



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: Ronaldo Rosario Soto

Código de alumno: 131.0103.435

Teléfono: 976209827

Correo electrónico: ronald.rosari.soto@gmail.com

DNI : 70801076

2. Modalidad de trabajo de investigación:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

“EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE CITOQUININAS EN LA
MULTIPLICACIÓN *in vitro* EN DOS VARIEDADES DE PAPAS AMARGAS *Solanum*
sp.-2019”

5. Facultad de: Ciencias Agrarias

6. Escuela, Carrera o Programa: Agronomía

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Vásquez Cruz, Walter Juan

Teléfono: 943 860 047

Correo electrónico: vasquezcruz@hotmail.com

DNI o Extranjería: 31663683

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma:

D.N.I.: 70801076

FECHA: 02 / 12 / 2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE CITOQUININAS EN
LA MULTIPLICACIÓN *in vitro* EN DOS VARIEDADES DE PAPAS
AMARGAS *Solanum sp.*-2019”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Bach. ROSARIO SOTO, RONALDO.

PATROCINADOR

Dr. VÁSQUEZ CRUZ, WALTER JUAN

CO - PATROCINADOR

Dr. OLIVERA GONZALES, PERCY EDUARDO

HUARAZ-PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada: "EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE CITOQUININAS EN LA MULTIPLICACIÓN *in vitro* EN DOS VARIEDADES DE PAPAS AMARGAS *Solanum sp.-2019*", presentado por la Bachiller en Ciencias Agronomía RONALDO ROSARIO SOTO, y sustentado el día 15 de Noviembre del 2019, por Resolución Decanatural N° 480-2019-UNASAM-FCA/D, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 15 de Noviembre del 2019

Dr. Guillermo Castillo Romero
PRESIDENTE

Mag. Hugo Mendoza Vilcahuamán
SECRETARIO

MSc. Nelly Pilar Caycho Medrano
VOCAL

Dr. Walter Juan Vásquez Cruz
PATROCINADOR

Dr. Percy Eduardo Olivera Gonzales
CO - PATROCINADOR



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias Agronomía **RONALDO ROSARIO SOTO**, denominado: "**EFFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE CITOQUININAS EN LA MULTIPLICACIÓN *in vitro* EN DOS VARIEDADES DE PAPAS AMARGAS *Solanum sp.-2019***", Escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

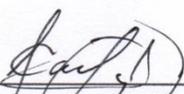
APROBADO

CON EL CALIFICATIVO (*)

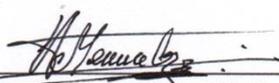
Dieciseis (16)

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

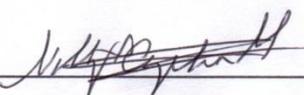
Huaraz, 15 de Noviembre del 2019



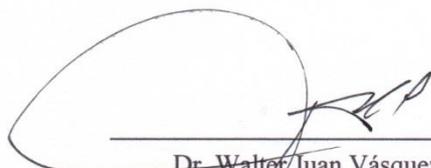
Dr. Guillermo Castillo Romero
PRESIDENTE



Mag. Hugo Mendoza Vilcahuamán
SECRETARIO



MSc. Nelly Pilar Caycho Medrano
VOCAL



Dr. Walter Juan Vásquez Cruz
PATROCINADOR



Dr. Percy Eduardo Olivera Gonzales
CO - PATROCINADOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: **APROBADO CON EXCELENCIA (19 – 20)**, **APROBADO CON DISTINCIÓN (17 – 18)**, **APROBADO (14 -16)**, **DESAPROBADO (00 – 13)**.

DEDICATORIA

Siempre supe que todo lo que hago lo dedicaría a Dios, y ahora hago eso mismo. Lo dedico a Él, porque no se equivocó en darme una familia grandiosa, tanto que me es difícil jerarquizar quien tiene el mejor lugar en mi vida; pero a la primera persona a quien quiero darle el reconocimiento y dedicarle este trabajo, es a una de las madres que aparecen una en millones, ya que la economía para ella no fue un obstáculo, ni siquiera la falta de educación, tampoco le quitó el sueño de apuntar alto; sus manos callosos y quemadas por el sol demuestran su gran esfuerzo; esto va para mamá, SOTO SIFUENTES SANTA TERESA.

A la segunda persona a quien dedico este trabajo es a mi Abuelo DONATO SOTO CHÁVEZ, él fue el culpable de que estudiara en esta universidad grandiosa y también la carrera profesional que estudiaría, todo un visionario.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial al Dr. Percy Olivera y la Dr. Carmen Tamariz, del CIBYGA – UNASAM, por su apoyo incondicional, que me guiaron durante todo el proceso y desarrollo de la tesis. Son profesionales excelentes, que son referentes y ejemplo de trabajo en equipo.

Alguien especial a quien agradecer también es a mi tía Erika Kelita, es una de las personas que inspira e influye siempre en mi desarrollo personal y profesional, que está buscando siempre que me superé y haga las cosas con excelencia.

Agradezco a la Dra. Villena Chávez, Gretty: docente investigadora de la Universidad Agraria la Molina y Sarmiento Casavilca, Víctor Hugo, Docente Investigador de la Universidad Nacional Micaela Bastidas por proporcionarme los tubérculos de las papas amargas.

Al Centro de Investigación de la Biodiversidad y Recursos científicos de Ancash (CIBYRGA) de la Facultad de Ciencias de la UNASAM, donde se realizó la investigación.

Agradecer también, a mi abuelita Hipólita Sifuentes y a mis tías Claudia Soto y Eusebia Soto, por sus apoyos constantes de manera emocional y a veces apoyo financiera.

Agradezco a mis amigos Alberto Castañeda, por invertir su tiempo al enseñarme y contagiar su pasión por la investigación; Alexis Molina; Robert Quiñones, por su humildad que es envidiable y sus ganas de salir adelante; Hitler Lancaster, por ser un influyente en el emprendimiento y pasión en la carrera; Azaña Garro, por su forma práctica de ver la vida; Angel Ballico, Erika Tolentino, Rossy Cerna Mallqui, Noé Valverde por sus amistades.

TABLA DE CONTENIDOS

PORTADA	
ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
LISTA DE CONTENIDOS.....	v
CONTENIDO.....	vi
INDICE DE TABLA.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv

CONTENIDO

I	INTRODUCCIÓN.....	1
II	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1.	ANTECEDENTES.....	2
2.2.	TAXONOMÍA DE LA PAPA (CIP, 2018).....	3
2.3.	PAPAS AMARGAS.....	3
2.3.1.	Habitad.....	4
2.4.	FENOLOGÍA DE LA PAPA AMARGA.....	4
2.5.	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.....	5
2.6.	TENDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE LA PAPA.....	5
2.7.	PROPAGACIÓN <i>IN VITRO</i> DE LA PAPA.....	6
2.8.	FASES EN CULTIVO DE TEJIDOS <i>IN VITRO</i>	6
2.8.1.	Etapas 0: Selección de la planta madre o preparación del material vegetal..	6
2.8.2.	Etapas 1. Establecimiento del cultivo.....	7
2.8.3.	Etapas 2. Multiplicación.....	8
2.8.4.	Etapas 3. Enraizamiento.....	8
2.8.5.	Etapas 4. Aclimatación.....	8
2.9.	MEDIO DE CULTIVO.....	9
2.9.1.	Macronutrientes.....	9
2.9.2.	Micronutrientes.....	9
2.9.3.	Carbono y Fuentes de Energía.....	10
2.9.4.	Vitaminas y Mioinositol.....	10
2.9.5.	Aminoácidos.....	10
2.9.6.	Suplementos Orgánicos.....	10
2.9.7.	Agentes Solidificantes.....	11
2.9.8.	Reguladores de crecimiento.....	11
2.10.	FITORREGULADORES.....	11
2.10.1.	Auxinas.....	11
2.10.2.	Giberelinas.....	12
2.10.3.	Citoquininas.....	12
III	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1.	UBICACIÓN.....	13
3.2.	MATERIALES.....	13

3.2.1.	Material Vegetal	13
3.2.2.	Material Laboratorio	13
3.2.3.	Equipos	13
3.2.4.	Medio de Cultivo	14
3.3.	METODOLOGÍA.....	14
3.3.1.	Tipo de investigación.....	14
3.3.2.	Población y muestra.....	14
3.3.3.	Hipótesis	14
3.3.4.	Diseño estadístico	14
3.3.5.	Croquis experimental.....	15
3.3.6.	Establecimiento de cultivo <i>in vitro</i>	16
IV	RESULTADOS	18
4.1.	Desinfección	18
4.1.1.	Variedad Ñuñu suntu (ÑS).....	18
4.1.2.	Variedad Waña (W).....	19
4.2.	Efecto de los Reguladores de Crecimiento en la multiplicación <i>in vitro</i>	19
4.2.1.	Papa amarga Ñunu suntu (ÑS)- Bencilaminopurina (BAP).....	19
4.2.2.	Papa amarga Ñunu suntu (ÑS)- Kinetina (KIN).....	24
4.2.3.	Papa amarga Waña (W)- Bencilamino purina (BAP).....	31
4.2.4.	Papa amarga Waña (W)- Kinetina (KIN)	36
V	DISCUSIONES	44
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
6.1.	CONCLUSIONES.....	45
6.2.	RECOMENDACIONES	45
VII	BIBLIOGRAFÍA	46
VIII	ANEXO.....	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para diseño completamente al azar (DCA)</i>	15
Tabla 2. <i>Tratamientos aplicados a las variedades de papa amarga Ñuñu suntu y Waña</i> . ..	15
Tabla 3. <i>Croquis experimental y criterios de evaluación para las dos variedades de papa amarga</i>	16
Tabla 4. <i>Análisis de Varianza para número de nudos (BAP-ÑS) a las 4 semanas del trasplante</i>	19
Tabla 5. <i>Comparaciones de medias del tratamiento para número de nudos método Tukey con 95 % confianza - (BAP-ÑS)</i>	20
Tabla 6. <i>Análisis de Varianza para tamaño de brote (BAP-ÑS) a las 4 semanas del trasplante</i>	21
Tabla 7. <i>Comparaciones de medias del tratamiento para tamaño de brote método Tukey con 95 % de confianza</i>	21
Tabla 8. <i>Análisis de Varianza para número de nudos (KIN-ÑS) a las 4 semanas del trasplante</i>	24
Tabla 9. <i>Comparaciones de medias del tratamiento para número de nudos método Tukey con 95 % de confianza (KIN-ÑS)</i>	25
Tabla 10. <i>Análisis de Varianza para tamaño de brotes (KIN-ÑS)</i>	26
Tabla 11. <i>Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para tamaño de brotes (KIN-ÑS)</i>	26
Tabla 12. <i>Análisis de Varianza para número de raíces (KIN-Waña) a las 4 semanas del trasplante</i>	28
Tabla 13. <i>Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de raíces (KIN-ÑS)</i>	28
Tabla 14. <i>Análisis de Varianza para número de nudos (BAP-Waña) a las 4 semanas del trasplante</i>	29
Tabla 15. <i>Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de raíces (KIN-ÑS)</i>	30
Tabla 16. <i>Análisis de Varianza para número de nudos (BAP-Waña) a las 4 semanas del trasplante</i>	31
Tabla 17. <i>Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de nudos (BAP-Waña)</i>	32
Tabla 18. <i>Análisis de Varianza para tamaño de brote (BAP-Waña) a las 4 semanas del trasplante</i>	33
Tabla 19. <i>Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para tamaño de brote (BAP-Waña)</i>	33
Tabla 20. <i>Análisis de Varianza para número de nudos (KIN-Waña) a las 4 semanas del trasplante</i>	36
Tabla 21. <i>Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de nudos (KIN-Waña)</i>	37
Tabla 22. <i>Análisis de Varianza para tamaño de brote (KIN-Waña) a las 4 semanas del trasplante</i>	38

Tabla 23. Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para tamaño de brote (KIN-Waña).	38
Tabla 24. Análisis de Varianza para número de raíces (KIN-Waña) a las 4 semanas del trasplante.	40
Tabla 25. Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de raíces (KIN-Waña).	40
Tabla 26. Análisis de Varianza para número de raíces (KIN-Waña) a las 4 semanas del trasplante.	41
Tabla 27. Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para longitud de raíces (KIN-Waña).	42
Tabla 28. Promedio de numero de nudos y respectiva desviación estándar (BAP-ÑS).	50
Tabla 29. Promedio de numero de nudos y respectiva desviación estándar (KIN-ÑS).	50
Tabla 30. Promedio de numero de nudos y respectiva desviación estándar (BAP-W).	50
Tabla 31. Promedio de numero de nudos y respectiva desviación estándar (KIN-W).	50
Tabla 32. Promedio de tamaño de brotes y desviación estándar para BAP-Ñuñu suntu.	51
Tabla 33. Promedio de tamaño de brotes y desviación estándar para Kinetina-Ñuñu suntu.	51
Tabla 34. Promedio de tamaño de brotes y respectiva desviación estándar para BAP-Waña	51
Tabla 35. Promedio de tamaño de brotes y desviación estándar para Kinetina-Waña.	51
Tabla 36. Promedio de número de raíces y desviación estándar para BAP-Ñuñu suntu.	52
Tabla 37. Promedio de número de raíces y desviación estándar para Kinetina-Ñuñu suntu	52
Tabla 38. Promedio de número de raíces y respectiva desviación estándar para BAP-Waña	52
Tabla 39. Promedio de número de raíces y desviación estándar para Kinetina-Waña.	52
Tabla 40. Promedio de tamaño de raíces y desviación estándar para BAP-Ñuñu suntu.	53
Tabla 41. Promedio de tamaño de raíces y desviación estándar para Kinetina-Ñuñu suntu.	53
Tabla 42. Promedio de tamaño de raíces y desviación estándar para BAP-Waña	53
Tabla 43. Promedio de tamaño de raíces y desviación estándar para Kinetina-Waña.	53
Tabla 44. Costo de producción para el establecimiento y multiplicación in vitro de las papas amargas.	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de contaminación a dos concentraciones de hipoclorito de sodio (ÑS) en la variedad de papa Ñuñu suntu.....	18
Figura 2. Explantes contaminados, luego de la desinfección.....	18
Figura 3 . Porcentaje de contaminación a dos concentraciones de hipoclorito de sodio variedad de papa Waña.....	19
Figura 4. Efecto de los tratamientos de BAP sobre el número de nudos de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).....	20
Figura 5. Efecto de los tratamientos de BAP sobre el tamaño de brote de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación, donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).....	22
Figura 6. Plántulas a la cuarta semana de evaluación con diferentes concentraciones de BAP, donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP)-Variedad Ñuñu suntu.....	22
Figura 7. Número de raíces desarrollados en los explantes de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación por efecto del BAP. donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).....	23
Figura 8. Tamaño de raíces desarrollados en los explantes de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación por efecto del BAP. donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2 (2,0 ppm BAP); B3 (3,0 ppm BAP); B4 (4,0 ppm BAP).....	24
Figura 9. Efecto de los tratamientos de Kinetina sobre el número de nudos de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación.....	25
Figura 10. Efecto de la concentración de Kinetina sobre el tamaño de brote de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).....	27
Figura 11. Plántulas variedad Ñuñu suntu a la cuarta semana de evaluación con diferentes concentraciones de Kinetina, donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).....	27
Figura 12. Efecto de la concentración de Kinetina sobre el número de raíz de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina);	

K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).	29
Figura 13. Efecto de la concentración de Kinetina sobre la longitud de raíces de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).	30
Figura 14. Raíces de las plántulas variedad Ñuñu suntu en las diferentes concentraciones de Kinetina, donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).	31
Figura 15. Número de nudos desarrollados, por efecto del BAP, en los explantes de la papa amarga Waña durante las 4 semanas de evaluación. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).	32
Figura 16. Tamaño de brotes desarrollados, por efecto del BAP, en los explantes de la papa amarga Waña durante las 4 semanas de evaluación. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).	34
Figura 17. Plántulas a la cuarta semana de evaluación con diferentes concentraciones de BAP, donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP) – variedad Waña.	34
Figura 18. Numero de raíces desarrollados por efecto del BAP en la variedad Waña. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).	35
Figura 19. Longitud de raíces durante las cuatro semanas de evaluación por efecto del BAP. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).	35
Figura 20. Raíces de las plántulas variedad Waña en las diferentes concentraciones de Kinetina, donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).	36
Figura 21. Número de nudos desarrollados, por efecto de la Kinetina, en los explantes de la papa amarga Waña durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).	37
Figura 22. Tamaño de brotes desarrollados, por efecto de la Kinetina, en los explantes de la papa amarga Waña durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina);	

K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).	39
Figura 23. Plántulas de Waña a la cuarta semana de evaluación con diferentes concentraciones de BAP, donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).	39
Figura 24. Numero de raíces desarrollados, por efecto de la Kinetina, en los explantes de la papa amarga Waña durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).	41
Figura 25. Longitud de raíces desarrollados, por efecto de la Kinetina, en los explantes de la papa amarga Waña durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).	42
Figura 26. Raíces de las plántulas variedad Waña en las diferentes concentraciones de Kinetina, donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).	43
Figura 27. Tubérculos de las dos variedades de papas amargas, izquierda: Ñuñu suntu, derecha: Waña.	54
Figura 28. Plantas madre de Núñu Suntu y Waña para extraer explantes, y selección de la planta madre para la desinfección.	54
Figura 29. Insumos, equipos, medición pH y preparación del medio de cultivo.	55
Figura 30. Cuarto de cultivo con el material experimental instalados.	55

**“EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE CITOQUININAS EN LA
MULTIPLICACIÓN *in vitro* EN DOS VARIEDADES DE PAPAS AMARGAS
Solanum sp.-2019”**

RESUMEN

Se evaluó el efecto de las fitohormonas, de la familia de citoquininas, BAP (Bencilaminopurina) y KIN (Kinetina); y se realizó la desinfección de explantes de las mismas; en dos variedades de papas amargas *Ñuñu suntu* y *Waña*, estas especies de papa se encuentran en desaparición. Por ello, en la investigación se trabajó con fines de desinfectar los explantes para el correcto establecimiento *in vitro* de las papas amargas a partir de las yemas axilares, que se evaluó a las dos semanas y ver los efectos que tienen las fitohormonas BAP y KIN en la multiplicación *in vitro* de estas dos variedades, que fueron evaluados por cuatro semanas. En la desinfección de los explantes, se trabajó con dos concentraciones de Hipoclorito de sodio (0.75 % y 1 %); al comparar, se encontró que no hay diferencias del porcentaje de contaminados y sobrevivientes de los explantes tratados con estas dos concentraciones, y el comportamiento es la misma para las dos variedades de papas amargas. Por otro lado; el efecto de las citoquininas (BAP y KIN) sobre el tamaño de plántulas, número de nudos, longitud de raíces y número de raíces; tiene un efecto inhibitor, porque retrasa el desarrollo de las plántulas, sus hojas y las raíces. Donde se observó, que el efecto del BAP sobre los parámetros evaluados es más fuerte en comparación de la KIN. También, la concentración de KIN es inversamente proporcional al desarrollo de raíces, y el BAP no permite emitir ninguna raíz. Ocurre algo parecido para el desarrollo de las plántulas, a diferencia del tamaño de plántulas; que permite brotar, pero desarrollan muy lento respecto a los tratamientos sin hormonas, mantiene joven a las hojas y tallos. Se observó, sobre el efecto de la KIN, la variedad *Ñuñu suntu* tiene una mejor reacción que el *Waña*, al momento de desarrollar la parte aérea (Tallos, nudos y hojas), ocurre lo contrario en BAP; donde la variedad *Waña* reacciona mejor que el *Ñuñu suntu*. Y para el desarrollo de raíces, la papa amarga *Waña* es más vigoroso que el *Ñuñu suntu*, tanto en BAP y KIN, por lo tanto, con fines de multiplicación; estas hormonas retrasan el procedimiento, se utilizaría solo en casos donde se desea retrasar el envejecimiento de estas plantas o conservar *in vitro* por periodos largos.

