>JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>ix</b>
<b>INDICE DEL CONTENIDO GENERAL.....</b>	<b>x</b>
<b>INDICE DE TABLA.....</b>	<b>xii</b>
<b>INDICE DE FIGURA.....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESÚMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xv</b>
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
2.1. Características del campo de estudio.....	19
2.2. Distribución del experimento .....	19
2.3. Material genético .....	20
2.4. Procedimiento.....	20
2.5. Evaluación de variables .....	23
2.6. Análisis estadístico .....	24
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
3.1. Altura de planta .....	27
3.2. Días a la floración.....	28
3.3. Días a la primera tuberización .....	29
3.4. Días a la primera cosecha .....	30
3.5. Número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) .....	31
3.6. Número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g) .....	32
3.7. Peso de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g).....	33
3.8. Peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g).....	34
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>

<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>41</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>47</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Dosis de nutrientes para 800 L de agua luego del trasplante de plántulas a los cajones aeropónicos.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 2. Cuadro ANOVA.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 3. Análisis de varianza para la altura de planta (cm).....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 4. Análisis de varianza para días a la floración.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 5. Análisis de varianza para días a la primera tuberización .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 6. Análisis de varianza para días a la primera cosecha .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 7. Análisis de varianza para el número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g).....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 8. Análisis de varianza para el número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g).....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 9. Análisis de varianza para el peso de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g). .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 10. Análisis de varianza para el peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g) .....</b>	<b>34</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Ubicación del invernadero “Los ambientalistas de Aleluya.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 2. Diseño experimental de la investigación.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3. Procedimiento en la instalación del experimento .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 4. Prueba de Duncan (<math>p &lt; 0.05</math>) para la variación de altura de planta en los tratamientos.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 5. Prueba de Duncan (<math>p &lt; 0.01</math>) para la variación en días a la floración en los tratamientos.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 6. Prueba de Duncan (<math>p &lt; 0.01</math>) para la variación en días a la primera tuberización en los tratamientos.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 7. Prueba de Duncan (<math>p &lt; 0.05</math>) para la variación de número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) en los tratamientos .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 8. Prueba de Duncan (<math>p &lt; 0.05</math>) para la variación de número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g) en los tratamientos. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 9. Prueba de Duncan (<math>p &lt; 0.05</math>) para la variación de peso de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) en los tratamientos. ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 10. Prueba de Duncan (<math>p &lt; 0.05</math>) para la variación de peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g) en los tratamientos. ....</b>	<b>33</b>
<b><i>Figura 11. Prueba de Duncan (<math>p &lt; 0.05</math>) para la variación de peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g). en los tratamientos .....</i></b>	<b><i>34</i></b>

## RESUMEN

Para la investigación se evaluó altura de planta, número de días a la floración, número de días a la primera tuberización, número de días a la primera cosecha, número de tuberculillos < 5, número de tuberculillos > 5 g, peso de tuberculillos < 5 g, peso de tuberculillos > 5 g; y, según tratamientos T1 (sin corte apical), T2 (corte apical a los 30 días), T3 (corte apical a los 45 días) realizado a número de días después del trasplante (ddt). Resultó que, para el comportamiento agronómico, el T1 obtuvo mayor crecimiento en altura de planta con 151.3 cm, menor número de días a la primera floración con 48 ddt.; pero con mayor número de días a la primera tuberización y a la primera cosecha con valores de 44 y 69 ddt, en cuanto a la productividad, el T2 dio una menor cantidad de tuberculillos < 5 g (6 tuberculillos/planta), mayor cantidad de tuberculillos > 5 g (19 tuberculillos/planta), un peso promedio de 3.20 g/planta en tuberculillos < 5 g, y un peso promedio de 10.23 g/planta en tuberculillos > 5 g. No obstante, el T1 indicó una mayor cantidad de tuberculillos < 5 g (7.62 tuberculillos/planta), menor cantidad de tuberculillos > 5 g (17.38 tuberculillos/planta), un peso promedio de 3.20 g/planta en tuberculillos < 5 g, y un peso promedio de 11.14 g/planta en tuberculillos > 5 g.

**Palabras clave:** Prebásica, productividad, aeropónico, apical.

## ABSTRACT

For the investigation, plant height, number of days to flowering, number of days to the first tuberization, number of days to the first harvest, number of tuberlets <5 g, number of tuberlets >5 g, weight of tuberlets <5 g, tuber weight > 5 g; and, according to treatments T1 (without apical cut), T2 (apical cut at 30 days), T3 (apical cut at 45 days) performed at number of days after transplantation (ddt). It turned out that, for the agronomic behavior, the T1 obtained greater growth in plant height with 151.3 cm, less number of days to the first flowering with 48 ddt.; but with a greater number of days to the first tuberization and to the first harvest with values of 44 and 69 ddt., in terms of productivity, T2 gave a lower number of tubers <5 g (6 tubers/plant), a higher number of tubers >5 g (19 tubers/plant), an average weight of 3.20 g/plant in tubers < 5 g, and an average weight of 10.23 g/plant in tubers > 5 g. However, T1 showed a greater amount of tubers <5 g (7.62 tubers/plant), a lower amount of tubers >5 g (17.38 tubers/plant), an average weight of 3.20 g/plant in tubers <5 g, and an average weight of 11.14 g/plant in tubers > 5 g.

**Keywords:** Prebasic, productivity, aeroponic, apical.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) se originó en las regiones andinas de Ecuador, Perú y Bolivia y se considera un importante centro de domesticación de varias variedades de papa (Tapia & Fries, 2007). Hasta la fecha, se han cultivado en todo el mundo más de 10 000 variedades de papas, muchas de las cuales aún se cultivan (Dolničar, 2021), y los tubérculos son el cuarto producto más consumido a nivel mundial (Borba, 2008).

Según datos de la FAO, Perú ocupó el puesto 14 en producción de papa en 2014 de 150 países que cultivan este cultivo, primero en América del Sur (MINAGRI, 2017). En tanto, es el principal productor de papa en América Latina desde 2019, manteniendo su posición 14 a nivel mundial, este año con una producción promedio de 5.3 millones de toneladas, este año (MIDAGRI, 2020).

El Perú no solo cuenta con una rica y diversa flora y fauna, sino que también cuenta con “variedades nativas de papa” que se utilizaban antes de la civilización Inca (Gil-Rivero et al., 2019), además, es el país con más variedades de papa del mundo ya que cuenta con unas 3.000 variedades de papa (Acosta Cuintaco, 2019). Si bien este cultivo es importante en el Perú, el rendimiento promedio es de 16,1 ton/ha (MIDAGRI, 2020).

Según diversos estudios, se estima que el 25% del área promedio de papa en el Perú está ocupada por diferentes variedades de papas nativas (Vigil Flores, 2017). Entre ellas, mencionamos que las variedades de papa desarrolladas por el MINAGRI-INIA son Poderosa, Pallayponcho, Kawsay, Serranita, Amarilis, Pallay Poncho, Roja Ayacuchana, Wankita, Shulay, Venturana, Altiplano, Antañita, Tocasina, Puca Lliclla, Chucmina, por sus propiedades son ideales para la producción de papas saludables, hojuelas, papas fritas para pollerías (INIA, 2020).

En Amazonas, durante el periodo de enero - mayo de 2018, se sembraron alrededor de 999.30 hectáreas de papa, lo que representó 15 137.50 toneladas para la región en general, con un rendimiento promedio de 15 148.10 kg/ha (IDEXCAM, 2018). La provincia de Luya es considerada la principal zona productora de papa en la región (Obando y Oliva, 2015).



