



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) EN TRES NIVELES DE CORTE, VARIEDAD SUPER CHOLA, BAJO EL SISTEMA SEMI HIDROPÓNICO EN EL CAMPUS CEASA SECTOR SALACHE BAJO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2019.”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTOR:**

Quishpe Umajinga Evelyn Gabriela

**TUTOR:**

Ing. Quimbiulco Sánchez Klever Mauricio Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

Septiembre 2019 – febrero 2020

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Quishpe Umajinga Evelyn Gabriela, con C. C. 0550215081 declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) EN TRES NIVELES DE CORTE, VARIEDAD SUPER CHOLA, BAJO EL SISTEMA SEMI HIDROPÓNICO EN EL CAMPUS CEASA SECTOR SALACHE BAJO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2019.”**, siendo el Ing. Quimbiulco Sánchez Klever Mauricio Mg. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....

Quishpe Umajinga Evelyn Gabriela

C.I. 0550215081

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **QUISHPE UMAJINGA EVELYN GABRIELA**, identificada/o con **C.C. N° 0550215081** de estado civil soltera y con domicilio en la parroquia Mulalo, Cantón Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) EN TRES NIVELES DE CORTE, VARIEDAD SUPER CHOLA, BAJO EL SISTEMA SEMI HIDROPÓNICO EN EL CAMPUS CEASA SECTOR SALACHE BAJO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2019.”** el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - Septiembre 2015 – Septiembre 2019

Aprobación HCD. - 4 de Abril 2019

Tutor. Ing. Quimbiulco Sánchez Klever Mauricio Mg.

Tema: **“EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) EN TRES NIVELES DE CORTE, VARIEDAD SUPER CHOLA, BAJO EL SISTEMA SEMI HIDROPÓNICO EN EL CAMPUS CEASA SECTOR SALACHE BAJO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2019.”**

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como

requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva,

dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de septiembre del 2019.

Quishpe Umajinga Evelyn Gabriela

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CEDENTE**

**EL CESIONARIO**

Latacunga,..... del 2019

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) EN TRES NIVELES DE CORTE, VARIEDAD SUPER CHOLA, BAJO EL SISTEMA SEMI HIDROPÓNICO EN EL CAMPUS CEASA SECTOR SALACHE BAJO, PROVINCIA DE COTOPAXI, -2019.” DE QUISHPE UMAJINGA EVELYN GABRIELA,** de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

---

**Ing. Quimbiulco Sánchez Klever Mauricio Mg.**

**CC: 1709161102**

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) EN TRES NIVELES DE CORTE, VARIEDAD SUPER CHOLA, BAJO EL SISTEMA SEMI HIDROPÓNICO EN EL CAMPUS CEASA SECTOR SALACHE BAJO, PROVINCIA DE COTOPAXI PERIODO 2018-2019.”** De Evelyn Gabriela Quishpe Umajinga, de la Carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

---

**Lector 1 (Presidente)**

**Ing. Guido Yauli Mg.**

**CC:**

---

**Lector 2**

**Ing. Clever Castillo Mg.**

**CC:**

---

**Lector 3**

**Ing. Emerson Jacome Mg.**

**CC:**

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me ha dado la oportunidad de formarme académicamente, al igual que a todos los docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional.*

*Mi agradecimiento al Ing. Klever Mauricio Quimbiulco Sánchez por haberme guiado en este trabajo de titulación, por su tiempo, su apoyo incondicional en el transcurso de todo el proyecto.*

*A los miembros de tribunal: Ing. Agr. Mg. Guido Yaili, Ing. Agr. Mg. Clever Castillo e Ing. Agr. Mg. Emerson Jácome, por el apoyo brindado para realizar revisiones, correcciones y aportar con sus consejos e ideas para mejorar mi trabajo de investigación.*

*A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.*

*A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.*

***Evelyn Gabriela Quishpe Umajinga***

## DEDICATORIA

*Dedico el presente trabajo investigativo principalmente a Dios, por ser haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

*A la memoria de mi abuelito Ramon Umajinga, por sus enseñanzas, valores que los mantendré el resto de mi vida y sobre todo por el cariño y respeto a todo la familia.*

*A mis padres Segundo Pastuña y Nancy Umajinga quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades y siempre ser perseverante.*

*A mis hermanos Karolina y Pedrito quienes con su amor y comprensión me acompañan en los buenos y malos momentos de mi vida.*