Palabras Clave: Bencilaminopurina (BAP), Kinetina (KIN), *Ñuñu suntu*, *Waña*, *in vitro*.

**“EFFECT OF THE DIFFERENT DOSE OF CYTOKININES ON *in vitro*
MULTIPLICATION IN TWO VARIETIES OF BITTER POTATOES
Solanum sp.-2019”**

ABSTRACT

The effect of phytohormones, of the cytokinin family, BAP (Benzylaminopurine) and KIN (Kinetin) was evaluated; and the disinfection of their explants was carried out; in two varieties of Ñuñu suntu and Waña bitter potatoes, these potato species are disappearing. Therefore, the investigation will be established in order to disinfect the explants for the correct *in vitro* establishment of bitter potatoes from axillary buds, we evaluated the two weeks and see the effects that have the phytohormones BAP and KIN in Multiplication *in vitro* of these two varieties, which were evaluated for four weeks. In the disinfection of explants, they are used with two concentrations of sodium hypochlorite (0.75% and 1%); When comparing, it was found that there are no differences in the percentage of contaminants and survivors of the explants treated with these two concentrations, and the behavior is the same for the two varieties of bitter potatoes. On the other hand; the effect of cytokinins (BAP and KIN) on seedling size, number of nodes, root length and number of roots; It has an inhibitory effect, because it retards the development of seedlings, their leaves and roots. Where it was observed, that the effect of BAP on the parameters evaluated is stronger compared to the KIN. Also, the concentration of KIN is inversely proportional to the development of roots, and the BAP does not allow to emit any roots. Something similar occurs for seedling development, unlike seedling size; It allows sprouting, but they develop very slowly compared to hormone-free treatments, it keeps the leaves and stems young. It was observed, on the effect of the KIN, the *Ñuñu suntu* variety has a better reaction than the *Waña*, when developing the aerial part (Stems, knots and leaves), the opposite occurs in BAP; where the *Waña* variety reacts better than the *Ñuñu suntu*. And for root development, the bitter potato *Waña* is more vigorous than the *Ñuñu suntu*, both in BAP and KIN, therefore, for multiplication purposes; These hormones delay the procedure, it would be used only in cases where it is desired to delay the aging of these plants or keep *in vitro* for long periods.

Keywords: Benzylaminopurine (BAP), Kinetin (KIN), *Ñuñu suntu*, *Waña* , *in vitro*.

I INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es el tercer cultivo más importante en todo el mundo y se cultiva en más de 120 países, es consumido casi a diario por más de mil millones de personas (FAO, 2018) y hay más de 4,000 variedades comestibles de papa y 151 variedades silvestres que son demasiada amargas para ser consumidas (CIP, 2018) por el alto contenidos de glicoalcaloides en los tubérculos (Bonifacio et al., 1991), esta característica hace que los agricultores estén dejando de lado la importancia y dejan de cultivarla, consecuentemente se está perdiendo estos recursos genéticos, respecto a ello Gabriel et al., (2009) menciona que estas variedades de papas no se han considerado en el mejoramiento genético en la zona andina, pese a que estas papas son especies resistentes y/o tolerantes a heladas.

Salvaguardar estos recursos genéticos, como son las papas amargas, es vital para los esfuerzos de mitigación de los impactos del cambio climático en los cultivos de papas (CIP, 2018). Esto se puede lograr mediante técnicas en la rama de la biotecnología, como el cultivo tejidos *in vitro*, que a la vez conservar estos recursos genéticos nos ayudan en la seguridad alimentaria.

Por otra parte, la importancia de la papa amarga está en que estas se producen en condiciones adversas en las partes altas de los andes (Canahua, 1998; CIP, 2018) y son resistentes y/o tolerantes a las heladas de -4.8 y -5.5 (Thiele et al., 2008; Li y Palta, 1977; Bonifacio, 1991). También esta, presenta características como resistencia natural a plagas, enfermedades y condiciones climáticas (CIP, 2018), los que son muy deseables para el mejoramiento genético en el futuro.

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Evaluar el efecto de los reguladores de crecimiento en la multiplicación *in vitro* de dos variedades de papas amargas (*Solanum sp.*)

OBJETIVO ESPECIFICO

- ❖ Establecer un protocolo de desinfección para los explantes de las papas amargas.
- ❖ Determinar la mejor concentración de los reguladores de crecimiento exógenas para una mayor multiplicación *in vitro* en las variedades de papas amargas *Ñuñusuntu Y Waña*.

II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES

En el trabajo realizado por Koleva et al., (2012) en la fase de formación de brotes, raíces y formación de plántulas a partir de explantes de brotes de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*), obtuvieron buenos resultados en cuanto a la brotación *in vitro* con una concentración hormonal de BAP de 2mg/ L y 4mg/L de KIN. Por otra parte El Dessoky et al., (2016) llevaron a cabo la multiplicación *in vitro* de papa a partir de los segmentos nodales en M.S contenidas con diferentes concentraciones de hormonas de AG3 (Giberelinas) (1.2 y 3.0 mg/l) y 0.1 mg/l de KIN, obteniendo el mejor resultado con 3.0 mg/l AG3 y 0.1 mg/l de KIN, también Pawar et al., (2002) a partir de hojas y brotes (Explantes), encontraron mayor brotes por explante con el medio base M.S + 4.4 mg/l BAP y M.S + 3.94 mg/l KIN, en el mismo trabajo combinaron las dos hormonas (BAP y KIN) en una concentración de 3.5 mg/l para los dos hormonas + el medio base M.S, obteniendo la mayor cantidad de brotes por explante con la combinación de las hormonas BAP y KIN.

Goodwin , Kim y Adisarwanto (1980) elaboraron un procedimiento para la multiplicación de brotes, para lo cual utilizaron brotes de tubérculos y medio MS con AG3 y Kinetina, donde la proliferación fue mejor utilizando un sistema de dos etapas con medio líquido agitado en la primera etapa, seguido de un medio líquido estacionario en la segunda etapa, obteniendo muy buenos resultados en 8 semanas; y la multiplicación de los brotes fueron mucho mejores en el medio con 5.0 mg / l de Kinetina y 0.01 mg / l de AG3, y por otra parte Hussey y Stacey (1981) demostraron que los reguladores de crecimiento no son necesarios para la propagación exitosa de la papa en cultivos de brotes, afirmando así; que a partir de brotes apicales o axilares, todo el esquema de micropropagación se puede realizar usando un medio simple con MS.

En cuanto a Miller et al. (1985) comparando el crecimiento de 20 cultivares de papa en medio M.S y libre de reguladores de crecimiento, se observó una gran variación en la longitud del brote y la producción de nuevos nodos entre diferentes cultivares y en algunos cultivares, los brotes fueron demasiado cortos para el subcultivo y este problema lo corrigieron adicionando los reguladores de crecimiento; un medio con 1.0 mg / l de AG3 y 0.1 mg / l de ANA, también Estrada, Tovar y Doods (1986) sugirieron medios con 0.25 mg / l de AG3 para la propagación de esquejes de papa, con un solo nodo en medios sólidos

de agar y en un medio líquido con 0.4 mg / l de AG3 + 0.5 mg / l BAP + 0.1 mg / l de ANA para la propagación de brotes en capas sobre líquido Medio de tuberización.

2.2. TAXONOMÍA DE LA PAPA (CIP, 2018)

Reino: Plantae

División: Magoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanáceas

Género: *Solanum*

La papa (*Solanum tuberosum*) se originó y fue domesticada por primera vez en las montañas de los Andes de Sudamérica, es un cultivo herbáceo anual que crece hasta 100 cm de altura. A medida que crece la planta, sus hojas compuestas fabrican almidón que es transferido a las terminaciones de sus tallos subterráneos (o estolones). Los tallos se van engrosando para formar unos cuantos o hasta un máximo de 20 tubérculos cerca de la superficie del suelo (CIP, 2018).

2.3. PAPAS AMARGAS

La papa tiene diferentes tamaños, colores y formas. Asimismo, hay 151 especies de papa silvestre. Aunque son demasiado amargas para ser consumidas (CIP, 2018), su biodiversidad incluye importantes características como resistencia natural a plagas, enfermedades y condiciones climáticas (CIP, 2018; Canahua, 1998).

Gabriel, Pereira & Gandarillas, (2011) afirman que la papa amarga está constituida por dos especies conocidas como Luki *Solanum curtilobum* y *Solanum juzepczukii*, a lo cual (Ochoa , 2001) asegura que estas dos especies tienen hábitos de crecimiento similar, por otro lado; Lescano, (1994); Estrada , (1991) afirman que *Solanum x curtilobum*, es un híbrido natural de *S. x juzepczukii* con *Solanum andigena*, y de acuerdo a Huamán & M. Spooner, (2002) es una especie pentaploide ($2n = 5x = 60$), en cuanto a Gianella, (2004) y Gutiérrez & Valencia , (2010); describen a la papa amarga *S. juzepczukii* con un nivel de ploidía de $2n=3x=36$ cromosomas.

Las papas amargas tienen la peculiaridad de presentar un alto contenido de glicoalcaloides en sus tubérculos, esta sustancia le da un sabor amargo. Los

glicoalcaloides son metabolitos secundarios de la papa, importantes como mecanismo de defensa contra diferentes plagas, a la vez son tóxicos para la alimentación animal y humana (Lachman et al., 2001). La papa común tiene una concentración de glicoalcaloides menor de 12 mg/100 g, mientras que la papa amarga está por encima de esa cifra (Canqui & Morales, 2009). Se pueden consumir como cocinada en agua, al horno, en moraya (papa amarga recién congelada) y chuno (Caceres, 1991).

2.3.1. *Habitad*

Las papas amargas crecen esencialmente en la Puna y se la cultiva desde las provincias de Huaraz y Bolognesi del departamento de Ancash (norte de Perú) hasta los departamentos de Cochabamba, La Paz, Oruro y Potosí en Bolivia, entre 3400 a 4100 m.s.n.m (Ochoa, 2001) y se cultiva mayormente en el altiplano andino del departamento de Puno (Perú) y en Bolivia, aunque se concentran más en las zonas de mayor altura (CIP, 2006).

La condición ideal para su desarrollo es un clima frígido y húmedo, con temperaturas de 15 a 20° C para el crecimiento de las plantas y de 14 a 18° C para la tuberización. En cuanto al suelo, prefiere los de textura franco, franco limoso y franco arcilloso; de estructura granular, bien drenados, profundos, fértiles, buen contenido de materia orgánica y pH de ligeramente ácido a neutro 5.6 a 7 (Canqui & Morales, 2009). La papa amarga *S. curtilobum* son razas locales originalmente distribuidas en las tierras altas por encima de 3800 m.s.n.m. desde el norte de Perú hasta el centro de Bolivia y uno de los nombres comunes es Waña (Huamán & M. Spooner, 2002)

2.4. FENOLOGÍA DE LA PAPA AMARGA

Canqui & Morales, (2009) describen que el estado fenológico de la papa amarga comienza a los 30-35 días después de la siembra, el estado de crecimiento vegetativo dura aproximadamente 25 a 30 días, luego inicia la fase de floración con una duración de aproximadamente 60 días, donde se presentan de 2 a 3 estadíos (1ra, 2da y 3ra floración), durante el periodo de floración se presenta la estolonización como un estadio intermedio a los 45-65 días después de la siembra y la tuberización inicia a los 80-90 días después de la siembra. La fase de tuberización plena comienza a los 90 días de la siembra y tiene una duración de 70-80 días aproximadamente y la madurez fisiológica se observa a los 165 a 170 días después de la siembra. Tapia y Frías (2007) citado por

(Bonifacio et al., 1991) afirman que las fases fenológicas de la papa amarga son: la emergencia (a 35 días después la siembra), el inicio de estolones (a 20 días después de la emergencia), el inicio de floración (a 25 días después de la emergencia), el inicio de tuberización (a 40 días después de la emergencia), la finalización de la floración (55 a 85 días después de la emergencia después la emergencia) y la madurez fisiológica (a 145 días después de emergencia).

2.5. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

En el caso de la papa amarga *S. curtilobum* son plantas por su hábito de crecimiento, arrosetadas o semiarrosetada cuando son tiernos y pero al desarrollarse tienen un crecimiento semi erecto (Huamán & M. Spooner, 2002) , tallos de 30–40 cm de alto y subpigmentado o pigmentado hacia la base, los entrenudos son cortos con alas erectas y sinuosa. Las hojas de color verdes oscuras con 5–6 pares de folíolos y 5–7 interhojuelas de diferentes tamaños (Ochoa , 2001) y hojas erguidas y rígidas con folíolos angostos, corola rotácea y articulación del pedicelo muy próxima al cáliz (Estrada N. , 1991; Lescano, 1994).

También se han diferenciado la forma postrada para las silvestres y para las cultivadas el hábito arrosetado (*Solanum Juzepczukii*) y el semierecto (*Solanum curtilobum*), la floración es temprana, escasa y gradual. Las formas que adquieren los tubérculos maduros, presentan variación. Las papas de crecimiento arrosetado (*S. Juzepczukii*) forman tubérculos oblongo-alargados y elongados, con el eje mayor siempre curvado y algunas formas suelen ser aplanadas, mientras que en las semi erectas (*S. curtilobum*) son ovado-comprimidos y elípticos ligeramente aplanadas o achatadas (Bonifacio F., 1991).

2.6. TENDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE LA PAPA

Hoy en día, la producción y el consumo de papa está en auge en todo el mundo, con cantidades cada vez mayores que se procesan para las industrias de alimentos y snacks, mientras que su importancia como cultivo de subsistencia continúa expandiéndose (FAO, 2009) y entre 1997 y 2007, el cultivo de papa en los países en desarrollo aumentó en 25 por ciento (CIP, 2018). La mayoría de las papas se producen en Asia, luego en Europa; Sudamérica; luego en América del Norte y Central (Abdelgadir et al. 2003)

Del área total sembrada con papa en el Perú, el 12 por ciento es de la variedad Canchán y el 10 por ciento de la variedad Amarilis, ambas desarrolladas por el CIP. En las pruebas de campo realizadas el INIA, la variedad Canchán de maduración precoz, altos rendimientos, agradable color de los tubérculos y, sobre todo, su resistencia inicial a la enfermedad del tizón tardío. Actualmente el Perú cosecha más de 1 millón de toneladas de Canchán y Amarilis anualmente (CIP, 2018).

2.7. PROPAGACIÓN *IN VITRO* DE LA PAPA

Las técnicas de cultivo de tejidos *in vitro* nos permiten cultivar explantes de las plantas, y bajo condiciones controladas de laboratorio y axénicas; cultivar sus células, tejidos, órganos e incluso plantas enteras (Dragan, Branka & Ivana, 2008), es el método convencional de propagación de papa (Rabbani et al., 2001), esta se puede iniciar a partir de micro tubérculos, segmentos nodales y tipos de meristemas (Wang & Hu, 1985). También se utilizan en todo el mundo para producir patatas de siembra pre-básicas libres de virus conocidas como micro tubérculos (Koleva et al., 2012) puede ser aplicado en aspectos de mantenimiento de colecciones, evaluación de la diversidad biológica, eliminación de virus, sistemas de propagación de material sano, selección de materiales uniformes y con calidad (Estrada, Tovar, & Doods, 1986). Este método se aplica para mejorar la producción de papa mediante la conservación de germoplasma, plantas de papa libres de patógenos y micropropagación (Khalafalla , 2001).

2.8. FASES EN CULTIVO DE TEJIDOS *IN VITRO*

Pérez (2009) enumera una serie de etapas o pasos a seguir para trabajar en cultivo de tejidos *in vitro*, diversos autores pueden agregar o quitar algún paso, en este caso se explican los 5 paso más representativos.

2.8.1. *Etapa 0: Selección de la planta madre o preparación del material vegetal*

Los cultivos de tejidos se inician a partir de piezas de plantas enteras, estas se denominan explantes y es en esta etapa que se selecciona y acondicionan las plantas donantes de los explantes a considerar. (George, Hall, & Jan-De Clark, 2008). Los principales factores que influyen sobre la calidad del explantes son: el tipo de órgano que servirá como explante, la edad ontogénica o fisiológica del

explante, se dice que los órganos jóvenes son los que tienen una mejor respuesta que los obtenidos de materiales adultos, la época del año en la que se recolecta el material, el tamaño de los explantes y el estado sanitario general de la planta donante (Pérez, 2009).

La correcta selección del explantes, de la planta madre, puede tener un importante efecto en el éxito del establecimiento de tejidos *in vitro*. Las plantas que están expuestas en el medio ambiente pueden estar contaminada por microorganismos, estas pueden lograrse descontaminar, pero algunos microorganismos son sistémicos al igual que los virus (Cassells, 1997).

2.8.2. Etapa 1. Establecimiento del cultivo.

En esta etapa se realiza la selección de los explantes así como también el proceso de asepsia (Pérez, 2009), ya que el éxito de los sistemas de propagación de plantas por biotecnología depende en gran medida del control y prevención de la contaminación microbiana (Alvarado, 1998). Como contaminantes frecuentes en el cultivo *in vitro* se mencionan a los hongos filamentosos, las bacterias y las levaduras (Cassells, 1997).

Para la desinfección de estructuras nodales en *Annona muricata*, Garcia Á. et. al, (2012) probaron la desinfección superficial con etanol al 70 % durante un minuto y posteriormente colocaron a diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio (0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 %), durante 15 minutos, con un buen resultado de brotamiento en una concentración de 1 %. Por otro lado, Los contaminantes más frecuentes en el cultivo *In vitro* son los hongos filamentosos, las bacterias y las levaduras (Cassells, 1991), por ello no es factible recomendar un procedimiento general para este propósito y se deben considerar de manera especial las especies vegetales y el tipo de explante.

La desinfección superficial incluye varios pasos: el lavado de los explantes con agua corriente, el empleo de etanol al 70 %, seguido de concentraciones variables de hipoclorito de sodio con gotas de tensoactivos para favorecer su penetración y actividad (Olmos, 2004). Los desinfectantes más comúnmente utilizados son el hipoclorito de sodio (NaClO), hipoclorito de calcio (CaClO), peróxido de hidrógeno (H₂O₂), etanol y bicloruro de mercurio (HgCl₂), los tres primeros se emplean en concentraciones de 1 a 3 % en tiempos de 10 a 20 minutos (F. Jiménez, 2004).

2.8.3. Etapa 2. Multiplicación

Etapa de proliferación de brotes y producción de brotes múltiples, en esta etapa; cada explante se ha expandido a un grupo de pequeños brotes; múltiples brotes son separados y trasplantados a un nuevo medio de cultivo (Hartmann et al., 2002). Los brotes se subcultivan cada 2 a 8 semanas y el material puede ser subcultivado varias veces en el nuevo medio para maximizar la cantidad de brotes producidos (Iliev et al., 2010). En esta etapa se recomienda evitar la formación de callos para evitar variación somaclonal, y es aquí donde los reguladores de crecimiento juegan un papel importante, existen tres vías de multiplicación: la organogénesis, embriogénesis somática y multiplicación por yemas, ápices o meristemos (Pérez, 2009).

2.8.4. Etapa 3. Enraizamiento

La etapa de enraizamiento prepara las plantas regeneradas para el trasplante de condiciones *in vitro* a *ex vitro* en salas de ambiente controlado, en el invernadero y, más tarde, a su ubicación definitiva; esta etapa puede implicar no solo el enraizamiento de los brotes, sino también el acondicionamiento de las plantas para aumentar su potencial de aclimatación y supervivencia durante el trasplante; la inducción de raíces adventicias se puede lograr ya sea *in vitro* o *ex vitro* en presencia de auxinas (Ostrolucká et al., 2007). La principal ventaja del arraigo *ex vitro* comparado con el enraizamiento *in vitro* es que es menos probable que ocurra daño en la raíz durante la transferencia al suelo, las tasas de producción de raíz a menudo son mayores y la calidad de la raíz se optimiza cuando el enraizamiento ocurre *ex vitro* (Bonga & Von Aderkas, 1992; George, Hall & J. D Clark, 2008).