El insumo más importante en el manejo del cultivo de papa es la semilla de calidad. (Rodríguez *et al.*, 1995). Sin embargo, cuando se reproduce vegetativamente puede actuar como vector de transmisión de plagas y enfermedades (Doods, 2011), lo que constituye un problema mundial para la producción de este cultivo (Tolessa, 2021). En consecuencia, en la mayoría de los países subdesarrollados, los agricultores carecen de un suministro adecuado de semilla certificadas (Onditi *et al.*, 2021), lo que las convierte en el componente más caro de la producción de papa en los países subdesarrollados (Fuglie *et al.* 2006).

La falta de semilla-tubérculos registrados es la problemática principal en el cultivo de papa, en particular en países en desarrollo, por ejemplo en Perú (Morales-Fernández *et al.*, 2011). La calidad de la semilla es esencial para producir una planta sana y que pueda adquirir del suelo los nutrientes y el agua necesarios para su mejor rendimiento (Choque *et al.*, 2021), por lo tanto, el uso de mini tubérculos, en los programas de producción de semillas en condiciones controladas, mejora y optimiza el control enfermedades y plagas (Morales-fernández *et al.*, 2011).

Desde hace unos años se ha ido evolucionando un sistema de producción aeropónico para superar los problemas anteriormente mencionados (Çalışkan *et al.*, 2021), que es una tecnología agrícola de cultivo sin suelo relativamente nueva que puede producir alimentos en ciudades, incluso donde el espacio es limitado o no cultivable, con alta eficiencia en el uso del agua (Q. Li *et al.*, 2018). En un sistema aeropónico, las raíces de las plantas se suspenden en el aire bajo circunstancias controladas para reemplazar el suelo con stents de espuma o plástico proporcionados artificialmente (Tunio *et al.*, 2020), aclarando, que la eficacia del cultivo de raíces mediante aeroponía depende de la variedad de cultivo y el método de cultivo (Eldridge *et al.*, 2020).

Durante la última década, los sistemas aeropónicos han sido ampliamente adoptados con el propósito de cultivar papas para producir semillas libres de enfermedades y un medio de cultivo libre de pesticidas (Idris & Sani, 2012), lo que permitió descubrir que el medio de crecimiento, el sistema aeropónico tiene un papel importante para la producción de tubérculos-semilla de papa de alta calidad (Bambang Dwi Kuncoro *et al.*, 2021)

El Centro Internacional de la Papa (CIP) informa que hoy en día se están utilizando diferentes sistemas para la producción de semilla prebásica de papa, siendo el sistema aeropónico el que mejores resultados obtuvo (Andrade-Piedra *et al.*, 2015) en su investigación desarrollada en el Centro Internacional de la papa (CIP Ecuador), mostró resultados excepcionales con una mayor tasas de propagación (Factor *et al.*, 2012) además, los costos operativos de los productores de papa pueden reducirse y aumentar su productividad (Idris & Sani, 2012).

En las plantas, la dominancia apical inhibe el crecimiento de brotes laterales (Kocjan Ačko *et al.*, 2019), sabiendo que el ápice de un brote en desarrollo regula una variedad de procesos de desarrollo en las plantas, incluido el crecimiento de los brotes axilares, la orientación lateral, el crecimiento de rizomas y estolones, la defoliación y otros (Tamas, 1995), ya que poseen hormonas como la auxina, citoquinina y estrigolactona que realizan un papel importante en la dominancia apical (M. J. Li *et al.*, 2018).

Los tubérculos-semilla son garantía de calidad, por lo que su obtención está relacionada con la adopción de nuevas técnicas de cultivo, que hagan más eficiente su producción (Gavilanes, 2005). Por esta razón, utilizamos un método de podas apicales (eliminando la dominancia apical) de cada planta, realizando cortes apicales en diferentes momentos (sin corte apical, corte apical a los 30 días y corte apical a los 45 días), ya que puede ser una mejor técnica para mejorar la producción de tuberculillos-semilla en un sistema de cultivo aeropónico disminuyendo el tamaño de la planta para facilitar el manejo del cultivo.

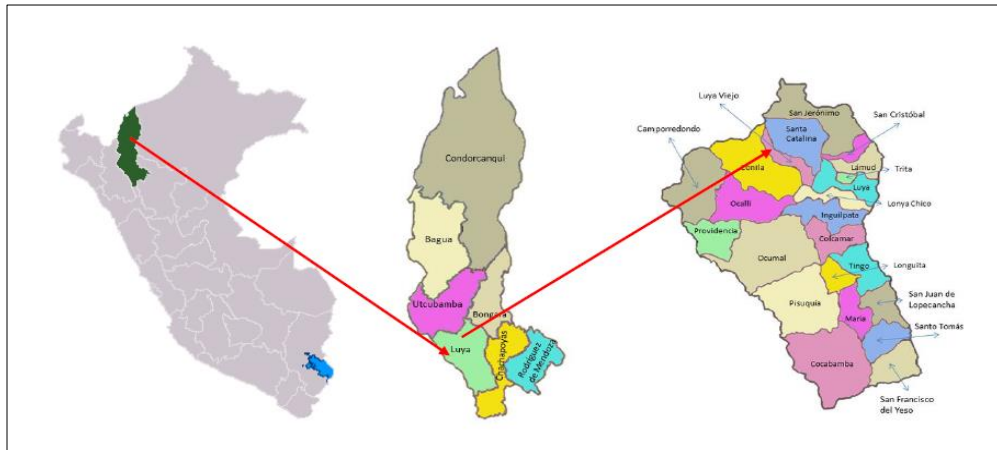
## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Características del campo de estudio

El estudio fue ejecutado en el invernadero de aeroponía de la asociación de productores “Los ambientalistas de Aleluya”, a una altitud de 3000 msnm en el Distrito de Luya Viejo, Provincia Luya (Figura 1), Region Amazonas, con temperaturas que oscilan entre 11 °C y los 17 °C, entre setiembre y marzo.

**Figura 1**

*Ubicación del invernadero “Los ambientalistas de Aleluya”.*



### 2.2. Distribución del experimento

La distribución de los tratamientos se realizó de acuerdo a un Diseño Completamente al Azar (DCA), este es un diseño en el que los tratamientos se asignan aleatoriamente a las unidades experimentales sin ningún tipo de restricción. Utilizamos este diseño cuando la unidad experimental sea muy uniforme, es decir, cuando la variabilidad entre ellas es baja y ningún criterio de intersección permite la reducción (Rosell, 2006). De igual manera se realizaron tres repeticiones y tres tratamientos, donde: **T1**=sin corte apical, **T2**=corte apical a los 30 días y **T3**=corte apical a los 45 días (Ver Figura 2). Cada tratamiento tiene 15 unidades experimentales.

**Figura 2**

*Croquis del diseño experimental de la investigación*

<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>
<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>

### **2.3. Material genético**

El material genético para el estudio se obtuvo de plántulas de papa, variedad Huayro Amazonense INIA 323, producida *in vitro* en el laboratorio de la Estación Experimental Agraria BAÑOS DEL INCA, del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Distrito Baños del Inca, Provincia y Región de Cajamarca. Las plántulas obtenidas exhibieron características de desarrollo y capacidad de adaptarse a condiciones climáticas favorables, creciendo en el mismo entorno y con las mismas condiciones ambientales para su productividad.

La papa INIA 323-Huayro Amazonense es el resultado de la multiplicación genético que llegó desde la región Amazonas por los años 80 de un programa de mejoramiento. Se adapta y prospera bien en la parte sierra norte, básicamente en la región Amazonas desde los 1 800 hasta los 3 600msnm.