2.8.5. Etapa 4. Aclimatación

Consiste en transferir las plantas a un ambiente donde no se tienen las condiciones ambientales totalmente controladas; en esta etapa la planta puede presentar varios tipos de estrés como hídrico, mecánico, entre otros (Pérez, 2009). El trasplante de plantas derivadas *in vitro* al suelo a menudo se caracteriza por tasas de supervivencia más bajas, antes de la transferencia de plantas enraizadas en el suelo a su ambiente final, deben ser aclimatadas en una sala de ambiente controlado o en el invernadero (Preece & Sutter, 1991; Rohr et al., 2003). Las plantas transferidas de condiciones *in*

vitro a *ex vitro*, experimentan una modificación gradual de la anatomía y morfología de la hoja, y sus estomas comienzan a funcionar (las estomas generalmente están abiertos cuando las plantas están en cultivo); las plantas también forman una capa protectora de cera epicuticular sobre la superficie de sus hojas, las plantas regeneradas se adaptan gradualmente a la supervivencia en su nuevo entorno (Donnelly & Tisdall , 1993).

2.9. MEDIO DE CULTIVO

El medio de cultivo contiene macroelementos, microelementos, vitaminas, fuentes de carbono, suplementos orgánicos (aminoácidos), reguladores de crecimiento y agentes gelificantes (Fossard, 1976). La composición del medio de cultivo depende de la especie de planta, el explante y el objetivo del experimento (Murashige & Skoog, 1962). El medio mas comun utilizado es el medio propuesto por Murashige and Skoog (Epstein, 1971).

2.9.1. *Macronutrientes*

los macronutrientes que se incluye en el medio de propagación *In vitro* son: nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) para un crecimiento satisfactoria de las plantas *In vitro* (Murashige y Skoog, 1962), estos elementos son esenciales para la planta; porque en ausencia del elemento mineral considerado, la planta es incapaz de completar su ciclo vital; la función que realiza dicho elemento no puede ser desempeñada por ningún otro mineral de reemplazo o de sustitución (Arnon y Stout, 1934).

2.9.2. *Micronutrientes*

los micronutrientes están compuestos por Hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), boro (B), cobre (Cu) and molibdeno (Mo). Donde el hierro usualmente es uno de los elementos más críticos ya que es muy difícil de disolverlos y es fácil de precipitarse luego de la preparación del medio (Murashige, Skoog, 1962). Para ello como solución ahora se preparan quelatos de hierro con el fin de que no se precipite (Steiner y Winden, 1970).

2.9.3. Carbono y Fuentes de Energía

Como una fuente común de carbono se utiliza la sucrosa en un porcentaje de 2-5 %, también se usan otros carbohidratos como la lactosa, galactosa, maltosa y fructosa (Vinterhalter y Vinterhalter , 1997). Se ha encontrado que los medios como melaza de caña de azúcar, extracto de banana y agua de coco pueden ser una buena alternativa para reducir costos. Estas en adición de azúcar, son fuentes de vitaminas e iones inorgánicos necesarias para el crecimiento (Zahed, 2000).

2.9.4. Vitaminas y Mioinositol

Algunas vitaminas son necesarias para el crecimiento normal y el desarrollo de las plantas, estas son requerido por las plantas como catalizadores en varios procesos metabólicos (Torres, 1989). Las vitaminas más utilizadas en los medios de cultivo para cultivos *In vitro* de plantas incluyen: tiamina (B1), ácido nicotínico y piridoxina (B6). La tiamina se usa en concentraciones que varían de 0.1 a 10 mg.l. El ácido nicotínico se usa en un intervalo de concentración de 0,1-5 mg.l y la piridoxina se usa a 0,1-10 mg.l (Ohira, Makoto y Ojima, 1976).

2.9.5. Aminoácidos

Los aminoácidos necesarios para un crecimiento óptimo generalmente son sintetizados por la mayoría de las plantas, proporcionan a las células vegetales una fuente de nitrógeno que se asimila fácilmente por los tejidos y las células más rápidamente que las fuentes de nitrógeno inorgánico. Los aminoácidos utilizados para potenciar el crecimiento celular en medios de cultivo incluidos; glicina a 2 mg.l, glutamina hasta 8 mM, asparagina a 100 mg.l. arginina y cisteína a 10 mg.l-1 y Ltyrosineat 100mg.l-1 (Torres , 1989).

2.9.6. Suplementos Orgánicos

Algunos medios se complementaron con suplementos naturales o extractos tales como hidrolizados de proteínas, leche de coco, extracto de levadura, extracto de malta, plátano molido, jugo de naranja y jugo de tomate, para evaluar su efecto sobre repotenciar el crecimiento. Una amplia variedad de extractos orgánicos ahora se agrega comúnmente a los medios de cultivo, como la del carbón activado que puede tener

efecto benéfico o nocivo (Fridborg y Eriksson, 1975). Se demostró que la presencia de carbón activado al 1 % en el medio aumenta en gran medida la hidrólisis de sacarosa durante la esterilización en autoclave, que causa la acidificación del medio de cultivo (Abobkar y Ahmed, 2012).

2.9.7. Agentes Solidificantes

Hay una serie de agentes gelificantes tales como agar, agarosa y goma gellan. Los geles de agar no reaccionan con los constituyentes de los medios y no son digeridos por las enzimas de las plantas. Se usa comúnmente en medios en concentraciones que varían entre 0.8-1.0 %. Agar contiene Ca, Mg y oligoelementos al comparar diferentes marcas de agar (Abobkar y Ahmed, 2012).

2.9.8. Reguladores de crecimiento

Las hormonas o reguladores de crecimiento son señales químicas que facilitan la comunicación entre las células y coordinan sus actividades. El control de la respuesta hormonal se lleva a cabo a través de cambios en la concentración y la sensibilidad de los tejidos a las hormonas (Segura, 2008). Juegan un papel vital en el alargamiento del tallo, el tropismo y el dominio apical. Generalmente se clasifican en los siguientes grupos; auxinas, citoquininas, giberelinas y ácido abscísico. Además, la proporción de auxinas a citoquininas determina el tipo y el grado de organogénesis en cultivos celulares de plantas (Murashige y Skoog, 1962)

2.10. FITORREGULADORES

2.10.1. Auxinas

La auxina (del griego: hacer crecer, incrementar) y cuya estructura química resultó ser la del ácido indolil-3-acético, comúnmente llamado ácido indolacético o AIA y es la mayor auxina natural encontrada en la planta (Segura, 2013; Taylor et. al, 2017); se encuentra en todos los tejidos de la planta; pero con una mayor concentración en áreas de crecimiento activo, como las hojas jóvenes, meristemos apicales y los frutos inmaduros (Jordan & Casaretto, 2006), permite el crecimiento y regulación en la formación de raíces (Jenik & Barton, 2005); regula el tropismo como Geotropismo, fototropismos y tigmotropismo (Esmon et al. 2005); reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo así lo que se denomina como

dominancia apical (Thimann 1977). También es el grupo de hormonas vegetales naturales y la forma comúnmente encontrados en las plantas; a parte del ácido indolacético (IAA), otras formas naturales de auxinas son el ácido 4-cloro-indolacético (4-ClIAA), ácido fenilacético (PAA), ácido indol butírico (IBA) y el ácido indol propiónico (Ludwig & Cohen, 2002).

2.10.2. Giberelinas

Las giberelinas (GAs o AG3) estimulan la elongación de las células y la división celular en los tallos y las hojas, en muchas ocasiones es necesario para la maduración de los frutos (Taylor et. al, 2017), afectan prácticamente a todas las fases del desarrollo, tanto al crecimiento vegetativo como al reproductivo; asimismo, suplen los requerimientos de luz o frío que precisan muchas semillas para germinar y, en los cereales, regulan la hidrólisis de las sustancias de reserva de las semillas (Segura, 2013). Promueven el desarrollo de las inflorescencias e induce la floración (Yu et al. 2004), inducen la germinación de las semillas que se encuentran en dormancia (Peng & Harberd 2002). Estimulan fuertemente la división y elongación celular en la porción sub-apical de los tallos, moviliza reservas en las semillas en proceso de germinación (Jordan & Casaretto, 2006).

2.10.3. Citoquininas

Las citoquininas anulan o reducen la fuerza de la dominancia apical y ayudan en la brotación de yemas axilares (Jordan & Casaretto, 2006); son las hormonas claves para inducir la formación de novo de brotes en diversos explantes *in vitro* (hojas, raíces, medula, cotiledones) (Skoog & Miller 1965) y están implicadas en la división celular, retrasan la senescencia de las hojas, promueven la movilización de nutrientes y ayudan a regular la síntesis de la fotosíntesis; pigmentos y proteínas, inhiben el crecimiento de la raíz. En este grupo se encuentra el Bencil amino purina (BAP), Kinetina (KIN) y otras más (Segura, 2013; Ördög Vince, 2011), donde la Kinetina, es un regulador de crecimiento vegetal sintético, es un subproducto de la degradación del ADN vegetal inducida por el calor, estas regulan la actividad de división celular dentro de la planta (Ördög Vince, 2011) y específicamente en el cultivo tejidos *in vitro*, permite obtener el mayor porcentaje de regeneración de plántulas, el mayor número de brotes / explantes y la mayor longitud de brotes por cada explante nodal (Abu-Romman et. al, 2015).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, distrito de Independencia-Provincia Huaraz-Región Ancash, durante 9 meses; de enero a octubre del año 2019.

3.2. MATERIALES

3.2.1. *Material Vegetal*

Los tubérculos de las papas amargas fueron introducidos desde Chuquibambilla-Grau-Apurímac, Los cuales fueron cultivadas en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias-Ciudad Universitaria de Shancayan para luego aprovechar los explantes de la papa (*Solanum tuberosum*), específicamente los segmentos nodales, de las variedades: *Ñuñu suntu* y *Waña*.

3.2.2. *Material Laboratorio*

- Bisturí.
- Mechero de alcohol.
- Bisturí.
- Alcohol 96°.
- Placas Petri.
- Bisturí.
- Mechero de alcohol.
- Vaso de precipitado viker.
- Mechero bunsen.
- Algodón.
- Probeta.
- Tijeras.

3.2.3. *Equipos*

- Cámara de flujo laminar.
- Destilador de agua.
- Balanza digital.
- Agitador magnético.
- Autoclave.
- pH-metro.
- Micropipeta manual.
- Refrigeradora

3.2.4. MEDIO DE CULTIVO

- Medio de sales minerales Murashige and Skoog.
- Reguladores de crecimiento (Kinetina y Bencil Amino Purina).
- Phytigel.
- Sacarosa

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Tipo de investigación

- Por su relación con la práctica: Aplicativa
- Por su carácter: Experimental

3.3.2. Población y muestra

3.3.2.1. Desinfección

Población: Papas amargas de las variedades de *Ñuñu suntu* y *Waña*.

Muestra: Constituido por 80 unidades experimentales, segmentos nodales de las variedades de *Ñunu Suntu* y 80 unidades experimentales *Waña*.

3.3.2.2. Efecto de las citoquininas BAP Y KIN

Población: Las papas amargas de las variedades *Ñuñu suntu* y *Waña*.

Muestra: En total se trabajó con una muestra de 150 unidades experimentales, constituidas por segmentos nodales de las dos variedades de papas amargas.

3.3.3. Hipótesis

Hipótesis nula: $X_1=X_2$, No existen diferencias estadísticas significativas entre efectos de los tratamientos de reguladores de crecimiento BAP y KIN sobre la multiplicación *in vitro* de las papas amargas.

Hipótesis alternante: $X_1\neq X_2$, existen diferencias estadísticas significativas para al menos algún tratamiento de los reguladores de crecimiento BAP y KIN sobre la multiplicación *in vitro* de papas amargas.

3.3.4. Diseño estadístico

El tipo de investigación es experimental y aplicada, y para realizar las comparaciones del efecto de los tratamientos (Ver. tabla 2), se ha empleado el Diseño Completamente al Azar

(DCA), para el análisis estadístico se trabajó con los promedios descritos en la Tabla 3. También se efectuó la prueba de comparación de medias de tukey ($\alpha=0.05$).

El modelo aditivo lineal tiene la siguiente estructura:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Valor observado en el i-ésimo concentración de citoquinina, j-ésima plántula de papa amarga.

μ : Efecto de la media general.

τ_i : Efecto del i-esimo concentración de citoquinina.

ε_{ij} : Efecto del error experimental en el i-ésimo concentración de citoquinina, j-ésima plántula de papa amarga.

Tabla 1. *Análisis de varianza (ANOVA) para diseño completamente al azar (DCA).*

Fuentes de Variación (FV)	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	Fc
Tratamientos	(t-1)	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r_j} - TC$	$\frac{SC (Trat.)}{GL (Trat.)}$	$\frac{CM (Trat.)}{CM (Error)}$
Error Experimental	(r-1) (t-1)	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} Y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r_j}$	$\frac{SC (Error)}{GL (Error)}$	
Total	rt-1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} Y_{ij}^2 - TC$		

3.3.5. Croquis experimental

Tabla 2. *Tratamientos aplicados a las variedades de papa amarga Ñuñu suntu y Waña.*

Concentración KIN					Concentración BAP				
K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄

tamaño menor a 1 mm; en un recipiente con agua de caño, para evitar que se deshidrate mientras dure el proceso.

b. Desinfección de los explantes inicial

La desinfección se inició con 40 explantes de yemas axilares o segmento nodal, procedimos a lavar con agua de caño. Con la ayuda de un agitador magnético y recipiente, se realizó el lavado de las yemas axilares con agua jabonosa al 1 %, agitándolo así por 10 minutos; e inmediatamente transcurrido el tiempo procedimos a realizar el enjuague. Para el mismo material, este proceso se repite tres veces y luego se pasa la desinfección en la cámara de flujo laminar.

En la cámara de flujo laminar, los explantes fueron sumergidos en alcohol al 70 % por 30 segundos, luego pasamos a la desinfección en agua destilada previamente autoclavado y con hipoclorito de sodio a una concentración de 1 y 0.75 % por 10 minutos. Por último, realizamos enjuagues continuos con agua destilada por 5 minutos y tres veces.

Terminada la desinfección se pasó a sembrar los explantes en frascos viales con 2 ml de medio M.S sólido, suplementado con sacarosa; solo con el fin de obtener más material para el trabajo posterior. Para las evaluaciones, se registraron como contaminados a los explantes cuyas estructuras se observe algún signo de patógeno (Figura 2).

c. Multiplicación

Para este proceso se utilizó el medio M.S (Murashige & Skoog, 1962) en todos los tratamientos. El medio base contenía M.S a sales completos (4,4 g/L), suplementado con sacarosa al 3 %, *Phytigel* como gelificante al 0.3 % y citoquininas. Como citoquininas se usó los reguladores de crecimiento, BAP y Kinetina a diferentes concentraciones de: 0, 1, 2, 3, 4 ppm (Tabla 2). el pH fue ajustado a 5.67; el medio fue esterilizado y autoclavado a 121 °C por 15 minutos y una presión de 1.45 atm.

Las condiciones de la cámara de cultivo son:

- Temperatura: 18 ± 2 °C y 16 Horas luz.

IV RESULTADOS

4.1. Desinfección

4.1.1. Variedad Ñuñu suntu (ÑS).

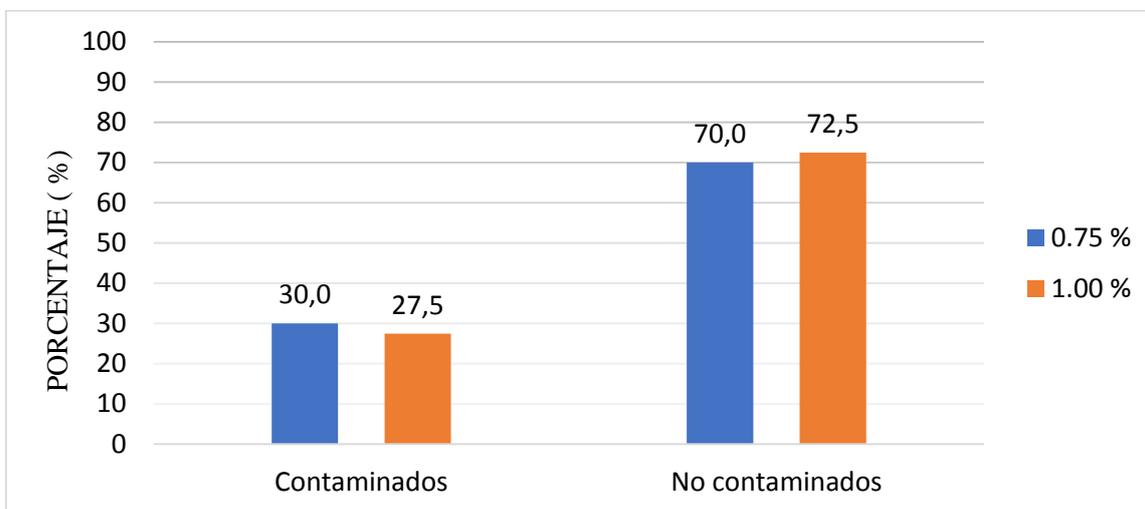


Figura 1. Porcentaje de contaminación a dos concentraciones de hipoclorito de sodio (ÑS) en la variedad de papa Ñuñu suntu.

De acuerdo a la figura 1, de las 40 explantes evaluadas, la concentración de 0,75 % de NaClO se encontró 30 % contaminación y 70 % de sobrevivientes. En tanto la concentración de 1 % de NaClO los contaminados fueron un 27 % y de sobrevivientes el 72,5 %. La contaminación se presentó a los 5 a 7 días de la siembra de los explantes, se pueden seguir presentando en los siguientes días. La evaluación se realizó luego de dos semanas después de la siembra.



Figura 2. Explantes contaminados, luego de la desinfección.

4.1.2. Variedad Waña (W).

Luego de evaluar a las dos semanas después de la siembra de los explantes *in vitro*, se encontró que el porcentaje de contaminados y no contaminados, de los explantes tratados con las diferentes concentraciones de Hipoclorito de sodio, es exactamente lo mismo, como se observa en la figura 3.

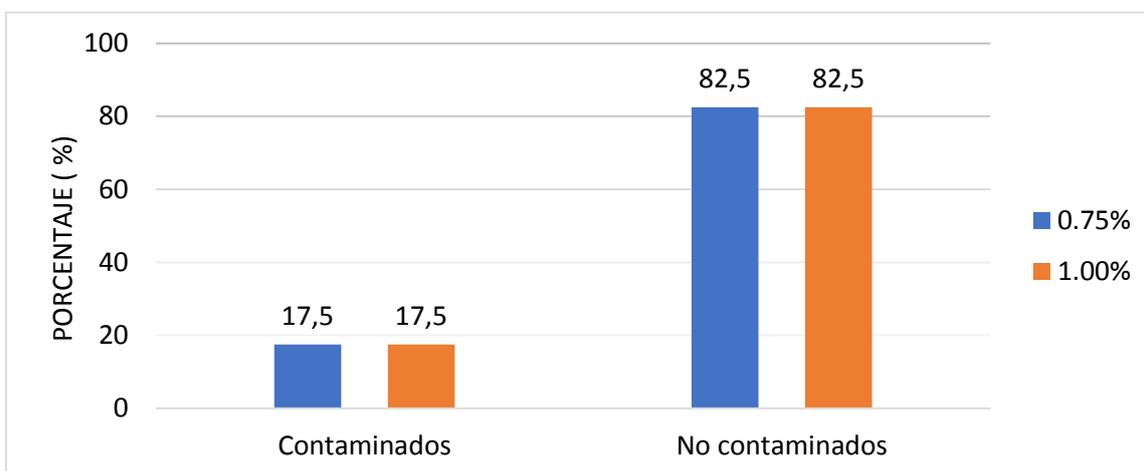


Figura 3 . Porcentaje de contaminación a dos concentraciones de hipoclorito de sodio variedad de papa Waña.