### **2.4. Procedimiento**

#### **2.4.1. Acondicionamiento y selección de plántulas**

El acondicionamiento de las plántulas de papa, se realizó por un periodo de dos días en la instalación del invernadero para su aclimatación. Seguidamente, se procedió al trasplante de las plántulas de los magentas (recipiente de polipropileno utilizado para cultivo de tejidos en agricultura) hacia bandejas con un sustrato solo de (arena fina de río) previamente desinfectada, para mejorar el crecimiento de las raíces, esto fue por un periodo de 20 días.

Se seleccionaron las plántulas de papa con características de: vigor, tamaño, color de hojas y tamaño de raíces, para posterior trasplante a los cajones aeropónicos.

#### **2.4.2. Preparación del sustrato y cajones aeropónicos**

A fin de lograr el crecimiento de raíces, se ha empleado como sustrato arena, la cual fue previamente desinfectada, hervida en una cacerola con agua durante treinta minutos, para disminuir la temperatura se colocó en bandejas de plástico, se limpió los cajones aeropónicos y se desinfectó.

#### **Figura 3**

*Procedimiento en la instalación del experimento, A. Sembrado de plantulas en bandejas semilleras, B. Plántulas en crecimiento y C. Transpalnte a cajones arepónicos.*



#### **2.4.3. Trasplante**

Las plántulas, después de desarrollar raíces en las bandejas con arena, se retiran con precaución evitando sufrir lesiones, se lavaron y se secaron con papel toalla, para eliminar los restos de sustrato. Para trasplantar a los cajones, el cuello de la plántula se envolvió con una esponja, para ubicar en las aberturas de la tapa de los cajones, donde la luz no puede ingresar al interior, asegurándose que las raíces estén expuestas a la solución de nebulización en su totalidad.

#### **2.4.4. Solución nutritiva**

La solución nutritiva utilizada en aeroponía consta de macro y micronutrientes imprescindibles para el desarrollo de las plantas, y se nebulizó a través de micro aspersores hacia las raíces de las plantas, de acuerdo a la formulación en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Dosis de nutrientes para 800 L. de agua luego del trasplante de plántulas a los cajones aeropónicos.*

Nutrientes	Nitrato de Amonio (para el primer y segundo mes)	Nitrato de Amonio (pasado los dos meses)	Nitrato de potasio	Superfosfato triple de calcio	Sulfato de magnesio	Fetrilon combi
Para 800 l	280 g	140 g	432 g	224 g	192 g	9,6 g

Fuente: Otazú (2010).

Se ha tomado en cuenta la fórmula de la Tabla 1, dependiendo del volumen requerido, para los dos primeros meses después del trasplante las plántulas, en el tercer mes, el nitrato de amonio se disminuyó a un 50 % y los demás nutrientes se mantienen la cantidad a usar. La aplicación de los nutrientes fue controlado mediante un programador (timer de 6 tiempos), el tiempo de riego se realizó de acuerdo a la temperatura del día, siempre comprobando si todas las raíces están siendo humedecidas.

#### **2.4.5. Aporque – hundimiento**

Esta labor consiste en el proceso de bajar el tallo a nivel de la tapa del cajón, se ejecuta con el objetivo de estimular la mayor cantidad de estolones y así producir mayor número de tubérculos. Esto es semejante al aporque en el campo (Andrade-Piedra, 2015). Este proceso se realizó un mes después del trasplante a cajones, se amputó los primeros brotes de la base, de tres a cuatro brotes por planta, aislando la esponja y sumergiendo hacia debajo de la tapa del cajón aeropónico, luego con pequeña capa de plástico negro se coloca alrededor del cuello de cada planta, inhibiendo la entrada de luz dentro del cajón, siguiendo estrictas normas asépticas (lavado de las manos con jabón y alcohol, el uso de guantes y mandil).

#### **2.4.6. Podas**

Antes de realizar esta operación se lavaron y desinfectaron las manos con alcohol (70%), luego se cortó las hojas que no se desarrollaron convenientemente con ayuda de un bisturí.

Los cortes de yemas apicales se realizaron a los 30 días después del trasplante para el tratamiento 2 en el sistema aeropónico, el segundo corte a los 45 días para el tratamiento 3, con la ayuda de un bisturí previamente desinfectado. Además, se mantuvo un testigo sin cortes apicales para el tratamiento 1.

#### **2.4.7. Tutorado**

Después de dos semanas de haber realizado el aporque, se procedió al tutorado con cordeles blancos para evitar que los brotes laterales sufran algún tipo de lesiones o rupturas.

#### **2.4.8. Cosecha**

Se realizó de manera escalonada desde la primera cosecha registrando las variables dependientes de productividad.

### **2.5. Evaluación de variables**

#### **2.5.1. Comportamiento agronómico**

##### **2.5.1.1. Altura de planta**

La altura de la planta se evaluó con ayuda de una cinta métrica desde el cuello de la planta hasta la punta expresada en cm, se tomaron 45 plantas por cada tratamiento. En aeroponía, con respecto a altura de planta se observa hasta 80 días luego del trasplante ya que existe crecimiento de follaje y de raíces en forma paralela (Andrade *et al.*, 2015).

##### **2.5.1.2. Número de días a la floración**

Se ha registrado los días transcurridos desde el trasplante hasta haber alcanzado el 50% de plantas que hayan emitido inflorescencia. La floración es indicativa de que la planta de papa comienza a producir estolones o que empieza la tuberización. Cuando se trata de aeroponía

se puede observar que, para variedades prematuras esto ocurre a los 40 días después del trasplante; en variedades intermedias, entre los 40 y 50 días; y en variedades tardías, entre los 50 y 80 días (Andrade Piedra, Barona, Benítez, Chuquillanqui, García, Kromann, Mateus-Rodriguez, *et al.*, 2 015).

#### **2.5.1.3. Número de días a la primera tuberización**

Número de días que pasan desde el trasplante hasta la manifestación de los primeros tubérculos de por lo menos el 50% de las plantas (las unidades experimentales).

#### **2.5.1.4. Número de días a la primera cosecha**

Para esta variable se contabilizaron los días desde el trasplante hasta el día de la primera cosecha del 50% de unidades experimentales.

### **2.5.2. Productividad de la semilla prebásica**

#### **2.5.2.1. Número de tuberculillo mayores a 5 gramos (5 g)**

Se contabilizó la cantidad de tuberculillos promedio por planta después la última cosecha teniendo en cuenta el peso mayor a 5 gramos (5 g).

#### **2.5.2.2. Número de tuberculillo menores a 5 gramos (5 g)**

Se registró la cantidad de tuberculillos promedio por planta después de la última cosecha teniendo en cuenta el peso menor a 5 gramos (5 g).

#### **2.5.2.3. Peso de tuberculillo mayores a 5 gramos (5 g)**

Se registraron el peso promedio de tuberculillos por planta teniendo en cuenta que sean mayores a 5 gramos (5 g).

#### **2.5.2.4. Peso de tuberculillo menores a 5 gramos (5 g)**

Se registraron el peso promedio de tuberculillos por planta teniendo en cuenta que sean menores a 5 gramos (5 g).

### **2.6. Análisis estadístico**

El procesamiento de datos basado en un diseño unifactorial completamente al azar para un sistema de producción de semilla prebásica de papa, y la significancia



estadística de los efectos principales obtenidos por análisis de varianza (ANOVA) en el software SPSS Statistics *versión* 19. De igual manera, se empleó Duncan para observar diferencias significativas entre tratamientos.

### 2.6.1. Modelo estadístico para este proyecto de investigación

$$Y_{ij} = \mu_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Representa la observación correspondiente a la  $j$ -ésima unidad experimental del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\mu_i$  = Es la media del  $i$ -ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = Representa el nivel de error con distribución  $N(0, \sigma)$ , correspondiente al error experimental.

### 2.6.2. Supuestos Básicos del Modelo

El modelo estadístico debe respetar con los siguientes supuestos.

- **Linealidad:** la relación entre los efectos del modelo es lineal.
- **Aditividad:** Los efectos del modelo son aditivos.
- **Independencia:** Los resultados obtenidos en el experimento serán independientes entre sí.
- **Normalidad:** Los errores del modelo deben estar normalmente distribuidos con media de 0 y varianza  $\sigma^2$ .
- **Homogeneidad:** las diferentes poblaciones producidas al aplicar los diferentes tratamientos (cortes apicales) tienen varianzas iguales.

Nivel de significancia ( $\alpha$ ) : 5 %

Nivel de confianza ( $1 - \alpha$ ) : 95

### 2.6.3. Análisis de varianza

- La hipótesis que se probará es:
- **H<sub>0</sub>:**  $T_1 = T_2 = T_3$
- **H<sub>a</sub>:**  $T_1 \neq T_2 \neq T_3$

**Tabla 2***Cuadro ANOVA*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Fc</b>
Tratamientos	T - 1	Sc <sub>t</sub>	$\frac{Sc_t}{t - 1}$	$\frac{CM_t}{CM_E}$
Error	ab(n-1)	Sc <sub>E</sub>	Sc <sub>E</sub> /ab(n - 1)	
Total	abn-1	Sc <sub>T</sub>		

Estadístico de prueba Fc del ANOVA

➤ Sumatoria

$$Sc = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{Y^2_{\dots}}{abn}$$

$$Sc_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y^2_{\dots}}{abn}$$

$$Sc_E = Sc_T$$

Prueba estadística: Prueba de Duncan

Nivel de significancia a 5 %.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Altura de planta

Tabla 3

*Análisis de varianza para la altura de planta (cm).*

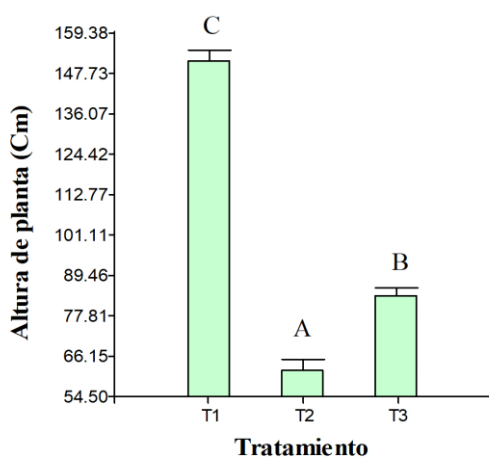
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	194415.35	2	97207.67	12338.95	<0.0001
Error	1039.91	132	7.88		
Total	195455.26	134			

**CV = 2.83 %**

En la Tabla 3 se observa los resultados del análisis de varianza para la variable altura de planta, mostrando que la diferencia es estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ). El coeficiente de variación es de 2.83 %, que se considera óptimo para este tipo de estudio.

Figura 4

rueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) para la variación de altura de planta en los tratamientos.



Se muestra resultados de las pruebas de comparación de medias por Duncan ( $p < 0.01$ ) para la variable altura de planta (Figura 4), indicando tres grupos estadísticos (A, B, C). El mayor valor fue de 151.3 cm en el T1 (sin corte apical), y con un menor valor de 62.16 cm en el T2 (corte apical a los 30 días).

### 3.2. Días a la floración

**Tabla 4**

*Análisis de varianza para días a la floración.*

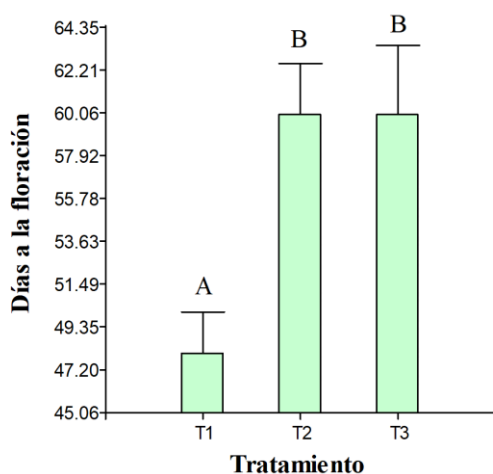
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	4320.00	2	2160.00	283.42	<0.0001
Error	1006.00	132	7,62		
Total	5326.00	134			

**CV= 4.93%**

Respecto a la variable días a la floración, la Tabla 4 muestra resultados del análisis de varianza indicando diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ). El coeficiente de variación es de 4.93 %, el cual es considerado óptimo para este tipo de investigaciones.

**Figura 5**

Prueba de Duncan ( $p < 0.01$ ) para la variación en días a la floración en los tratamientos.



Los resultados de las pruebas de comparación de medias por Duncan ( $p < 0.01$ ) para la variable días a la floración (Figura 5), presentan grupos estadísticos A y B. De los cuales, en el grupo A con menor días a la floración está el T1 (sin corte apical) con un valor de 48 días. Sin embargo, con mayores valores de hasta 60 días en T2 y T3 (corte apical a los 30 y 45 días respectivamente). Esto debido a que se elimina la parte apical de las plantas de donde se emite las primeras inflorescencias.

### 3.3. Días a la primera tuberización

**Tabla 5**

*Análisis de varianza para días a la primera tuberización.*

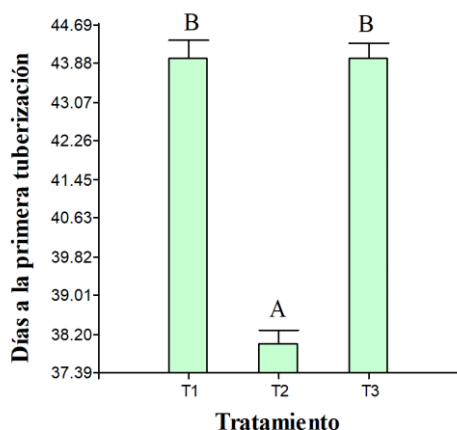
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	1080.00	2	540.00	122.47	<0.0001
Error	582.00	132	4.41		
Total	1662.00	134			

**CV= 5.00 %**

El análisis de varianza respecto a días a la primera tuberización (Tabla 5), muestra diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) en los tratamientos. Así mismo, con un coeficiente de variación de 5.00 %, el cual es considerado óptimo para este tipo de evaluaciones.

**Figura 6**

Prueba de Duncan ( $p < 0.01$ ) para la variación en días a la primera tuberización en los tratamientos.



Los resultados de las pruebas de comparación de medias por Duncan ( $p < 0.01$ ) para la variable días a la primera tuberización (Figura 6), presenta dos grupos estadísticos (A y B), evidenciando con menor número de días al T2 (corte apical a los 30 días) con un valor de 38 días. Seguidamente, con mayores valores de hasta 44 días en T1 y T3 (sin corte apical y corte apical a los 45 días, respectivamente).

La aceleración en la tuberización para el T2 se da debido a la inhibición del crecimiento apical acortando así los procesos de desarrollo de la planta.