4.2. Efecto de los Reguladores de Crecimiento en la multiplicación *in vitro*

4.2.1. Papa amarga Ñunu suntu (ÑS)- Bencilaminopurina (BAP)

4.2.1.1. Número de nudos

Tabla 4. Análisis de Varianza para número de nudos (BAP-ÑS) a las 4 semanas del trasplante.

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	30,82	7,71	36,81 *
Error	10	2,09	0,21	
Total	14	32,91		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

De la tabla 4, el Análisis de varianza se trabajó con un 95 % de confiabilidad, donde el valor $P=0,00$ que es menor a $0,05$; por lo tanto, rechazamos la hipótesis de igualdad de medias para el número de nudos; esto indica que por lo menos con uno de los tratamientos de BAP el número de nudos es mayor en comparación a los demás.

Tabla 5. Comparaciones de medias del tratamiento para número de nudos método Tukey con 95 % confianza - (BAP-ÑS).

Tratamiento	N	Media	Agrupación
B0	3	6,43	
B1	3	3,50	A
B4	3	2,9	A
B3	3	2,73	A
B2	3	2,60	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

De la tabla 5, la concentración B0 presenta mayor cantidad de número de nudos, las demás concentraciones no se observan diferencias significativas, todas son iguales estadísticamente. Se puede observar también en la figura 4, el comportamiento del número nudos durante las evaluaciones.

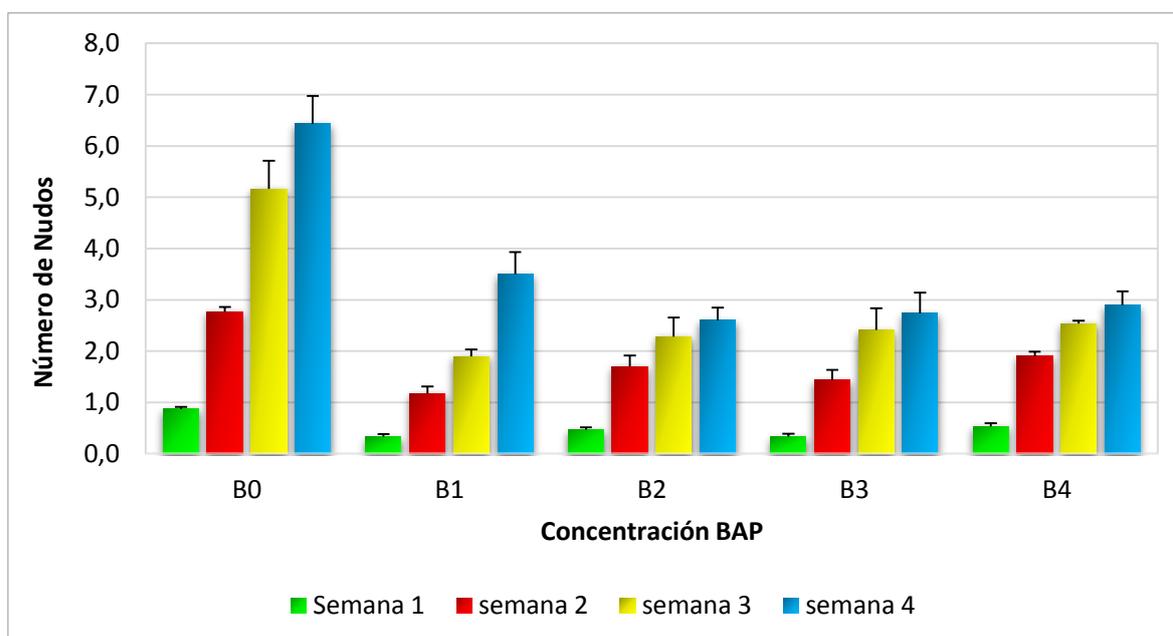


Figura 4. Efecto de los tratamientos de BAP sobre el número de nudos de la papa amarga *Ñuñu suntu* durante las 4 semanas de evaluación. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

De la Figura 4, se observa también que las desviaciones estándar crecen a medida pasan las semanas, esto ocurriría porque una a dos plantas crecía más rápido que el promedio; pero todo tienen un coeficiente de variación por debajo de 25 %.

4.2.1.2. *Tamaño de brote*

Tabla 6. *Análisis de Varianza para tamaño de brote (BAP-ÑS) a las 4 semanas del trasplante.*

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	25,35	6,33	167,54 *
Error	10	0,38	0,04	
Total	14	25,73		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

De la tabla 6 de análisis de varianza, con un grado de confiabilidad de 95 %, se tiene que el valor P es igual a 0,00 y es menor a 0,05; por lo tanto, rechazamos la hipótesis de igualdad de medias para el tamaño de brotes; esto indica que por lo menos con uno de los tratamientos de BAP obtenemos mayor tamaño de brotes en comparación a los demás. También se le somete a la prueba de tukey.

Tabla 7. *Comparaciones de medias del tratamiento para tamaño de brote método Tukey con 95 % de confianza.*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
B0	3	4,62	
B4	3	1,69	A
B4	3	1,33	A
B1	3	1,32	A
B3	3	1,24	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

Las diferencias estadísticamente significativas, ocurre entre el tratamiento B0 y B4 B1,B2,B3. Respecto al tratamiento B4 ese encuentra ligeramente por encima de los demás (B1,B2,B3), solo porque una de las repeticiones (mayor referencia ver tabla 3) tuvo tamaños de brotes por encima del promedio, lo cual repercutió en la media de todo el tratamiento. De acuerdo a la bibliografía y los demás resultados obtenidos, al comparar, se pudo haber obtenido este resultado porque los explantes utilizados; para una de las repeticiones del tratamiento B4, tenían una alta concentración de otra hormona regulador de crecimiento que lo llevó a crecer en por encima del promedio. De acuerdo a la figura 5, tuvo el mismo comportamiento en todas las semanas en cuanto al ritmo de crecimiento.

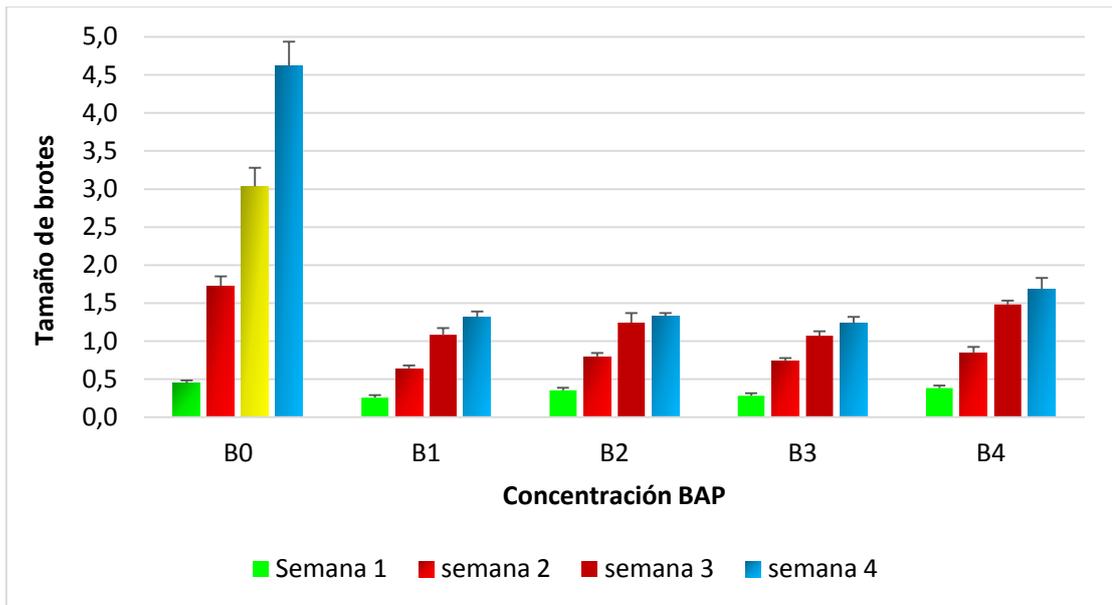


Figura 5. Efecto de los tratamientos de BAP sobre el tamaño de brote de la papa amarga *Ñuñu suntu* durante las 4 semanas de evaluación, donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).



Figura 6. Plántulas a la cuarta semana de evaluación con diferentes concentraciones de BAP, donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP)-Variedad *Ñuñu suntu*.

4.2.1.3. Número de raíces

De la figura siguiente, se observa el desarrollo del número de raíces principales para B0 (0 ppm BAP). Entre la primera y segunda semana, se tiene mayor proliferación de raíces, luego se vuelve estable a la cuarta semana. No ocurre lo mismo con las raíces secundarias, ya que siguen proliferándose y siempre van en aumento, pero luego de la cuarta semana la velocidad con la que se proliferan es más lenta. Solo para esta variedad, *Ñuñu suntu*; las raíces no se desarrollaron desde una concentración de 1ppm a 4ppm de BAP, tal como se observa en la Figura 7.

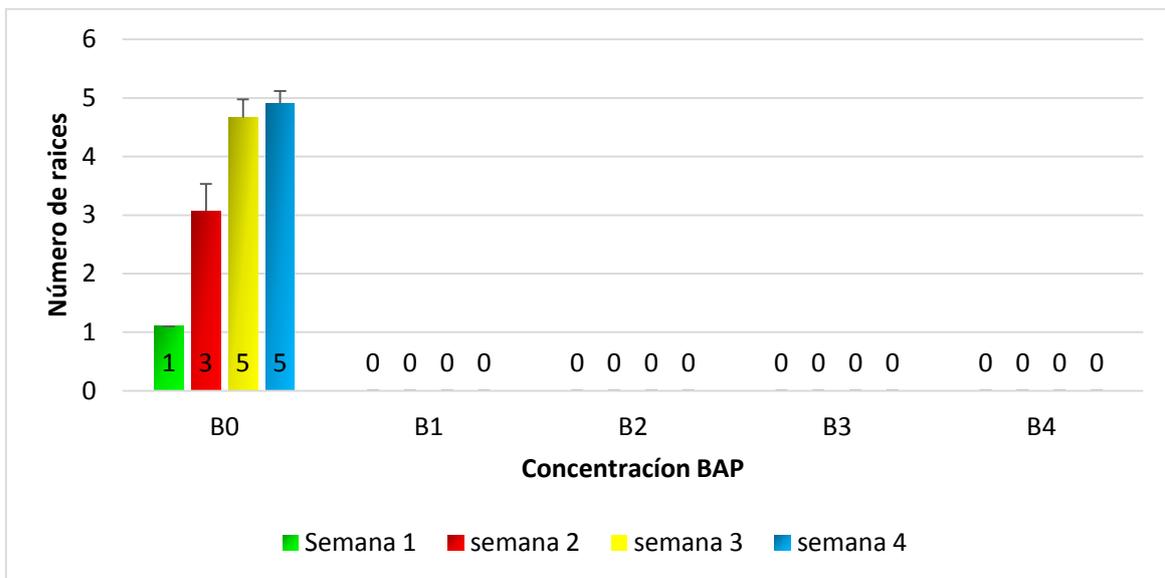


Figura 7. Número de raíces desarrollados en los explantes de la papa amarga *Ñuñu suntu* durante las 4 semanas de evaluación por efecto del BAP. donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

4.2.1.4. Longitud de raíces

En cuanto a la longitud de raíces, con la concentración B0 (0 ppm de BAP), estas se desarrollan a una velocidad promedio de 2,5 cm por cada semana que pasa, estas siguen desarrollándose aun luego de la cuarta semana, los cuales se enrollan dentro del frasco. Al final se observaron una gran cantidad de raíces secundarias, aunque las principales ya no sigan en aumento. Para los demás tratamientos, solo se forman callos en la base del explantes.

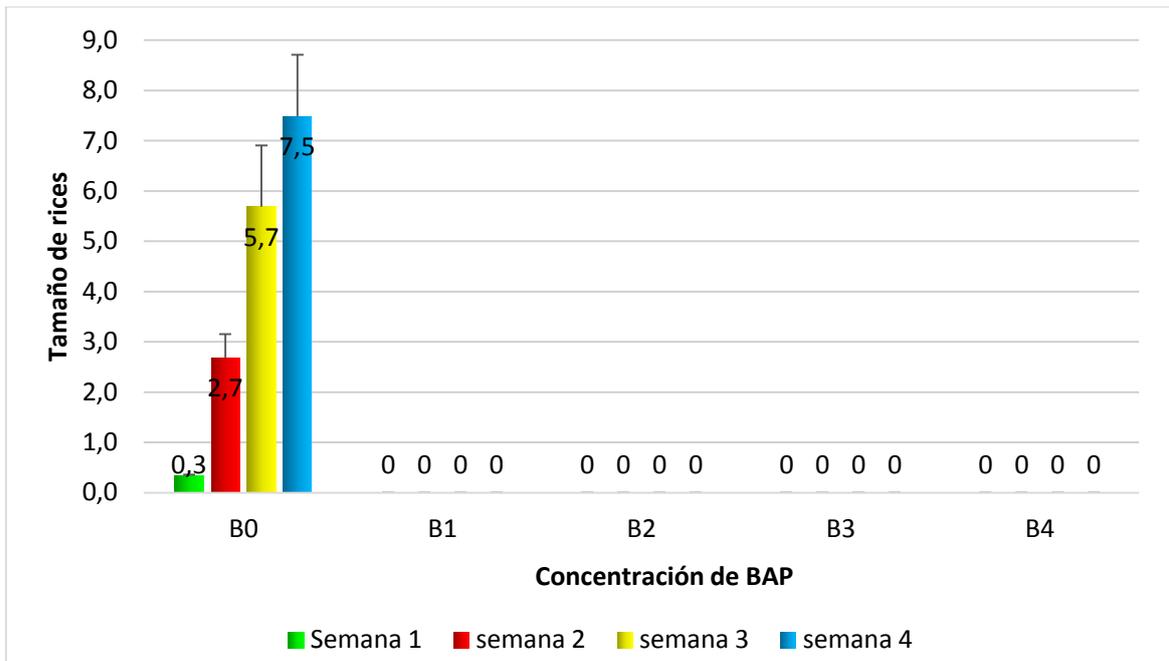


Figura 8. Tamaño de raíces desarrollados en los explantes de la papa amarga *Ñunu suntu* durante las 4 semanas de evaluación por efecto del BAP. donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2 (2,0 ppm BAP); B3 (3,0 ppm BAP); B4 (4,0 ppm BAP).

4.2.2. Papa amarga *Ñunu suntu* (ÑS)- Kinetina (KIN)

4.2.2.1. Numero de nudos

Tabla 8. Análisis de Varianza para número de nudos (KIN-ÑS) a las 4 semanas del trasplante.

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	10,14	2,53	7,57 *
Error	10	3,35	0,34	
Total	14	13,493		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

De la tabla 6 de análisis de varianza, con un grado de confiabilidad de 95 %, se tiene que el valor P es igual a 0,004 y es menor a 0,05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Para saber entre qué tratamientos hay diferencias, sometemos a la prueba de tukey.

Tabla 9. Comparaciones de medias del tratamiento para número de nudos método Tukey con 95 % de confianza (KIN-ÑS).

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
K0	3	6,43	A	
K1	3	5,40	A	B
K2	3	4,57	B	
K4	3	4,47	B	
K3	3	4,17	B	

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).

El tratamiento sin hormona y el tratamiento K1 estadísticamente son iguales, aunque en las medias se puede observar que es menor en una unidad respecto al que no tiene hormonas. En cuanto a los demás tratamientos (K2, K3, K4) son estadísticamente iguales para el número de nudos.

En la figura 8 ya se observan el comportamiento del número de nudos durante las evaluaciones, donde en los tratamientos K2, K3, K4, los nudos de los explantes se desarrollan más lento en comparación a los tratamientos K0 y K1; donde se pueden obtener mayor cantidad de nudos en cuatro semanas.

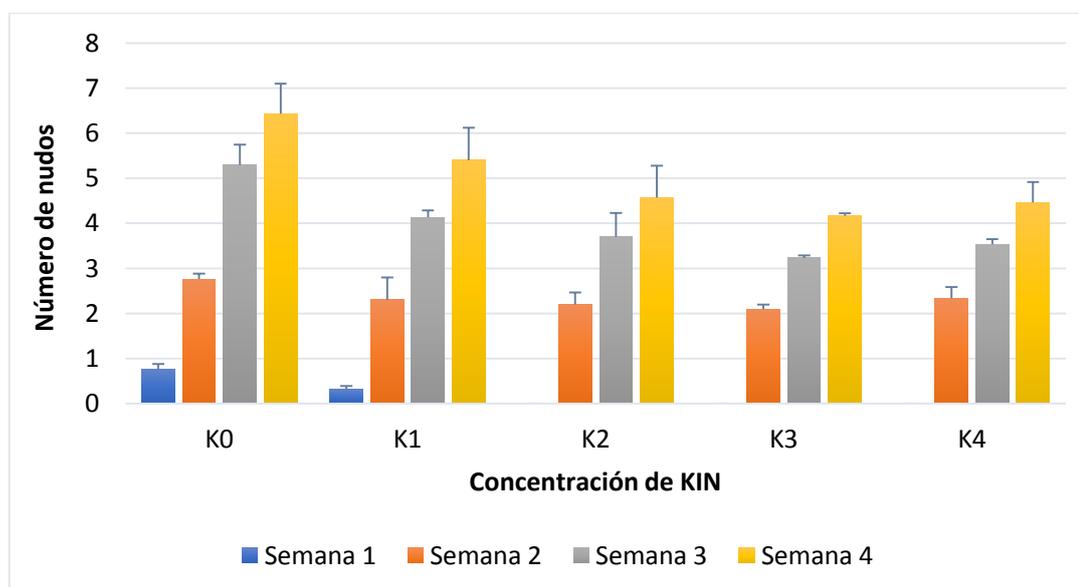


Figura 9. Efecto de los tratamientos de Kinetina sobre el número de nudos de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación.

4.2.2.2. *Tamaño de brotes*

Tabla 10. *Análisis de Varianza para tamaño de brotes (KIN-ÑS).*

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	8,36	2,09	22,65 *
Error	10	0,92	0,09	
Total	14	9,28		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

De la tabla 6 de análisis de varianza, con un grado de confiabilidad de 95 %, se tiene que el valor P es igual a 0,00 y es menor a 0,05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Para saber entre qué tratamientos hay diferencias, sometemos a la prueba de tukey.

Tabla 11. *Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para tamaño de brotes (KIN-ÑS).*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
K0	3	4,62	
K1	3	3,75	
K2	3	2,86	A
K3	3	2,83	A
K4	3	2,64	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

En cuanto al tamaño de brotes, de la tabla 11; el tratamiento K0 y K1 tiene los mejores tamaños, superando y estadísticamente diferentes entre sí, los demás pareciera que a medida que aumenta la concentración, el tamaño de las plántulas o brotes disminuyen, aunque estadísticamente son iguales, estas diferencias se pueden observar también en la figura 10 y 11.