### 3.4. Días a la primera cosecha

**Tabla 6**

*Análisis de varianza para días a la primera cosecha*

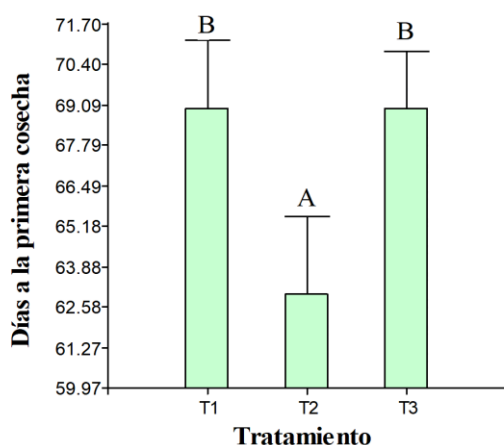
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	1080.00	2	540.00	113.14	<0.0001
Error	630.00	132	4.77		
Total	1710.00	134			

**CV=3.26%**

Para la variable días a la primera cosecha, el análisis de varianza (Tabla 6) muestra diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ), con un valor de 3.26 % de coeficiente de variación, el cual es considerado óptimo para este tipo de investigaciones.

**Figura 7**

Prueba de Duncan ( $p < 0.01$ ) para la variación en días a la primera cosecha en los tratamientos.



La figura 6 muestra los resultados de las pruebas de comparación de medias por Duncan ( $p < 0.01$ ) para días a la primera cosecha, evidenciando dos grupos estadísticos (A y B). En el grupo A, con menor número de días a la primera cosecha está el T2 (corte apical a los 30 días) con 63 días. Y un poco más prolongado de

hasta 69 días a la primera cosecha están el T1 y T3 (sin corte apical y corte apical a los 45 días, respectivamente).

### 3.5. Número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g)

**Tabla 7**

*Análisis de varianza para el número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g)*

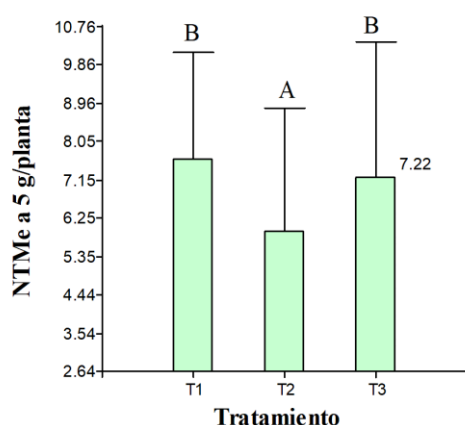
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	70.10	2	35.05	4.20	<0.0170
Error	1101.16	132	8.34		
Total	1171.26	134			

**CV = 41.70**

Para los promedios de número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g), el análisis de varianza nos muestra que existe diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 41.70 %, el cual es considerado óptimo para este tipo de investigaciones.

**Figura 8**

Prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) para la variación de número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) en los tratamientos.



La Figura 8 muestra los resultados de los tratamientos para la variable número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) mediante la comparación de medias por Duncan ( $p < 0.05$ ), presentando dos grupos estadísticos (A y B). Las plantas a las que se le realizó el corte apical a los 30 días (T2) muestra menor número de

tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) con un promedio de 6 tuberculillos por planta. En cambio, en T1 y T3 (sin corte apical y corte apical a los 45 días, respectivamente) indican promedios mayores de 7.6 y 7.2 tuberculillos por planta, respectivamente.

### 3.6. Número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g)

**Tabla 8**

*Análisis de varianza para el número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g)*

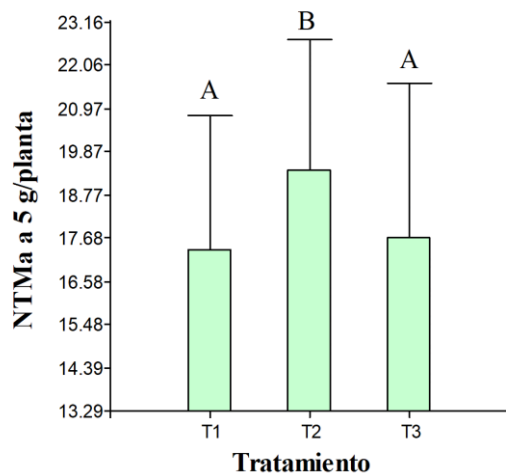
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	107.66	2	53.83	4.25	<0.0163
Error	1673.38	132	12.68		
Total	1781.04	134			

**CV=19.62%**

El efecto de los tratamientos en la variable número de tuberculillos mayores a 5 g muestra diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) mediante el análisis de varianza (Tabla 8). El coeficiente de variación es de 19.62 %, el cual es considerado óptimo para este tipo de investigaciones.

**Figura 9**

rueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) para la variación de número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g). en los tratamientos.





Las plantas de papa a las que se le realizó el corte apical a los 30 días (T2) muestra mayor número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g) con un promedio de 19 tuberculillos por planta. Los resultados más bajos para esta variable se dieron en T1 y T3 (sin corte apical y corte a pical a los 45 días, respectivamente) con promedios de 17.3 y 17.6 tuberculillos por planta, respectivamente.

### 3.7. Peso de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g)

**Tabla 9**

*Análisis de varianza para el peso de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g)*

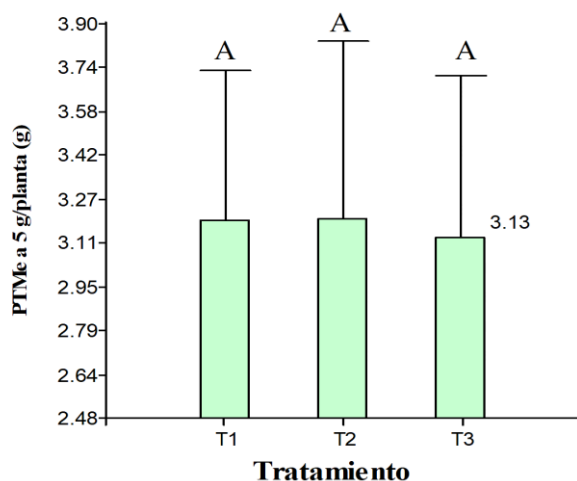
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	0.13	2	0.06	0.19	<0.8301
Error	45.65	132	0.35		
Total	45.78	134			

**CV=18.54%**

Los resultados del análisis de varianza para la variable peso de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) (Tabla 9), indica que no existe diferencias estadísticas, pese a la existencia de las diferencias numéricas. El coeficiente de variación es de 18.54 %, el cual es considerado óptimo para este tipo de investigaciones.

**Figura 10**

*Prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) para la variación de peso de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g). en los tratamientos.*



En la variable peso de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) (Figura 10), muestra resultados de 3.2 gramos (g) de peso promedios de tuberculillos por planta en los tratamientos 1 y 2 (sin corte apical y corte apical a los 30 días), y en el tratamiento 3 (corte apical a los 45 días) un peso promedio de tuberculillos de 3.1 gramos (g).

### 3.8. Peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g)

**Tabla 10**

*Análisis de varianza para peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g)*

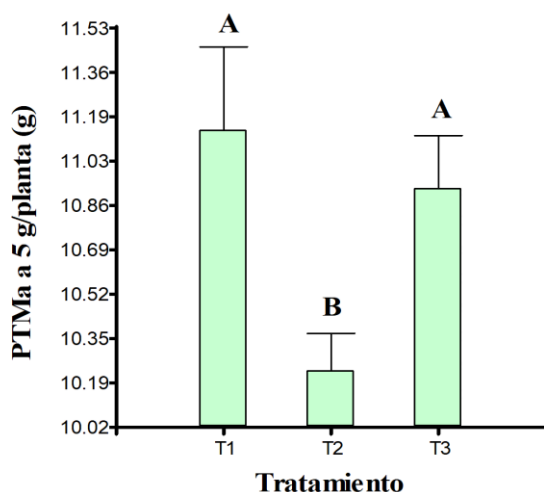
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	20.34	2	10.17	4.17	<0.0176
Error	322.06	132	2.44		
Total	342.40	134			

**CV= 14.51%**

En la Tabla 10, se muestran resultados del análisis de varianza para la variable peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g), indicando diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ). El coeficiente de variación es de 14.51 %, el cual es considerado óptimo para este tipo de investigaciones.