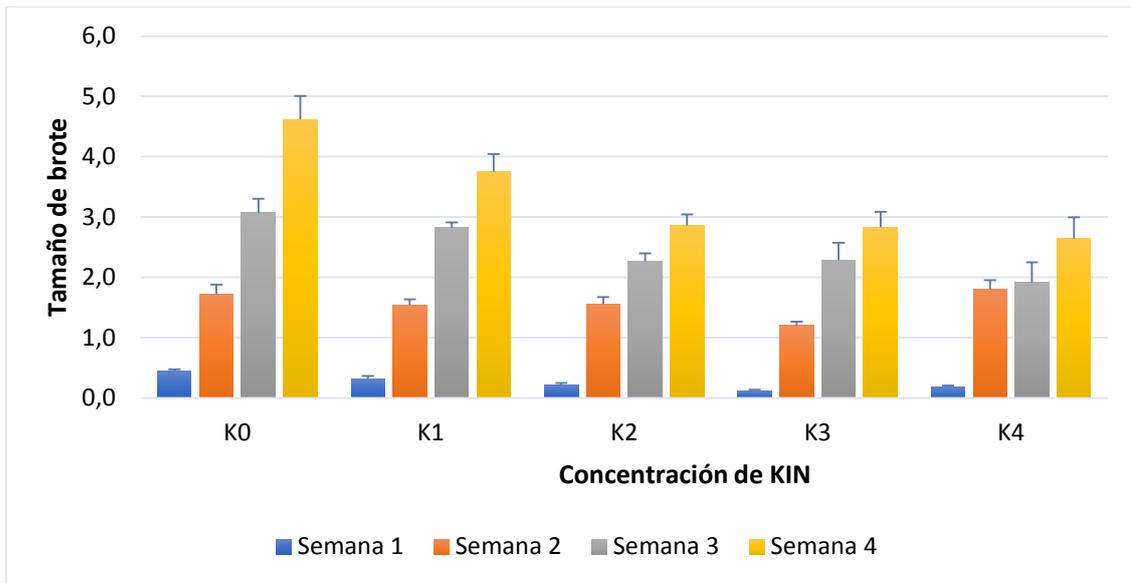


Figura 10. Efecto de la concentración de Kinetina sobre el tamaño de brote de la papa amarga *Ñuñu suntu* durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

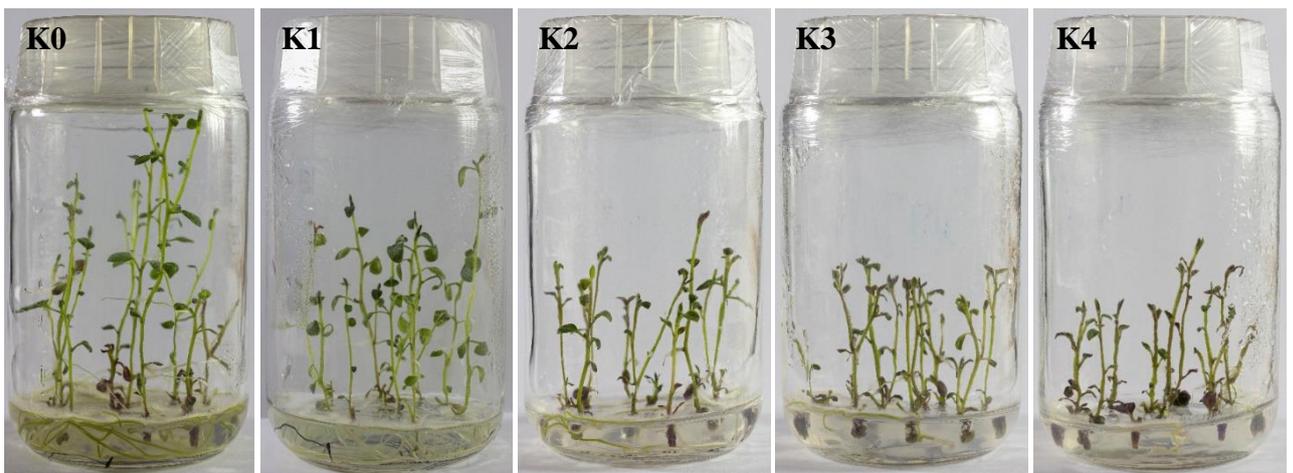


Figura 11. Plántulas variedad *Ñuñu suntu* a la cuarta semana de evaluación con diferentes concentraciones de Kinetina, donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

4.2.2.3. Numero de raíces

Tabla 12. *Análisis de Varianza para número de raíces (KIN-Waña) a las 4 semanas del trasplante.*

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	29,73	7,43	86,56 *
Error	10	0,86	0,08	
Total	14	30,59		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

De la tabla 6, el valor P es igual a 0,00 y menor a 0,05; lo que indica que nuestra hipótesis nula es rechazada y hay suficiente evidencia estadística de que las medias de los números de raíces son diferentes, para por lo menos uno de los tratamientos.

Tabla 13. *Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de raíces (KIN-ÑS).*

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
K0	3	4,40		
K1	3	1,50	A	
K2	3	0,82	A	B
K4	3	0,79	A	B
K3	3	0,70		B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

De la tabla 13, se tiene que el tratamiento sin hormona permite desarrollar mayor cantidad de raíces, los demás tratamientos indica que todos son iguales estadísticamente hablando, excepto el tratamiento K3 que difieren con tratamiento K1 que tiene el menor promedio en número de raíces. Esta tendencia se puede observar mejor en las figuras 12 y 14.

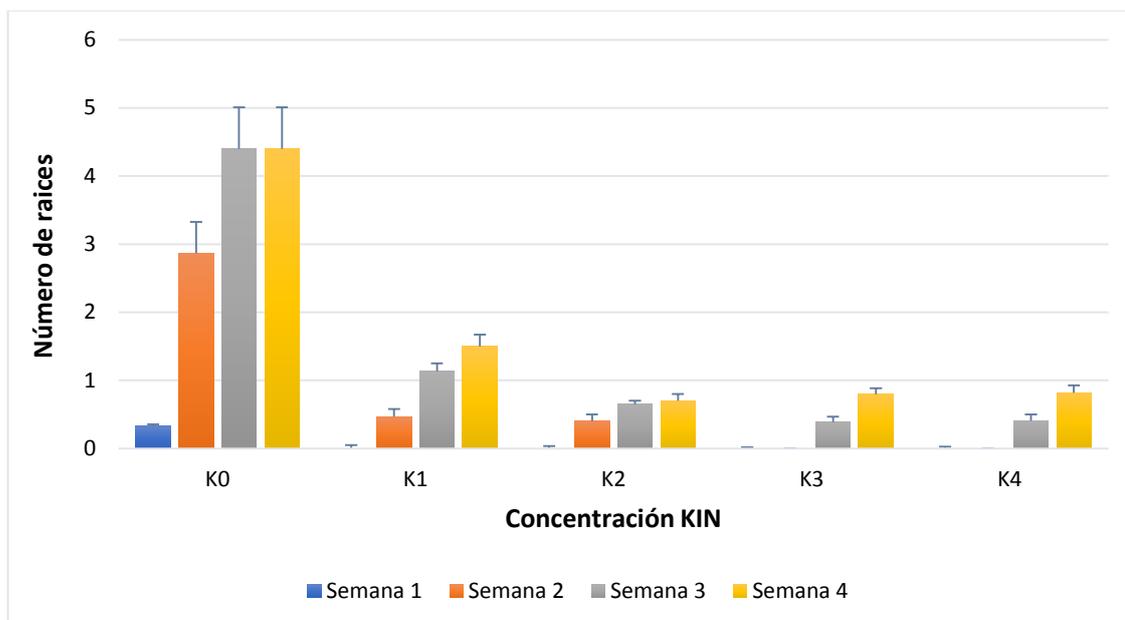


Figura 12. Efecto de la concentración de Kinetina sobre el número de raíz de la papa amarga *Ñuñu suntu* durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).

4.2.2.4. Longitud de raíces

Tabla 14. Análisis de Varianza para número de nudos (BAP-Waña) a las 4 semanas del trasplante.

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	86,24	21,56	214,69 *
Error	10	1,00	0,10	
Total	14	87,24		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

De acuerdo a la tabla 14, al ser el valor $P= 0,00$ y menor que $0,05$; se puede afirmar que hay diferencias estadísticamente significativas entre la media de los tratamientos, por lo menos con uno de los tratamientos.

Tabla 15. Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de raíces (KIN-ÑS).

Tratamiento	N	Media	Agrupación
K0	3	7,15	
K1	3	3,67	
K2	3	1,51	A
K4	3	0,96	A
K3	3	0,81	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).

Los tratamientos K0 y K1 presentan mayor cantidad de raíces, pero el tratamiento sin hormonas responde mejor en la formación de nuevas raíces. Para los tratamientos de concentración K2, K3 y K4 inhiben el desarrollo de nuevas raíces, también es notorio a simple vista como se observan en el gráfico de la figura 13 y en las fotos de la figura 14.

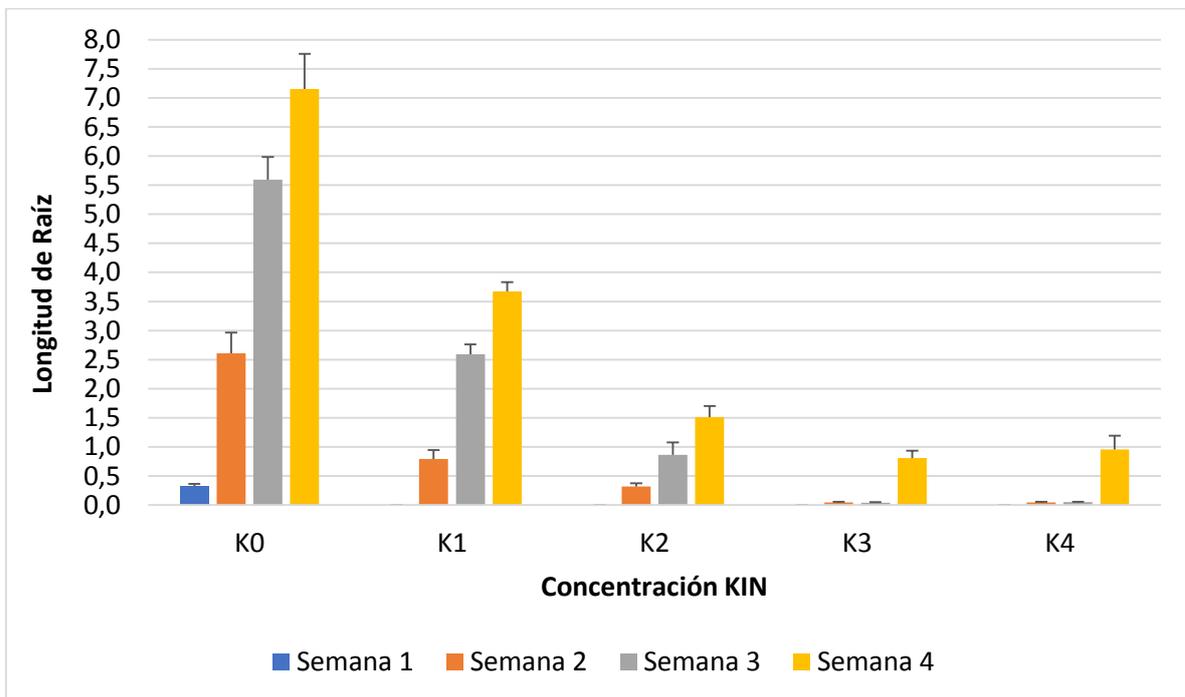


Figura 13. Efecto de la concentración de Kinetina sobre la longitud de raíces de la papa amarga Ñuñu suntu durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).

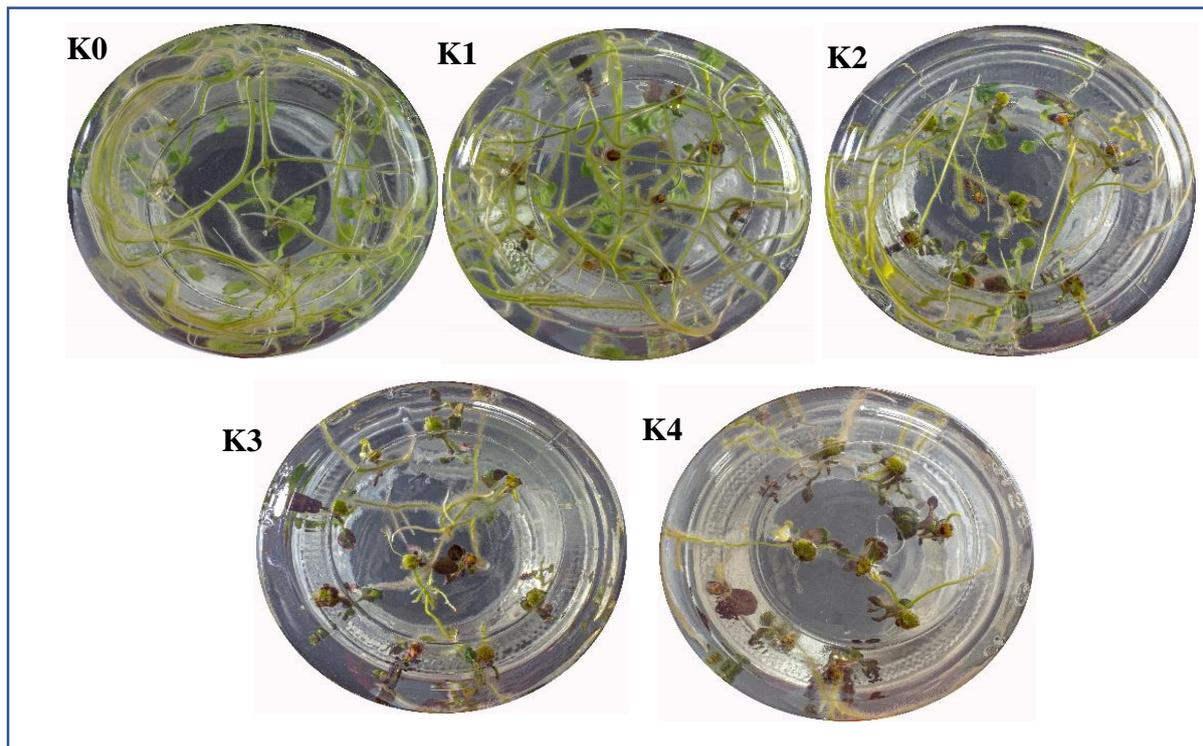


Figura 14. Raíces de las plántulas variedad *Nñu suntu* en las diferentes concentraciones de Kinetina, donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

4.2.3. *Papa amarga Waña (W)- Bencilamino purina (BAP)*

4.2.3.1. *Numero de nudos*

Tabla 16. *Análisis de Varianza para número de nudos (BAP-Waña) a las 4 semanas del trasplante.*

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	20,40	5,10	207,30 *
Error	10	0,25	0,03	
Total	14	20,65		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

De la tabla 16, se tiene que el valor p es menor que 0,05; de allí se puede afirmar que hay diferencias estadísticamente significativas por lo menos con uno de los tratamientos para el número de nudos por plántula.

Para el número de nudos, en el tratamiento B0 se obtiene mayor cantidad de nudos (5 nudos, ver tabla 17), los decimales solo son considerados con fines estadísticos; donde en los

tratamientos B1, B2 y B3 se obtienen la misma cantidad de nudos por plántula, estadísticamente hablando. Los nudos que se obtienen en los tratamientos B1, B2, B3 y B4 no tienen hojas desarrolladas (Ver figura 17)

Tabla 17. Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de nudos (BAP-Waña).

Tratamiento	N	Media	Agrupación
B0	3	5,01	
B1	3	2,50	A
B2	3	2,33	A
B3	3	2,26	A
B4	3	1,83	

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

En la figura 15 se observa que la primera semana y la última semana tuvieron mayor desarrollo de nudos por plántula, en cambio con el tratamiento sin hormonas (B0) y B1 el desarrollo es equidistante por cada semana que pasa.

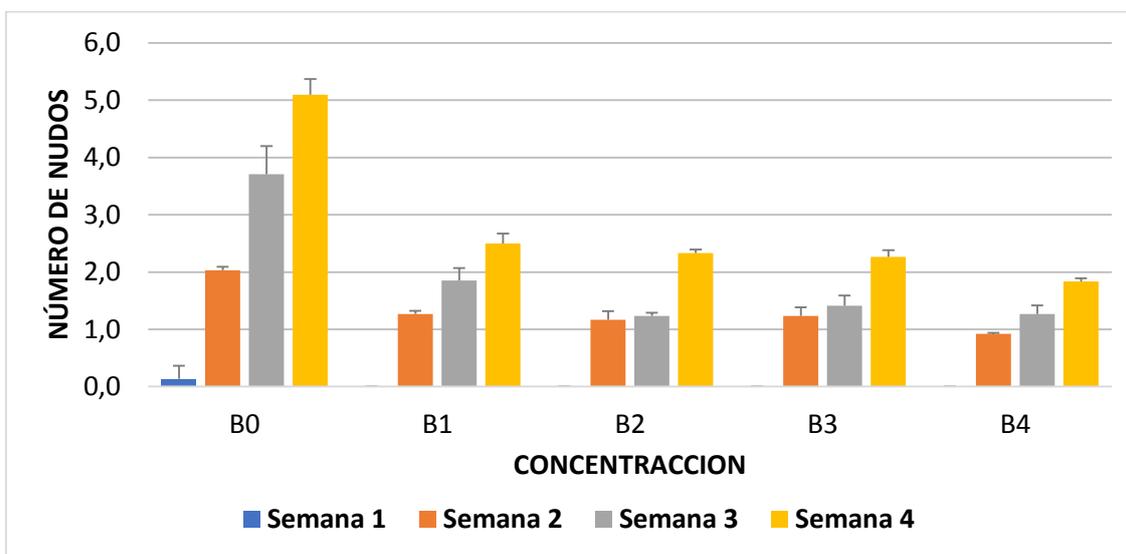


Figura 15. Número de nudos desarrollados, por efecto del BAP, en los explantes de la papa amarga Waña durante las 4 semanas de evaluación. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

4.2.3.2. *Tamaño de brotes*

Tabla 18. *Análisis de Varianza para tamaño de brote (BAP-Waña) a las 4 semanas del trasplante.*

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	41,09	10,27	313,66 *
Error	10	0,33	0,03	
Total	14	41,42		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

De la tabla 18 el valor p es menor que 0,05; por lo tanto, hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para el tamaño de brote o plántula.

La prueba de comparaciones de medias de tukey (Tabla 19), se observa que con el tratamiento B0 se obtienen plántulas de mayor tamaño, y estadísticamente es diferente de los demás tratamientos. Las diferencias se pueden observar también a simple vista, en las figuras 16 y 17

Tabla 19. *Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para tamaño de brote (BAP-Waña).*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
B0	3	5,51	
B1	3	1,98	A
B3	3	1,54	A B
B2	3	1,15	B
B4	3	1,1	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

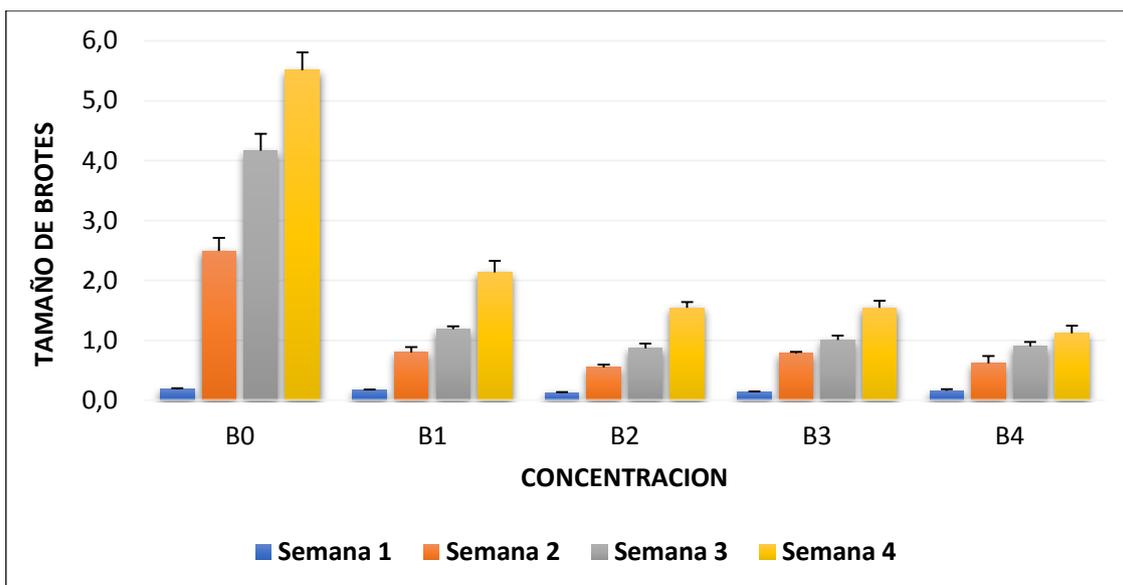


Figura 16. Tamaño de brotes desarrollados, por efecto del BAP, en los explantes de la papa amarga *Waña* durante las 4 semanas de evaluación. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

Para el tamaño de brote, hay una tendencia de que a medida que la concentración de BAP aumenta el tamaño disminuye, como se pueden observar en la tabla 19 y la figura 16. Esta variedad tiene una respuesta relativamente mejor a las concentraciones de BAP aplicadas (B1, B2, B3 y B4), en comparación al *Ñuñu suntu* (Figura 6), ya que en este caso se pueden observar hojas verdes (Figura 17) y son más robustas.