**Figura 11**

*Prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) para la variación de peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g). en los tratamientos.*



El efecto de los cortes apicales muestra resultados diferentes en número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g), mediante la comparación de medias por Duncan ( $p < 0.05$ ) indica dos grupos estadísticos (A y B). El mayor peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g) se encontró en T1 y T3 (sin corte apical y corte apical a 45 días, respectivamente) con valores promedios de 11.14 gramos (g) y 10.92 gramos (g) por planta, respectivamente. El menor peso promedio es de 10.23 gramos (g) de tuberculillos por planta.

#### IV. DISCUSIÓN

La dominancia apical se refiere a la inhibición del crecimiento de las yemas por parte del ápice del brote (Kebrom, 2017). Simultáneamente, el control de la dominancia apical involucra disminución de auxina, estrigolactonas, citoquininas y azúcares (Xi *et al.*, 2021). De ahí que, en nuestro estudio se observó diferencias significativas en las variables propuestas, el cual son contrastadas con información científica el cual presentamos a continuación.

El crecimiento de las micro plantas de papa es fundamental para lograr un crecimiento exitoso en el cultivo aeropónico (Bag *et al.*, 2015). Por ello, el rendimiento de la papa estará determinado en gran medida por el desarrollo que alcance la superficie foliar (Jerez & Martín, 2012). En la variable, altura de planta para nuestro estudio muestra diferencias ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos, mostrando una mayor altura el tratamiento sin corte apical (T1) promedio de 151.3 cm. Estos resultados son semejantes, comparados con los obtenidos por (Tessema *et al.*, 2017) quienes realizaron determinación de soluciones nutritivas para producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo sistema de producción aeropónica, obteniendo una altura de planta de 148.30 cm. Valores promedio de 62.16 cm y 83.8 cm de altura en T2 y T3, respectivamente, resultados que respaldan que el corte apical inhibe el crecimiento de la planta para nuestra investigación, dichos resultados se debieron a que el control apical comienza cuando crecen nuevas yemas laterales después de pasar por un período de latencia (Srivastava, 2002; Wilson, 2000). Es así que, la eliminación de la yema apical aumenta la superficie foliar total de la planta debido a la formación de nuevos brotes a partir de las yemas laterales (Levshin *et al.*, 2019).

Para optimizar una verdadera producción de semilla de papa, se requieren más conocimientos sobre la floración (Plantenga *et al.*, 2019). En plantas con fuerte dominancia apical, el crecimiento de yemas axilares latentes en ramas después de la pérdida de la punta o parte terminal del brote es un requisito absoluto para completar el ciclo de vida de la planta, porque se necesita un ápice para dar lugar a flores y semillas (Barbier *et al.*, 2017) En nuestro estudio, la variable días a la floración presenta diferencia significativas ( $p < 0.01$ ), mostrando una rápida

floración (48 días) en plantas sin corte apical (T1). Por el contrario, en los tratamientos que se le realizó cortes apicales a los 30 y 45 días después del trasplante (T2 y T3) se dio una floración más retardada debido a que no se eliminó la parte apical de la planta (60 días). Simultáneamente (Chincinska et al., 2008), menciona que los transportadores de sacarosa juegan un papel importante en la floración de la papa, ya que las papas silenciadas en el transportador de sacarosa StSUT4 florecieron temprano, citado por (Plantenga *et al.*, 2019). Los niveles de sacarosa en el meristemo apical aumentaron justo antes del inicio de la floración (Plantenga *et al.*, 2019). Indicando así, que hay similitud con nuestro estudio en cuanto a los cortes apicales que se le realizó en los tratamientos.

Se han desarrollado diferentes métodos para examinar la fisiología de la tuberización en papa, dentro de esos métodos se encuentra la aeroponía (Tunio, M. et al. 2020). Nuestro estudio dio lugar a nuevos métodos (Cortes apicales) para encontrar una rápida tuberización en un sistema aeropónico en papa, mostrando diferencias ( $p < 0.01$ ) para la variable días a la primera tuberización en los tratamientos evaluados, evidenciando efecto en los cortes apicales realizados a los 30 días (T2) con valores de 38 días después del trasplante. Por el contrario, los tratamientos 1 y 2 con valores de 43 días a la primera tuberización. Resultados similares indican que la primera tuberización se observó en aeroponía a los 26-30 y 43-53 días después del trasplante para cultivares según cvs Superior y Atlantic, respectivamente (Chang, D. *et al.*, 2012). Idealmente, la tuberización en microplantas de papa debe comenzar después de 30 a 45 días cuando las plantas han crecido sustancialmente para apoyar el rápido desarrollo de los tubérculos (Bag *et al.*, 2015).

La aeroponía ofrece oportunidades para superar la baja tasa de multiplicación en la papa, haciendo que las plantas sean fáciles de cosechar repetidamente de mini tubérculos con menos perturbación de la planta (Kakuhenzire et al., 2017). Los resultados de nuestro estudio para la variable días a la primera cosecha, muestra diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ), con dos grupos estadísticos (A y B). Así mismo, indicando que el tratamiento 2 tiene menor número de días a la primera cosecha (63 días, grupo A), y los tratamientos 1 y 3 dieron mayor número de días a la primera cosecha (69 días). De acuerdo a los presentes resultados, otros estudios

realizados en variedades de papa, han demostrado que la primera cosecha de los minitubérculos 'Cleopatra' comenzó 43 días después de la siembra en aeroponía, mientras que la cosecha de los minitubérculos 'Kennebec' y 'Agria' se produjo con 20 días de retraso (Bročić *et al.*, 2019). Similarmente, otro estudio menciona que el aumento de volumen de los tubérculos en la papa aeropónica comenzó aproximadamente a los 60 días después del trasplante y la cosecha comenzó entre 7 y 15 días después, dependiendo de la variedad (Kakuhenzire *et al.*, 2017). De la misma manera, otra investigación muestra que el inicio de su primera cosecha se realizó entre a los 60 y 70 días después de la siembra realizado en fenotipado de precisión de variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) contrastantes en un nuevo sistema aeropónico para mejorar la eficiencia del uso del nitrógeno (Tiwari *et al.*, 2020).

Para optimizar la producción de minitubérculos mediante aeroponía, se deben estudiar algunos factores de manejo hortícola (Farran & Mingo-Castel, 2006). Considerando el número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g), nuestro análisis de varianza muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), en dos grupos estadísticos (A y B). Presentando así, que en los tratamientos 1 y 3 (grupo B) dieron mayor número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) (7 aprox) y para el tratamiento 2 (grupo A) fructificó menor cantidad de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) (5 aprox.), este tratamiento, debido al corte apical realizado a los 30 días después de la siembra. Resultados similares obtuvo (García *et al.*, 2017) en su estudio evaluación técnica y económica para dos métodos de producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo invernadero, encontrando un promedio de 7.92 tubérculos  $< 5$  gramos (5 g) por planta.

En la variable número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g) representó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), indicando dos grupos estadísticos (A y B). Las plántulas, a las que se realizó el corte apical a los 30 días (T2), obtuvieron un mayor número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g) (grupo B), indicando una cantidad de hasta 19 tuberculillos por planta. En los tratamientos 1 y 3 mostraron una menor cantidad, de hasta 17 tuberculillos por planta (grupo estadístico A). De esta manera, nuestro estudio señala mejores resultados comparados con la

investigación realizada por (García *et al.*, 2017), quien obtuvo 324 tubérculos/m<sup>2</sup> (13.00 tubérculos/planta) en tratamiento Aeroponía-Serranita.

Para explotar al máximo y racionalmente las tierras, es importante conocer entre otras prácticas, el peso del tubérculo-semilla más adecuado, que permitan proporcionar un eficiente material de siembra (Arismendi, 2002). En nuestro experimento, la variable peso de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) no presentó diferencias estadísticas significativas, pese a las diferencias matemáticas encontradas entre los tratamientos. Sin embargo, para la variable peso de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g) nos muestra que existe diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos, presentando así dos grupos estadísticos. de los cuales, en el grupo A se encuentra el T2, con menor peso en los tuberculillos, esto probablemente sea debido al mayor número de tuberculillos producidos en las plantas de papa. Y, en el grupo B están los tratamientos T1 y T2, con mayor peso de tubérculos. Estos resultados, debido al menor número de tuberculillos producidos por planta. Para estas variables (García *et al.*, 2017) en su investigación encontraron valores de hasta 16.7 gramos (g) por planta para tubérculos < 5 gramos (5 g) en el sistema de Aeroponía-Chucmarina, y con mejores resultados que en nuestra investigación en la variable peso de tubérculos > 5 gramos (5 g), logrando obtener 216.06 gramos (g) por planta para el tratamiento Aeroponía-serranita.

## V. CONCLUSIONES

Se evaluaron los efectos de corte apical en dos momentos para la productividad de semilla prebásica de papa variedad Huayro en un sistema aeropónico, para el cual el tratamiento 2 (corte apical a los 30 días) presentó mejor rendimiento con respecto a los siguientes resultados, menor número de días a la primera tuberización y cosecha, menor número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) y mayor número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5g).

Respecto a los días a la floración, el tratamiento 1 logró emitir la inflorescencia en menor días, esto debido a que no se le practicó el corte apical donde se emite la primera inflorescencia para este tratamiento. Sin embargo, este tratamiento obtuvo la primera tuberización en mayor número de días. Del mismo modo, con mayor número de días a la primera cosecha.

El tratamiento que no se le realizó el corte apical (T1), presentó mayor número de tuberculillos menores a 5 gramos (5 g) y menor número de tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g). No obstante, muestra mayor peso en los tuberculillos mayores a 5 gramos (5 g).



## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Cuintaco, C. A. (2019). Análisis de la producción, comercialización y exportación de la papa en el mercado peruano y su impacto en la región latinoamericana. *Universidad Santo Tomas*, 52(1), 1–5.
- Andrade-Piedra, J. L., Kromann, P., & Otazú, V. (2015). Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía. In *Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía: diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú*. <https://hdl.handle.net/10568/76513>
- Arismendi, L. G. (2002). Investigación sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) en el oriente de Venezuela . *Revista UDO Agrícola*, 1-7.
- Bag, T. K., Srivastava, A., Yadav, S. K., Gurjar, M. S., Diengdoh, L. C., Rai, R., & Singh, S. (2015). Potato (*Solanum tuberosum*) aeroponics for quality seed production in northeastern Himalayan region of India. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85(10). <https://www.researchgate.net/publication/308874872>
- Bambang Dwi Kuncoro, C., Sutandi, T., Adristi, C., & Kuan, Y. Der. (2021). Aeroponics root chamber temperature conditioning design for smart mini-tuber potato seed cultivation. *Sustainability (Switzerland)*, 13(9), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su13095140>
- Barbier, F. F., Dun, E. A., & Beveridge, C. A. (2017). Apical dominance. *Current Biology*, 27(17), R864–R865. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.024>
- Borba, N. (2008). La papa: un alimento básico. *Rap-Al Uruguay*, 1, 1–11. <http://ww.rapaluruaguay.org/transgenicos/Papa/Papa.pdf>
- Bročić, Z., Milinković, M., Momčilović, I., Oljača, J., Veljković, B., Milošević, D., Poštić, D. (2019). Proizvodnja bezvirusnih mini krtola krompira u aeroponik sistemu od biljaka različitog porekla. Zbornik radova, 1,XXIV Savetovanje o biotehnologiji, 15-16. Mart, Čačak, 221-226.

- Çalışkan, M. E., Yavuz, C., Yağız, A. K., Demirel, U., & Çalışkan, S. (2021). Comparison of Aeroponics and Conventional Potato Mini Tuber Production Systems at Different Plant Densities. *Potato Research*, 64(1), 41–53. <https://doi.org/10.1007/s11540-020-09463-z>
- Chang, D.; Sung, Y.; Young, H. y Kwan, Y. (2012). *Hydroponic culture system for the production of seed tubers without soil*. *Am. Potato J* 77(6): 394.
- Chincinska, I., Liesche, J., Krügel, U., Michalska, J., Geigenberger, P., Grimm, B., & Kühn, C. (2008). El transportador de sacarosa StSUT4 de la papa afecta la respuesta de la floración, la tuberización y la evitación de la sombra. *Fisiología Vegetal*, 146(2), 515–528.
- Choque, G. N., Oviedo, E., Mamani, F., & Aparicio, J. J. (2021). *and Waych ' a ) under protected tunnel-type environment - La Paz*. 8, 46–53.
- Dolničar, P. (2021). Importancia de la papa como cultivo y enfoques prácticos para el mejoramiento de la papa..pdf. In D. Dobnik, K. Gruden, Ž. Ramšak, & A. Coll (Eds.), *Solanum tuberosum*. (Methods in).
- Eldridge, B. M., Manzoni, L. R., Graham, C. A., Rodgers, B., Farmer, J. R., & Dodd, A. N. (2020). Getting to the roots of aeroponic indoor farming. *New Phytologist*, 228(4), 1183–1192. <https://doi.org/10.1111/nph.16780>
- Factor, T., Lima Júnior, S., Miranda Filho, H., & Araújo, J. de. (2012). Potenciales sistemas hidropónicos para la producción de semilla de papa en condiciones tropicales. *Acta Horticulturae* , 927, 905–911.
- Fuglie, K. O., Adiyoga, W., Asmunati, R., Mahalaya, S., & Suherman, R. (2006). Farm demand for quality potato seed in Indonesia. *Agricultural Economics*, 35(3), 257–266. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2006.00160.x>
- Gavilanes, M. I. (2005). *Efecto de dos láminas de riego sobre la producción de semilla pre-básica de dos variedades de papa (Solanum tuberosum) cultivadas en hidroponía* [Universidad Central del Ecuador]. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/313>

- García, L., Chuquillnaqui, C., Veneros, J., & García, S. (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.
- Gil-Rivero, A., López-Medina, E., Mostacero-León, J., & De La Cruz-Castillo, A. (2019). Papas nativas con potencial antioxidante, cultivadas en el norte del Perú. *Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromát.*, 289–324.
- IDEXCAM. (2018). Papa , milenario producto andino. In *Papa, milenario producto andino*.  
[https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/estudio4/papa, milenario producto andino.pdf](https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/estudio4/papa,milenario%20producto%20andino.pdf)
- Idris, I., & Sani, M. I. (2012). Monitoring and control of aeroponic growing system for potato production. *Proceedings of 2012 IEEE Conference on Control, Systems and Industrial Informatics, ICCSII 2012*, 120–125.  
<https://doi.org/10.1109/CCSII.2012.6470485>
- INIA. (2020). *Perú posee 41 variedades de papa con alta calidad genética y capacidad nutritiva*. <https://www.inia.gob.pe/2020-nota-071/>
- Jerez, E., & Martín, R. (2012). Comportamiento del crecimiento y el rendimiento de la variedad de papa (*Solanum tuberosum L.*) Spunta. *Cultivos Tropicales*, 33(4), 53–58. <http://www.ediciones.inca.edu.cu>
- Kebrom, T. H. (2017). A growing stem inhibits bud outgrowth – The overlooked theory of apical dominance. *Frontiers in Plant Science*, 8(October), 1–7.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01874>
- Kocjan Ačko, D., Flajšman, M., & Trdan, S. (2019). Apical bud removal increased seed yield in hemp (*Cannabis sativa L.*). *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 69(4), 317–323.  
<https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1568540>
- Levshin, A., Gasparyan, I., Bitsoev, B., & Shchigolev, S. (2019). Constructive

features of device to remove apical shoots of potatoes. *Engineering for Rural Development*, 18, 532–537. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N163>