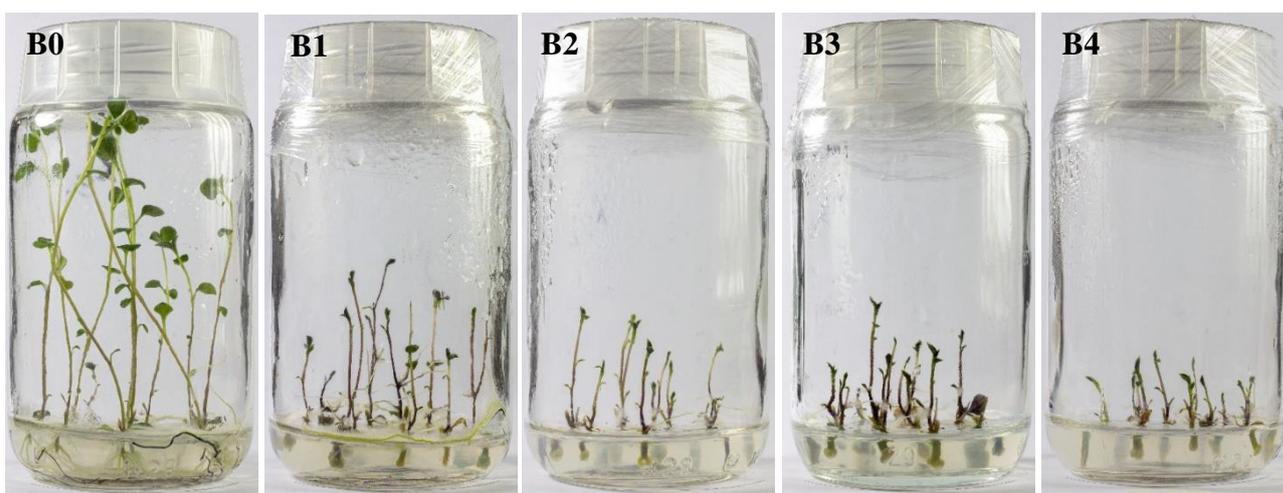


Figura 17. Plántulas a la cuarta semana de evaluación con diferentes concentraciones de BAP, donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP) – variedad *Waña*.

4.2.3.3. Numero de raíces

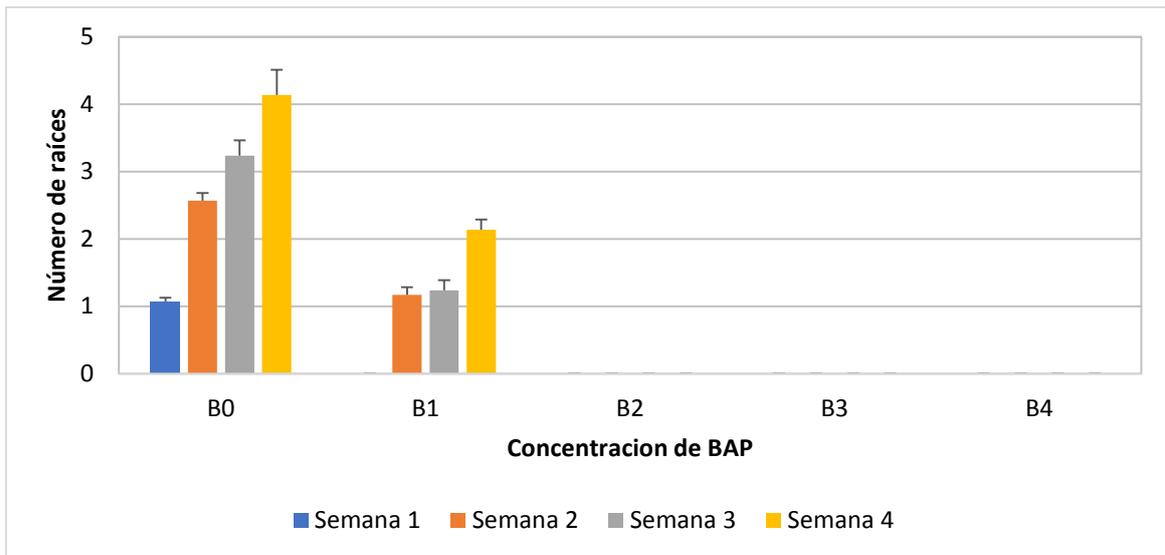


Figura 18. Numero de raíces desarrollados por efecto del BAP en la variedad Waña. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

La hormona BAP por encima de las concentraciones de 1ppm (B1) inhibe completamente el desarrollo de las raíces (Figura 18), no permite que salgan nuevas raíces.

4.2.3.4. Longitud de raíces

La elongación de las raíces también es inhibida drásticamente por el BAP (Figura 19), mientras con el tratamiento sin hormonas, la emisión de nuevos raíces y elongación inicia en la primera semana. En las fotos de la figura 20 se pueden observar a simple vista esta característica.

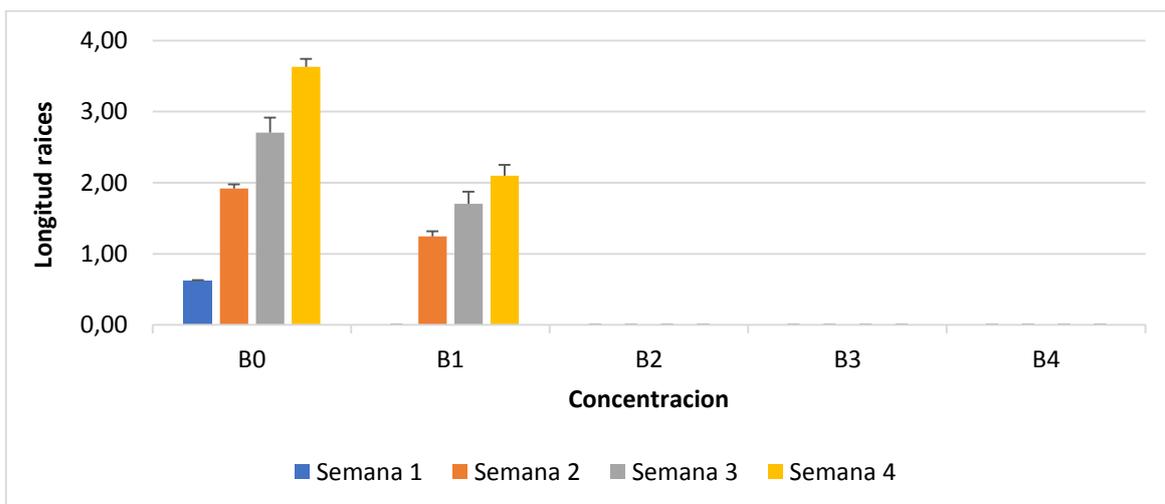


Figura 19. Longitud de raíces durante las cuatro semanas de evaluación por efecto del BAP. Donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

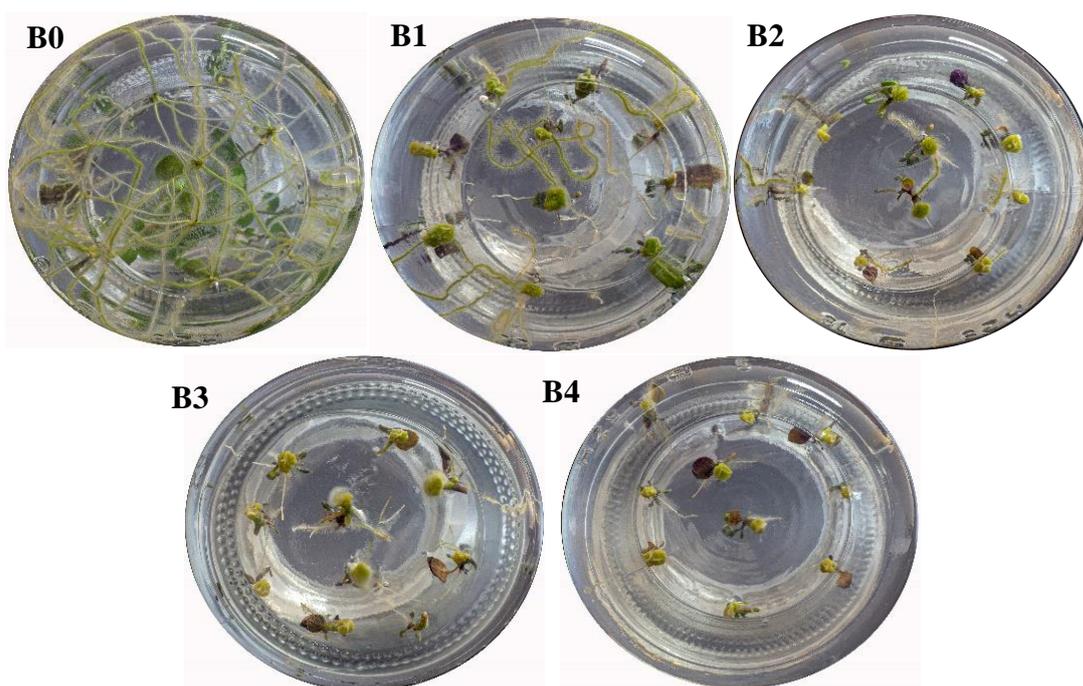


Figura 20. Raíces de las plántulas variedad *Waña* en las diferentes concentraciones de Kinetina, donde: B0 (0,0 ppm BAP); B1 (1,0 ppm BAP); B2(2,0 ppm BAP); B3(3,0 ppm BAP); B4(4,0 ppm BAP).

4.2.4. Papa amarga *Waña* (W)- Kinetina (KIN)

4.2.4.1. Numero de nudos

Tabla 20. Análisis de Varianza para número de nudos (KIN-*Waña*) a las 4 semanas del trasplante.

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	22,08	5,52	79,74 *
Error	10	0,69	0,07	
Total	14	22,78		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

Del cuadro de análisis de varianza, se tiene que el valor p es menor que 0,05; lo que indica que por lo menos con uno de los tratamientos hay diferencias estadísticamente significativas.

Las diferencias estadísticas que se detectan en el ANOVA, en la prueba de comparaciones de tukey se tiene que el tratamiento sin hormonas permite el desarrollo de mayor cantidad de

nudos, en seguida se encuentra el tratamiento K1, que no permite el desarrollo normal de nudos, luego K3, K2 y K4 tienen un efecto inhibitor con mayor repercusión.

Tabla 21. Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de nudos (KIN-Waña).

Tratamiento	N	Media	Agrupación
K0	3	5,33	
K1	3	3,79	
K3	3	2,33	A
K2	3	2,30	A
K4	3	2,25	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

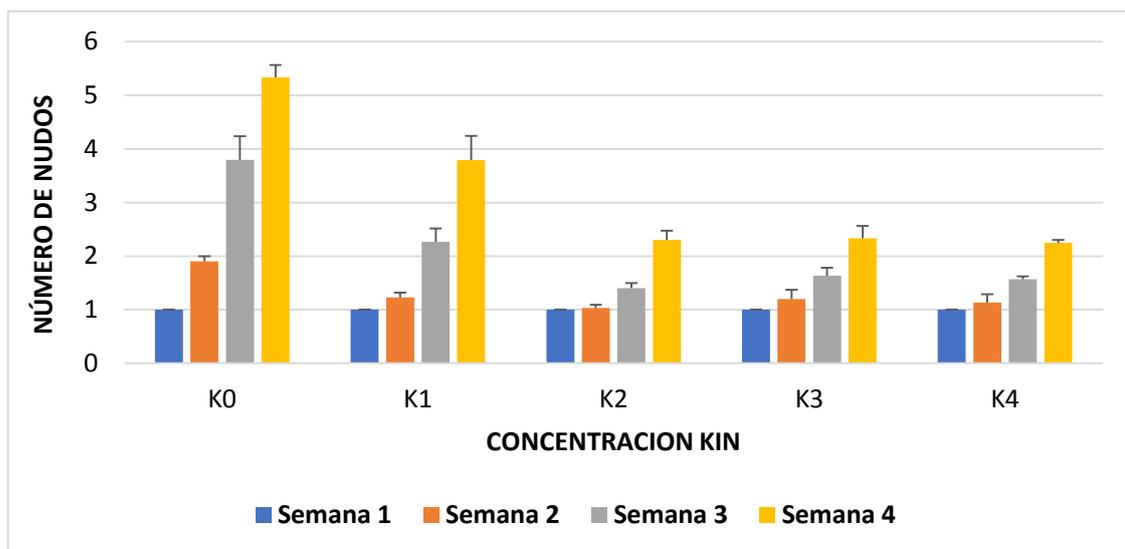


Figura 21. Número de nudos desarrollados, por efecto de la Kinetina, en los explantes de la papa amarga Waña durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).

En todos los casos, durante las cuatro semanas, la papa amarga waña se desarrolla de forma escalonada (Figura 21), lo que indica que la kinetina solo retrasa su desarrollo de nudos, por lo tanto, también el desarrollo de las plántulas.

4.2.4.2. Tamaño de brotes

Tabla 22. Análisis de Varianza para tamaño de brote (KIN-Waña) a las 4 semanas del t

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	38,34	9,58	138,82 *
Error	10	0,69	0,07	
Total	14	39,03		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

El valor p es menor que 0,05 (Tabla 22), indica que hay diferencias estadísticamente significativas por lo menos entre uno de los tratamientos. En la tabla 23 se obtienen entre quienes existe la diferencia, esta diferencia se observan entre K0, K1 y los demás tratamientos. Se pueden ver las diferencias también en las figuras 22 y 23.

Tabla 23. Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para tamaño de brote (KIN-Waña).

Tratamiento	N	Media	Agrupación
K0	3	5,29	
K1	3	2,41	
K4	3	1,32	A
K2	3	1,13	A
K3	3	1,07	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

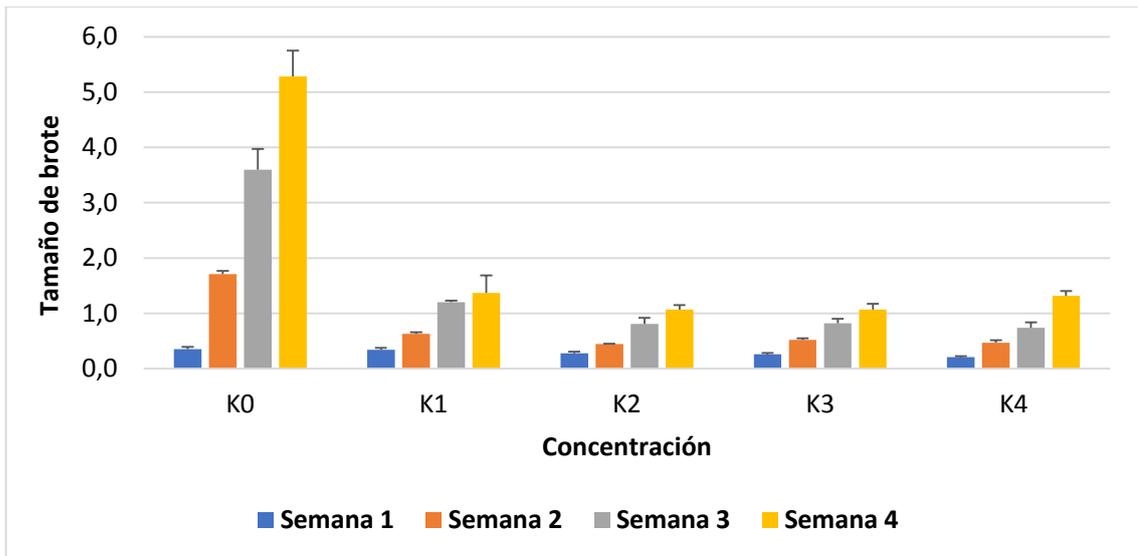


Figura 22. Tamaño de brotes desarrollados, por efecto de la Kinetina, en los explantes de la papa amarga *Waña* durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

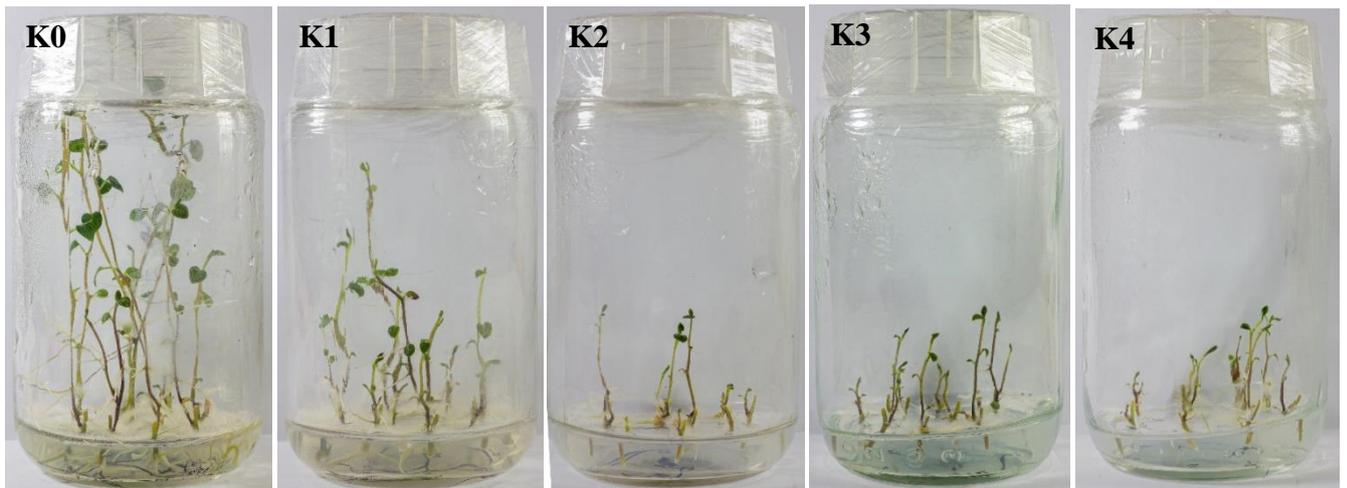


Figura 23. Plántulas de *Waña* a la cuarta semana de evaluación con diferentes concentraciones de BAP, donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).

Para el número de nudos y tamaño de brotes, las tablas 21 y 23 muestran el mismo patrón de comportamiento, de acuerdo a los resultados sometidos a la prueba de tukey. De estas respuestas, tenemos que una concentración de 2ppm, 3ppm y 4ppm de Kinetina afecta drásticamente el desarrollo aéreo de las plántulas, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre ellas y el tamaño de las plántulas en la concentración de 1 ppm de kinetina, disminuye en la mitad respecto al tratamiento B0.

4.2.4.3. Número de raíces

Tabla 24. Análisis de Varianza para número de raíces (KIN-Waña) a las 4 semanas del trasplante.

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	14,99	3,74	90,37 *
Error	10	0,41	0,04	
Total	14	15,41		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

El valor P es menor que 0,05 (Tabla 24); lo que indica que hay diferencias estadísticamente significativas para por lo menos unos de los tratamientos. En la tabla 25 de comparaciones de medias de tukey, se observa que el tratamiento K0 permite el mejor desarrollo de raíces, respecto a los demás tratamientos, inhibieron el desarrollo de raíces, pero no completamente, pero el desarrollo de las raíces es lenta.

Tabla 25. Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para número de raíces (KIN-Waña).

Tratamiento	N	Media	Agrupación
K0	3	3,56	
K1	3	1,37	A
K2	3	1,11	A
K4	3	0,97	A
K3	3	0,93	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

En la figura 20 se observa para el tratamiento B0, que las raíces dejan de crecer con la misma intensidad luego de la cuarta semana, esto es solo porque el frasco ya está inundado de raíces secundarias bien desarrolladas (Figura 26)

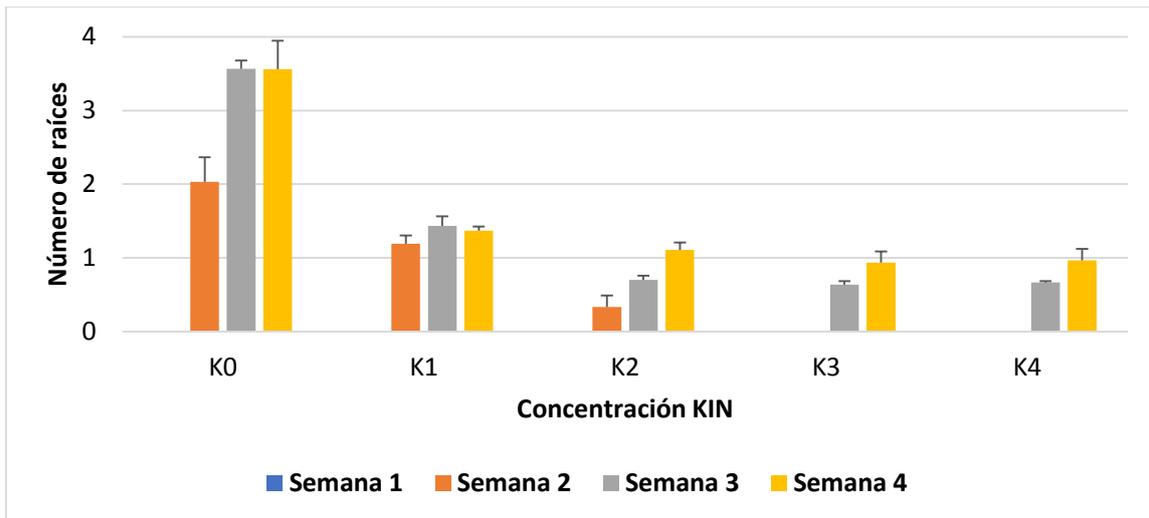


Figura 24. Numero de raíces desarrollados, por efecto de la Kinetina, en los explantes de la papa amarga *Waña* durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).

4.2.4.4. Longitud de raíces

Tabla 26. Análisis de Varianza para número de raíces (*KIN-Waña*) a las 4 semanas del trasplante.

FUENTES DE VARIACION	GL	SC	MC	F
Tratamiento	4	37,19	9,30	218,61 *
Error	10	0,42	0,04	
Total	14	37,62		

Nota: GL=Grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= Cuadrados medios; * = Significancia.

Al ser p menor que 0,05 (Tabla 26); podemos afirmar que por lo menos hay un tratamiento que es diferente a los demás tratamientos. Al someter a la prueba de tukey (Tabla 27), se tiene que la kinetina inhibió también la elongación de las raíces, mientras el tratamiento K0 promovió el normal crecimiento. El tratamiento K1, permite la elongación, pero retrasa el crecimiento normal, lo mismo sucede con los demás tratamientos; pero tiene un efecto más fuerte.

Tabla 27. Comparaciones medias de tratamiento de Tukey a una confianza de 95 % para longitud de raíces (KIN-Waña).

Tratamiento	N	Media	Agrupación
K0	3	4,38	
K1	3	2,94	
K2	3	0,90	A
K4	3	0,48	A
K3	3	0,43	A

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

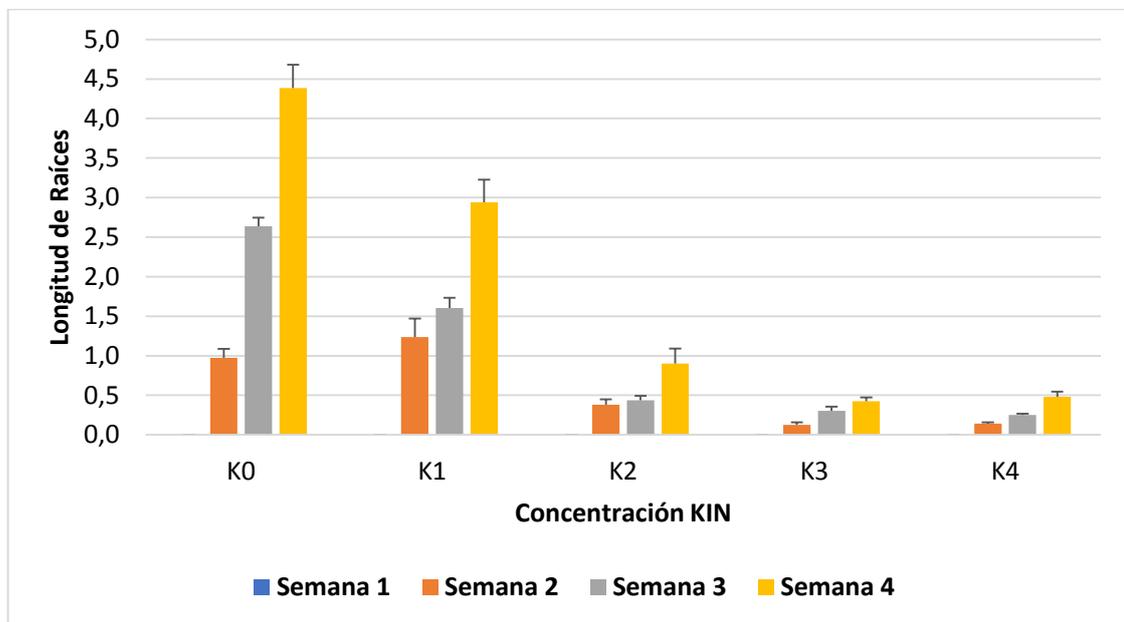


Figura 25. Longitud de raíces desarrollados, por efecto de la Kinetina, en los explantes de la papa amarga *Waña* durante las 4 semanas de evaluación. Donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2(2,0 ppm Kinetina); K3(3,0 ppm Kinetina); K4(4,0 ppm Kinetina).

En la primera semana después de la siembra del explante, la papa waña no emitió raíces; pero se luego se desarrolla rápidamente (Tabla 25, K0), viéndose mayor actividad entre la tercera y la cuarta semana tanto para K0 y K1. Este fenómeno se observa mejor en el tratamiento K1, donde la diferencia de crecimiento de raíces entre la segunda y tercera semana varia levemente, pero luego a la cuarta semana el crecimiento mayor.

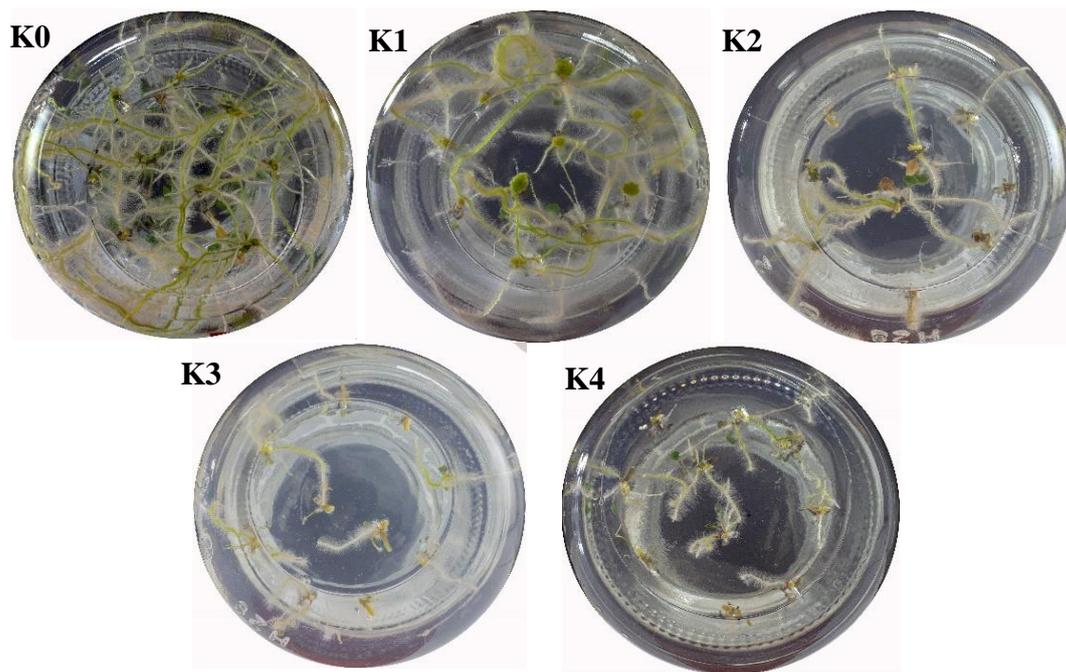


Figura 26. Raíces de las plántulas variedad *Waña* en las diferentes concentraciones de Kinetina, donde: K0 (0,0 ppm Kinetina); K1 (1,0 ppm Kinetina); K2 (2,0 ppm Kinetina); K3 (3,0 ppm Kinetina); K4 (4,0 ppm Kinetina).

V DISCUSIONES

La mayor parte de las plantas contaminadas fueron por los hongos filamentosos y las levaduras (Figura 3); esto corrobora lo mencionado por Cassells, (1997) y Rodriguez et, al (2008) que obtuvieron el mismo resultado de que los contaminantes más frecuentes son principalmente los hongos filamentosos, las bacterias y levaduras.

Por otro lado, F. Jiménez et. al, (2004) argumenta que los desinfectantes comúnmente utilizados son el hipoclorito de sodio (NaClO), hipoclorito de calcio (CaClO), y se utiliza en un rango de 1 a 3 % para los casos anteriores, pero para este trabajo se utilizó solo el hipoclorito de sodio (NaClO) al 0.75 % y 1 %, y el alcohol de 96°, obteniendo resultados aceptables; y son insumos más comerciales y fáciles de adquirir. En cuanto a la metodología de desinfección utilizada, se usó la metodología propuesta por Olivera et al, (2016), pero como menciona (Olmos et al, 2004) no hay una metodología de desinfección general, que funcione para todas las plantas, es necesario considerar las especies de plantas y el tipo de explante utilizado.

Para efectos de las hormonas reguladores de crecimiento, BAP y KIN; Koleva et al., (2012), obtuvo mejores resultado en la formación de plántulas *in vitro* de mayor tamaño en papa (*Solanum tuberosum*) con una concentración hormonal de 2 ppm de BAP y 4ppm de KIN, lo que no ocurre en la multiplicación *in vitro* de las papas amargas (*Ñuñu suntu* y *Waña*), ya que se obtuvo mejores resultados para tamaños de brotes, número de nudos, número de raíces y tamaño de raíces; en un medio basal sin Hormonas (0 ppm de BAP y 0 ppm de KIN). Por otra parte, Goodwin , Kim y Adisarwanto (1980); en la multiplicación de brotes a partir de brotes de tubérculos de papa, encontraron buenos resultados con una concentración de 5 ppm de Kinetina pero con una adición de 0.01 ppm de giberelina, y en cuanto a la concentración de BAP, Dorian y Chavarría (2016) encontraron mejor respuesta para el tamaño de plántulas y número de nudos con una concentración de 1 ppm de BAP adicionado 0.2 ppm de giberelina. Y en cuanto a la proliferación de las raíces y tamaño de raíces, se encontró buen resultado en los medios basales sin citoquininas (BAP y Kinetina), ya que estas inhiben el crecimiento de la raíz, también el número de raíces confirmando lo mencionado por (Segura, 2013; Ördög Vince, 2011), a la vez afirman que modifican la dominancia apical y promueven el crecimiento de las yemas laterales y mayor número de brotes por explante y mayor longitud de brotes por cada explante nodal (Abu-Romman et. al, 2015); y para el caso de las papas amargas con la que se trabajó, tanto con BAP y Kinetina, no se observaron yemas laterales como se ven en las figuras 6, 11, 17 y 23.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- ❖ Para la desinfección de los explantes recolectadas para establecimiento *in vitro* de la papa amarga (*Ñuñu suntu* y *Waña*), es indiferente utilizar una concentración al 1 % o 0.75 % de hipoclorito de sodio, y no es necesario subir la concentración de 0.75 % a más, al menos en estas variedades de papas amargas.
- ❖ No es necesario utilizar las hormonas Bencilaminopurina (BAP) y Kinetina (KIN) para fines de multiplicación *in vitro* de las papas amargas (*Ñuñu suntu* y *Waña*), porque estas hormonas inhiben el desarrollo de brotes, nudos, número de raíces y longitud de raíces.
- ❖ El efecto inhibitorio de la hormona Bencilaminopurina (BAP) sobre el desarrollo y crecimiento de plántulas *in vitro* (raíz, tallo y nudos) es más fuerte que el efecto ejercida por la Kinetina (KIN), a las mismas concentraciones aplicadas.
- ❖ Cada variedad de papa reacciona de diferentes maneras a ciertas concentraciones de hormonas, y no se puede utilizar una única recomendación de concentración de hormonas, para la multiplicación *in vitro* de todas las variedades de papa que existen.

6.2. RECOMENDACIONES

- ❖ En la desinfección de explantes de papas amargas, utilizar agua destilada al 0.75 % de hipoclorito de sodio; ya que, en términos monetarios, esto permitirá reducir los costos de producción en el establecimiento *in vitro* de papas amargas (*Ñuñu suntu* y *Waña*), a la vez recomendar utilizar la metodología de desinfección hecha en este trabajo.
- ❖ Si se desea obtener mayor cantidad de brotes por explantes o plántulas con muchos nudos, en una multiplicación *in vitro*; no utilizar las citoquininas, específicamente BAP y KIN, ya que estas hormonas retardan el crecimiento y desarrollo de las plántulas, para este caso tampoco no proliferó brotes. En cambio, si se desea retardar el envejecimiento de la plántulas o fines de conservación por un periodo de tiempo largo; es recomendable usarlas, BAP para periodos largos y Kinetina por periodos relativamente más cortos al BAP.
- ❖ Seguir realizando más investigaciones en las variedades de papas amargas, con otras concentraciones de hormonas y en combinación con otras hormonas, para ver si se obtienen otros resultados, ya que hay algunos autores y en otras especies de papas como el *Solanum tuberosum*, han obtenidos buenos resultados utilizando el BAP y KIN.

VII BIBLIOGRAFÍA

- Abu-Romman, M., Saeid & Al-Hadid, Khaldoun & R. Arabiyyat, & Abdullah. (2015). Kinetin Is the Most Effective Cytokinin on Shoot Multiplication from Cucumber. *Journal of Agricultural Science*, 159-165. doi:10.5539/jas.v7n10p159
- Alvarado, Y. (1998). Contaminación microbiana en el cultivo in vitro de. En J. N. Pérez, *Propagación y mejora genética de plantas* (págs. 81–104). Santa Clara. Cuba: Instituto de Biotecnología de las Plantas.
- Anoop, B., & Chauhan, J. (2009). Effect of growth regulator on meristem-tip development and in vitro multiplication of potato cultivar 'Kufri Himalini'. *Nature Science*(7), 31–34.
- Bonga, J., & Von Aderkas, p. (1992). *In vitro Culture of Trees*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Bonifacio A., P. Ramos, M. Alcon, & J. Gabriel. (1991). Germoplasma de papa amarga y caracterización. *PROINPA*, 118-129.
- Bonifacio F., A. (1991). Germoplasma de papa amarga y caracterización preliminar en el altiplano Boliviano. En I. M. Perú-Bolivia, J. Rea, & J. Vacher (Edits.), *La papa amarga* (págs. 27-31). La Paz, Bolivia.
- Canahua, A. (1998). *Producción y promoción de semilla de papas*. Puno, Perú: CEDECUM-CIP.
- Canqui, F., & Morales, E. (2009). *Conocimiento Local en el cultivo de la papa*. (A. Aleman, & S. Cabrera, Edits.) Cochabamba, Bolivia: Fundación PROINPA.
- Cassells, C. A. (1997). *Pathogen and Microbial Contam-*. New York: Human Press.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2006). *Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Perú*. (R. Ying de Salazar, Ed.) Huancavelica, Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (13 de Setiembre de 2018). *Papa: Centro Internacional de la Papa*. Obtenido de Centro Internacional de la Papa: <https://cipotato.org/es/potato/>
- Donnelly, D., & Tisdall, L. (1993). *Micropropagation of Woody Plants*. (M. Ahuja, Ed.) Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Dragan Vinterhalter, Branka Vinterhalter, & Ivana Dragievi. (2008). Potato in Vitro Culture Techniques and Biotechnology. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 17- 40.

- El Dessoky, S., Attla , O., Small, A., & Ehab , I. (2016). In vitro Propagation of Potato under Different Hormonal Combinations. *International Journal of Advanced Research*, IV(1), 684– 689.
- Estrada , R., Tovar , P., & Dodds , J. (s.f.). Induction of in vitro tubers in a broad range of potato genotypes. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 7, 3-10.
- Estrada, N. (1991). Importancia genética de las papas amargas. 11-14.
- Estrada, R., Tovar, P., & Doods, H. (1986). Induction of in vitro tubers in. *Plant Cell, Tissue and Organ*, 7, 3-10.
- F. Jiménez, R. B. (2004). Establecimiento in vitro de ápices y segmento nodales de *Swietenia macrophylla* King. *Instituto de Biotecnología de las Plantas*, 4, 143-146.
- FERTICHEM. (1 de Noviembre de 2018). *Boletín técnico 6-N-BENCIL AMINOPURINA* .
Obtenido de FERTICHEM: http://www.fertichem.com.mx/pdf/6_bencil.pdf
- Food and Agriculture Organization (FAO). (12 de 09 de 2018). *FAOSTAT*. Obtenido de statistics database, agriculture: <http://www.fao.org/faostat/en/>
- Gabriel, J., Pereira, R., & Gandarillas, A. (2011). *Catálogo de Nuevas Variedades de Cochabamba, Bolivia: Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)*.
- García Águila, L., Alvares, J. M., Alvarado Capó , Y., González, M., La O, M., Mirabal, D., & Romero , C. (Diciembre de 2012). Establecimiento in vitro de segmentos nodales de plantas. *Biotecnología Vegetal*, 230-234.
- George, E. F., Hall, M. A., & Jan-De Clark, G. (2008). *Plant Propagation by Tissue Culture* (tercera ed.). Reino Unido, Somerset: Springer.
- Gianella, T. (2004). Chuño blanco, tunta o moraya: un proceso natural de consevación . *LEISA, Revista de Agroecología*, 29-31.
- Goodwin , P., Kim, Y., & Adisarwanto , T. (1980). Propagation of potato by shoot- tip culture: Shoot multiplication. *Potato Research*, 23, 9-18.
- Gutiérrez, R., & Valencia , C. (2010). Las papas nativas de Canchis: Un catálogo de biodiversidad. *Soluciones Prácticas-FONTAGRO*, 87.
- Hartmann, H., Kester , D., Davies , F., & Geneve, R. (2002). *Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices* (Septima ed.). Englewood, USA: Prentice-Hall.