Li, M. J., Wei, Q., Xiao, Y., & Peng, F. T. (2018). The effect of auxin and strigolactone on ATP/ADP isopentenyltransferase expression and the regulation of apical dominance in peach. *Plant Cell Reports*, 37(12), 1693–1705. <https://doi.org/10.1007/s00299-018-2343-0>

Li, Q., Li, X., Tang, B., & Gu, M. (2018). Growth responses and root characteristics of lettuce grown in Aeroponics, Hydroponics, and Substrate Culture. *Horticulturae*, 4(4). <https://doi.org/10.3390/horticulturae4040035>

MIDAGRI. (2020). *Perú se mantuvo como primer productor de papa en América Latina en el 2019*. <https://gestion.pe/economia/peru-se-mantuvo-como-primer-productor-de-papa-en-america-latina-en-2019-segun-minagri-nndc-noticia/?ref=gesr>

MINAGRI, - Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). *Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana*. <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/MIDAGRI/369>

Morales-fernández, S. D., Mora-aguilar, R., Rodríguez-pérez, J. E., Colinas-león, M. T., & Lozoya-saldaña, H. (2011). Desarrollo Y Rendimiento De Papa En Respuesta a La Siembra De Semilla-Tubérculo Inmadura. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(1), 67–75.

Obando, N. Y. V., & Oliva, M. (2015). Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Luya, Amazonas. *INDES Revista de Investigación Para El Desarrollo Sustentable*, 1(2), 94–101. <https://doi.org/10.25127/indes.201302.0>

Onditi, J., Nyongesa, M., & van der Vlugt, R. (2021). Prevalence, distribution and control of six major potato viruses in Kenya. *Tropical Plant Pathology*, 46(3), 311–323. <https://doi.org/10.1007/s40858-020-00409-x>

Plantenga, F. D. M., Bergonzi, S., Bachem, C. W. B., Visser, R. G. F., Heuvelink,

E., & Marcelis, L. F. M. (2019). High light accelerates potato flowering independently of the FT-like flowering signal StSP3D. *Environmental and Experimental Botany*, 160, 35–44. <https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2019.01.004>

Srivastava, L. (2002). Plant Growth and Development: Hormones and Environment. In *Plant Growth and Development: Hormones and Environment*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-660570-9.50156-8>

Tamas, I. A. (1995). Hormonal regulation of apical dominance. *Biology Department*, 572–597.

Tapia, M. E., & Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos* (C. Rosell (ed.); FAO y ANPE).

Tessema, L.; Chindi, A.; Giorgis, G.; Solomon, A.; Shunka, E.; Seid, E. 2017. Determination of Nutrient Solutions for Potato (*Solanum tuberosum* L.) Seed Production under Aeroponics Production System. *Open Agriculture*. 2(1): 155-159.

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.

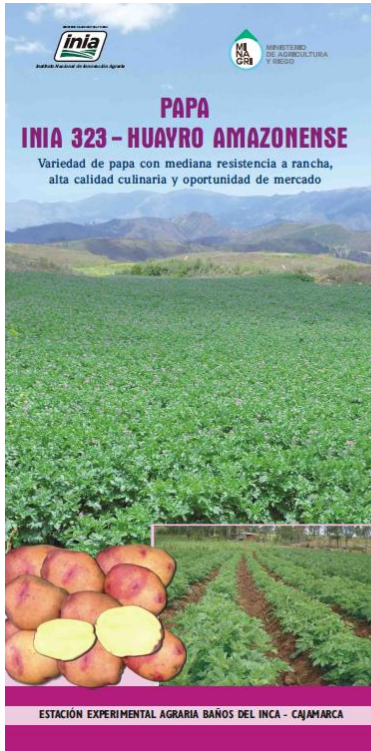
Tolessa, E. (2021). *Review of different propagation media for potato mini tuber production under screen house*. April. <https://doi.org/10.31248/JASP2021.257>

Tunio, M. H., Gao, J., Shaikh, S. A., Lakhari, I. A., Qureshi, W. A., Solangi, K. A., & Chandio, F. A. (2020). Potato production in aeroponics: An emerging food growing system in sustainable agriculture for food security. In *Chilean Journal of Agricultural Research* (Vol. 80, Issue 1, pp. 118–132). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392020000100118>

- Vigil Flores, C. A. (2017). Análisis de los factores que inciden en la baja productividad de 5 variedades de papa nativa en la provincia de Cotabambas, región Apurímac, 2015. [Universidad Nacional de San Agustín]. In *Universidad Nacional de San Martín* (Vol. 1). [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2418/TP\\_AGRO\\_00662\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2418/TP_AGRO_00662_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Wilson, B. F. (2000). Apical control of branch growth and angle in woody plants. *American Journal of Botany*, 87(5), 601–607. <https://doi.org/10.2307/2656846>
- Xi, X., Dong, H., Yin, Y., Song, X., Gu, X., Sang, K., Zhou, J., Shi, K., Zhou, Y., Foyer, C. H., & Yu, J. (2021). Brassinosteroid signaling integrates multiple pathways to release apical dominance in tomato. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(11). <https://doi.org/10.1073/pnas.2004384118>

# ANEXOS

## Ficha técnica de la variedad INIA 323-Huayro Amazonense



### 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, Canchán y Amarilis, los rendimientos promedio de la variedad Canchán 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

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

<b>Tallos</b>	
Número de tallos	: De 4 a 6
Color	: Verde con muchas manchas
Forma de alas	: Recta
<b>Tubérculos</b>	
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)
<b>Profundidad de ojos</b>	: Superficiales
Tamaño	: Medianos a grandes
Número de tubérculos/planta	: 36-54
Color de brotes	: Rojo
Tuberización	: Semi compacta
Materia seca	: 23-25%
Peso específico	: 1,19
Calidad culinaria en fresco	: Buena para sancochado
Calidad de frituras en tiras	: Buena
Período de dormancia	: 90 días

<b>Valores nutricionales</b>	
Fe: 16,5 mg/kg	Zinc: 6,6 Mg/kg
<b>Caracterización agronomía</b>	
Período vegetativo	: De 140 a 160 días

<b>Rendimiento</b>	
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 (*Phytophthora infestans*): Mediana resistencia.
- Resistente a *Rhizoctonia*.
- 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 Abonofol 20-20-20, utilizando, las fuentes de fertilización recomendada 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 25 cm; y el segundo, a los 45 cm. Realizar aporques altos a fin de evitar el ataque de polilla de la papa.

##### Control de las principales plagas y enfermedades

- Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp.*), pulgilla saltona (*Epitrix sp*) y polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias* 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 Luya, Universidad Nacional de Cajamarca - UNC, Concejo 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  
Jc Wiracocha S/N Distrito de Baños del Inca - Cajamarca  
Teléfono: 076 - 348286 Teléfono 076 - 348667  
E mail: binca@inia.go.b.pe Web: www.inia.go.b.pe