- Huamán, Z., & M. Spooner, D. (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* Sect. *Petota*). *American Journal of Botany* , 947-965.
doi:10.3732/ajb.89.6.947
- Hussey , G., & Stacey , N. (1981). In vitro propagation of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Annals of Botany*, 48, 787-796.
- Iliev, I., Gajdosová, A., Libiakov, G., & Jain, S. M. (2010). Plant Micropropagation. En M. Davey, & P. Anthony, *Plant Cell Culture* (pág. 341). Oxford, Russia: Wiley-Blackwell.
- Khalafalla , A. (2001). Effect of plant density and seed size on growth and yield of *Solanum* Potato in Khartoum State. *African Crop Science Journal*, 9(1), 77-82.
- Koleva Gudeva, L., Sasa Mitrev, Trajkova Fida, & Ilievski Mite. (2012). Micropropagation of Potato *Solanum tuberosum* L. *Electronic Journal of Biology*, 8(3), 45-49.
- Lachman, J., Hamouz, K., Orsak, M., & Pivec, V. (2001). Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition. *Series Rostlinná Výroba, Czechoslovakia*, 47(4), 197.
- Lescano, J. L. (1994). Genética y Mejoramiento de cultivos alto andinos. *Cima*, 2008-210.
- Marca Caceres, C. (1991). Estudio preliminar sobre coleccion de papa amargas en el latiplano central de Boliva. En I. m. Perú-Bolivia, J. Rea , & J. Bacher (Edits.), *La papa amruga* (págs. 33-41). La Paz, Bolivia: ORSTOM.
- Miller , P., Amirouche , L., Stuchbury, T., & Matthews , S. (1985). The use of plant growth regulators in micropropagation of slow-growing potato cultivars. *Potato Research*, 28, 479-486.
- Murashige , T. (1974). Plant propagation through tissue cultures. *Annual Review Plant Physiology*, 25, 135-166.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for therapid growth and bioassay with tobacco. *Plant Physiology*, 15, 473-479.
- Ochoa , C. (2001). *Las papas de Sudamérica*. La Paz, Bolivia: Plural editores/CID.
- Olivera Gonzales , P., Tamraiz Angeles, C., Santillan Torres, M., Gutierrez Correa, M., & Villena Chavez , G. (2017). Caracterización fitoquímica, biológica y molecular de plantas alto-andinas Peruanas con potencial en la industria farmacológica. *Revista peruana de biología*, 323-328.

- Olmos, S. G. (2004). *“Métodos de propagación y conservación de germoplasma.* (C. R. Viviana E., Ed.) Buenos Aires, Argentina: Biotecnología y mejoramiento vegetal-INTA.
- Ördög Vince, M. Z. (2011). *Plant Physiology.* Texas, Estados Unidos: University of Texas.
- Ostrolucka, M., Gajdosova, A., Libiakova, G., Hrubikova, K., & Bezo, M. (2007). Protocol for micropropagation of selected *Vaccinium* spp. En S. Jain, & H. Haggman, *Protocols for micropropagation of Woody Trees and Fruits.* (págs. 445-455). Springer.
- Pawar, P., Pawar, C., Narkhede, B., Teli, N., Bhalsing, S., & Maheshwari, V. (2002). A technique for rapid micropropagation of *Solanum surattense* Burm. f. *Indian Journal Biotechnology, 1* , 201-204.
- Pérez, E. (2009). *Introducción al Cultivo de Tejidos Vegetales.* Mexico: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Preece , J., & Sutter , E. (1991). *Micropropagation Technology and Application.* (R. PC Debergh , Ed.) Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.
- R. Taylor, M., L. Dickey, J., J. Simon, E., Hogan, K., & B. Reece, J. (2017). *Cambell Biology concepts and connection: Auxin stimulates elongation of cells in young shoots.* (Novena ed.). New York: Pearson.
- Rabbani, A., Askari, N., Abbasi, M., & Quraish, A. (2001). Effect of growth regulators on in vitro multiplication of potato. *International Journal Agriculture Biology, 2* , 181-182.
- Rohr , R., Iliev , I., Scaltsoyiannes, A., & Tsoulpha , P. (2003). *Acclimatization of micropropagated forest trees* (Vol. 616). Acta Horticulturae.
- Segura, J. (2013). Introducción al desarrollo. Concepto de hormona vegetal. En J. Azcon Bieto, & M. Talón , *Fundamentos de Fisiología Vegetal.* (Segunda ed., págs. 349-617). España: McGRAW-HILL- INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L.
- Thiele, G, G. Hareau, V. Suarez, E. Chujoy, & L. Maldonado. (2008). Varietal change in potatoes in developing countries. *International Potato Center (CIP)*, 46-46.
- Wang, P., & Hu, C. (1985). Potato tissue culture and its applications in agriculture. (P. Li, Ed.) *Academic Press*, 503-577.

VIII ANEXO

Tabla 28. Promedio de numero de nudos y respectiva desviación estándar (BAP-ÑS).

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
BAP 0 ppm	$1 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$	$5 \pm 0,6$	$6 \pm 0,5$
BAP 1 ppm	$0 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$	$4 \pm 0,4$
BAP 2 ppm	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,2$	$2 \pm 0,4$	$3 \pm 0,2$
BAP 3 ppm	$0 \pm 0,1$	$1 \pm 0,2$	$2 \pm 0,4$	$3 \pm 0,4$
BAP 4 ppm	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$	$3 \pm 0,3$

Tabla 29. Promedio de numero de nudos y respectiva desviación estándar (KIN-ÑS).

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
KIN 0 ppm	$1 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$	$5 \pm 0,5$	$6 \pm 0,7$
KIN 1 ppm	$0 \pm 0,1$	$2 \pm 0,5$	$4 \pm 0,2$	$5 \pm 0,7$
KIN 2 ppm	$0 \pm 0,0$	$2 \pm 0,3$	$4 \pm 0,5$	$5 \pm 0,7$
KIN 3 ppm	$0 \pm 0,0$	$2 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$	$4 \pm 0,1$
KIN 4 ppm	$0 \pm 0,0$	$2 \pm 0,3$	$4 \pm 0,1$	$4 \pm 0,5$

Tabla 30. Promedio de numero de nudos y respectiva desviación estándar (BAP-W).

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
BAP 0 ppm	$0 \pm 0,2$	$2 \pm 0,1$	$4 \pm 0,5$	$5 \pm 0,3$
BAP 1 ppm	$0 \pm 0,0$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,2$	$3 \pm 0,2$
BAP 2 ppm	$0 \pm 0,0$	$1 \pm 0,2$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$
BAP 3 ppm	$0 \pm 0,0$	$1 \pm 0,2$	$1 \pm 0,2$	$2 \pm 0,1$
BAP 4 ppm	$0 \pm 0,0$	$1 \pm 0,0$	$1 \pm 0,2$	$2 \pm 0,1$

Tabla 31. Promedio de numero de nudos y respectiva desviación estándar (KIN-W).

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
KIN 0 ppm	$1 \pm 0,0$	$2 \pm 0,1$	$4 \pm 0,4$	$5 \pm 0,2$
KIN 1 ppm	$1 \pm 0,0$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,3$	$4 \pm 0,5$
KIN 2 ppm	$1 \pm 0,0$	$1 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,2$
KIN 3 ppm	$1 \pm 0,0$	$1 \pm 0,2$	$2 \pm 0,2$	$2 \pm 0,2$
KIN 4 ppm	$1 \pm 0,0$	$1 \pm 0,2$	$2 \pm 0,1$	$2 \pm 0,0$

Tabla 32. Promedio de tamaño de brotes y desviación estándar para BAP-Ñuñu suntu.

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
BAP 0 ppm	0,5 ± 0,0	1,7 ± 0,1	3,0 ± 0,2	4,6 ± 0,3
BAP 1 ppm	0,3 ± 0,0	0,6 ± 0,0	1,1 ± 0,1	1,3 ± 0,1
BAP 2 ppm	0,4 ± 0,0	0,8 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,0
BAP 3 ppm	0,3 ± 0,1	0,7 ± 0,0	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1
BAP 4 ppm	0,5 ± 0,0	1,0 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,9 ± 0,1

Tabla 33. Promedio de tamaño de brotes y desviación estándar para Kinetina-Ñuñu suntu.

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
KIN 0 ppm	0,5 ± 0,0	1,7 ± 0,2	3,1 ± 0,2	4,6 ± 0,4
KIN 1 ppm	0,3 ± 0,1	1,5 ± 0,1	2,8 ± 0,1	3,8 ± 0,3
KIN 2 ppm	0,2 ± 0,0	1,6 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,9 ± 0,2
KIN 3 ppm	0,1 ± 0,0	1,2 ± 0,1	2,3 ± 0,3	2,8 ± 0,3
KIN 4 ppm	0,2 ± 0,0	1,8 ± 0,2	1,9 ± 0,3	2,6 ± 0,4

Tabla 34. Promedio de tamaño de brotes y respectiva desviación estándar para BAP-Waña

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
BAP 0 ppm	0,2 ± 0,0	2,5 ± 0,2	4,2 ± 0,3	5,5 ± 0,3
BAP 1 ppm	0,2 ± 0,0	0,8 ± 0,1	1,2 ± 0,0	2,1 ± 0,2
BAP 2 ppm	0,1 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,9 ± 0,1	1,5 ± 0,1
BAP 3 ppm	0,1 ± 0,0	0,8 ± 0,0	1,0 ± 0,1	1,5 ± 0,1
BAP 4 ppm	0,2 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,9 ± 0,1	1,1 ± 0,1

Tabla 35. Promedio de tamaño de brotes y desviación estándar para Kinetina-Waña

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
KIN 0 ppm	0,4 ± 0,0	1,7 ± 0,1	3,6 ± 0,4	5,3 ± 0,5
KIN 1 ppm	0,3 ± 0,0	0,6 ± 0,0	1,2 ± 0,0	1,4 ± 0,3
KIN 2 ppm	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,0	0,8 ± 0,1	1,1 ± 0,1
KIN 3 ppm	0,3 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,8 ± 0,1	1,1 ± 0,1
KIN 4 ppm	0,2 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,7 ± 0,1	1,3 ± 0,1

Tabla 36. Promedio de número de raíces y desviación estándar para BAP-Ñuñu suntu

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
BAP 0 ppm	1 ± 0,0	3 ± 0,5	5 ± 0,3	5 ± 0,2
BAP 1 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0
BAP 2 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0
BAP 3 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0
BAP 4 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0

Tabla 37. Promedio de número de raíces y desviación estándar para Kinetina-Ñuñu suntu

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
KIN 0 ppm	0 ± 0,0	3 ± 0,5	4 ± 0,6	4 ± 0,6
KIN 1 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,1	1 ± 0,1	2 ± 0,2
KIN 2 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1
KIN 3 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,1	1 ± 0,1
KIN 4 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,1	1 ± 0,1

Tabla 38. Promedio de número de raíces y respectiva desviación estándar para BAP-Waña

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
BAP 0 ppm	1 ± 0,1	3 ± 0,1	3 ± 0,2	4 ± 0,4
BAP 1 ppm	0 ± 0,0	1 ± 0,1	1 ± 0,2	2 ± 0,2
BAP 2 ppm				
BAP 3 ppm	NO PRESENTARON RAIZ			
BAP 4 ppm				

Tabla 39. Promedio de número de raíces y desviación estándar para Kinetina-Waña.

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
KIN 0 ppm	0 ± 0,0	2 ± 0,3	4 ± 0,4	4 ± 0,4
KIN 1 ppm	0 ± 0,0	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1
KIN 2 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,2	1 ± 0,1	1 ± 0,1
KIN 3 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,0	1 ± 0,1	1 ± 0,2
KIN 4 ppm	0 ± 0,0	0 ± 0,0	1 ± 0,1	1 ± 0,2

Tabla 40. Promedio de tamaño de raíces y desviación estándar para BAP-Ñuñu suntu.

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
BAP 0 ppm	0,1 ± 0,0	1,3 ± 0,5	1,9 ± 1,2	1,9 ± 1,2
BAP 1 ppm	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
BAP 2 ppm	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
BAP 3 ppm	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
BAP 4 ppm	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Tabla 41. Promedio de tamaño de raíces y desviación estándar para Kinetina-Ñuñu suntu.

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
KIN 0 ppm	0,33 ± 0,0	2,61 ± 0,4	5,60 ± 0,4	7,15 ± 0,6
KIN 1 ppm	0,00 ± 0,0	0,79 ± 0,2	2,59 ± 0,2	3,67 ± 0,2
KIN 2 ppm	0,00 ± 0,0	0,32 ± 0,1	0,86 ± 0,2	1,51 ± 0,2
KIN 3 ppm	0,00 ± 0,0	0,05 ± 0,0	0,04 ± 0,0	0,81 ± 0,1
KIN 4 ppm	0,00 ± 0,0	0,05 ± 0,0	0,05 ± 0,0	0,96 ± 0,2

Tabla 42. Promedio de tamaño de raíces y desviación estándar para BAP-Waña

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
BAP 0 ppm	0,62 ± 0,0	1,92 ± 0,1	2,70 ± 0,2	3,63 ± 0,1
BAP 1 ppm	0,00 ± 0,0	1,24 ± 0,1	1,70 ± 0,2	2,10 ± 0,2
BAP 2 ppm				
BAP 3 ppm	NO PRESENTARON RAIZ			
BAP 4 ppm				

Tabla 43. Promedio de tamaño de raíces y desviación estándar para Kinetina-Waña.

Concentración	Semana			
	1	2	3	4
KIN 0 ppm	0,00 ± 0,0	0,97 ± 0,1	2,64 ± 0,1	4,38 ± 0,3
KIN 1 ppm	0,00 ± 0,0	1,24 ± 0,2	1,60 ± 0,1	2,94 ± 0,3
KIN 2 ppm	0,00 ± 0,0	0,38 ± 0,1	0,44 ± 0,1	0,90 ± 0,2
KIN 3 ppm	0,00 ± 0,0	0,13 ± 0,0	0,30 ± 0,1	0,43 ± 0,0
KIN 4 ppm	0,00 ± 0,0	0,14 ± 0,0	0,25 ± 0,0	0,48 ± 0,1



Figura 27. Tubérculos de las dos variedades de papas amargas, izquierda: *Ñuñu suntu*, derecha: *Waña*.

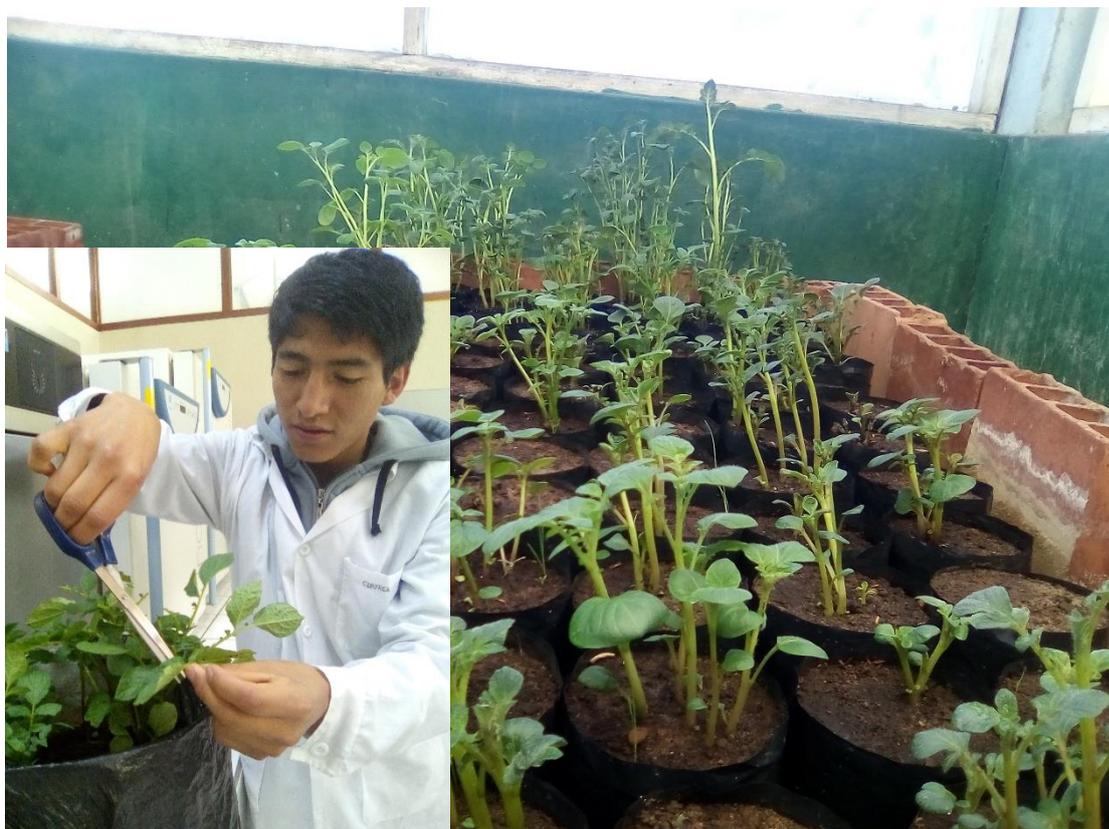


Figura 28. Plantas madre de *Ñuñu Suntu* y *Waña* para extraer explantes, y selección de la planta madre para la desinfección.



Figura 29. Insumos, equipos, medición pH y preparación del medio de cultivo.



Figura 30. Cuarto de cultivo con el material experimental instalados.

Tabla 44. Costo de producción para el establecimiento y multiplicación in vitro de las papas amargas.

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		SUB TOTAL	
1	M.S	Lt	10	S/	22,00	S/	220,00
2	Sacarosa	Kg	1	S/	380,00	S/	380,00
3	Phytigel	Kg	0,25	S/	1.700,00	S/	425,00
4	BAP	mg	5	S/	70,00	S/	350,00
5	Kinetina	g	1	S/	100,00	S/	100,00
6	Papel aluminio	Rollo	4	S/	20,00	S/	80,00
7	Film para alimentos	Rollo	5	S/	11,00	S/	55,00
8	Alcohol	Unidad	10	S/	7,00	S/	70,00
9	Lejía	Unidad	2	S/	1,00	S/	2,00
10	Jabón líquido	Unidad	1	S/	5,00	S/	5,00
11	Algodón	Kg	3	S/	12,00	S/	36,00
12	Papel toalla	Unidad	4	S/	3,00	S/	12,00
13	Hoja de bisturí	Caja	1	S/	100,00	S/	100,00
14	Tijeras	Unidad	2	S/	10,00	S/	20,00
15	Pinzas	Unidad	2	S/	10,00	S/	20,00
16	Guantes	Paquete	1	S/	10,00	S/	10,00
17	Mascarilla	Paquete	1	S/	10,00	S/	10,00
18	Toca	Paquete	1	S/	5,00	S/	5,00
19	Tubos de ensayo	Paquete	1	S/	450,00	S/	450,00
20	Servicios (copias, impresiones)	juegos (70 hojas)	20	S/	30,00	S/	600,00
21	Transporte accesoión material vegetal	Flete	1	S/	300,00	S/	300,00
TOTAL						S/	3.250,00

Nota: En este trabajo no se consideró el costo de los equipos (Cámara de flujo laminar, autoclave, balanza analítica, potenciómetro, etc) y algunos materiales que ya contaba el laboratorio donde se ejecutó el proyecto.