*A mi esposo Jhonatan por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.*

*A toda mi familia por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

***Evelyn Gabriela Quishpe Umajinga***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xx
1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2 RESUMEN.....	2
ABSTRACT .....	3
3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
4.1 Beneficiarios directos.....	4
4.2 Beneficiarios indirectos .....	4
5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6 OBJETIVOS.....	5
6.1 General.....	5
6.2 Específicos .....	5
7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7

8.1	Producción .....	7
8.2	Importancia de la producción de semillas.....	8
8.3	Origen de la Variedad “Superchola”.....	8
8.3.1	Taxonomía.....	9
8.3.2	Características agronómicas.....	9
•	Zona recomendada que oscilen entre los 2800 a 3600 m.s.n.m.....	9
8.4	Características Morfológicas.....	10
8.5	Fenología del cultivo.....	10
8.5.1	Etapa vegetativa.....	11
8.5.2	Emergencia.....	11
8.5.3	Desarrollo de tallos.....	11
8.5.4	Tuberización.....	11
8.5.5	Desarrollo de los tubérculos.....	12
8.5.6	Maduración.....	12
8.5.7	Reacción a Enfermedades.....	12
8.6	Producción de semilla pre-básica de papa.....	12
8.6.1	Cultivo semi hidropónico.....	13
8.7	Semilla.....	13
8.8	Producción de semilla de papa.....	14
8.8.1	Tipos de reproducción.....	15

8.8.2	Multiplicación acelerada modelo “INIAP” .....	15
8.8.3	Actividades previas a la siembra .....	17
8.8.4	Requerimientos Nutricionales .....	17
8.8.5	Fertilización .....	20
8.8.6	Micronutrientes.....	22
8.8.7	Cuidados durante el cultivo .....	22
8.8.8	Labores de cultivo .....	22
	Dentro de las labores de cultivo tenemos: .....	22
8.9	Mini tubérculos .....	24
8.9.1	Producción de mini tubérculos .....	24
8.9.2	Importancia en la producción de mini tubérculos en el Ecuador .....	24
8.9.3	Inconvenientes .....	24
8.9.4	Ventajas .....	25
8.9.5	Clasificación por tamaño y peso.....	25
8.9.6	Número de mini tubérculos .....	26
8.9.7	Rendimiento.....	26
8.9.8	Invernadero.....	26
8.9.9	Control de temperatura en los invernaderos .....	26
9	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS: .....	27
9.1	Hipótesis alternativa.....	27

9.2	Hipótesis nula.....	27
10	METODOLOGÍAS / DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27
10.1	Modalidad básica de investigación .....	27
10.1.1	De Campo:.....	27
10.1.2	De laboratorio:.....	27
10.1.3	Bibliográfica Documental.....	28
10.2	Tipo de Investigación.....	28
10.2.1	Experimental.....	28
10.2.2	Cuantitativa.....	28
10.3	Ubicación del ensayo .....	28
Eloy Alfaro	.....	28
78°37'25.4"O	.....	29
10.4	Diseño Experimental.....	29
10.5	Factores en estudio.....	29
10.6	Tratamiento .....	30
10.7	Croquis del ensayo.....	31
10.8	Esquema del Adeva.....	31
10.9	Análisis funcional. ....	32
10.10	Memoria técnica.....	32
10.11	Manejo específico del ensayo .....	32

10.12	Datos tomados .....	33
10.12.1	Altura de planta (AP) .....	33
10.12.2	Diámetro de tallo (DT).....	33
10.12.3	Masa verde (MV) .....	33
10.12.4	Masa seca (MS).....	33
10.12.5	Volumen radicular (VR) .....	33
10.12.6	Número de tubérculos (NT) .....	33
10.12.7	Peso de tubérculos (PT) .....	33
10.12.8	Rendimiento (R).....	33
10.12.9	Categorización de tubérculos (CT) .....	33
	Elaborado: (INIAP, 2010).....	34
10.12.10	Numero de tubérculos por categorías (NTC).....	34
10.13	Manejo de la investigación.....	34
10.13.1	Adquisición de plantas.....	34
10.13.2	Corte de esquejes de plantas madres.....	34
10.13.3	Desinfección del invernadero .....	35
10.13.4	Desinfección de los sustratos .....	35
10.13.5	Llenado de fundas .....	35
10.13.6	Trasplante de esquejes .....	35
10.13.7	Preparación de solución nutritiva para papa en semi hidroponía .....	35

10.13.8	Aplicación de insecticidas.....	35
10.13.9	Deshierbe y poda.....	35
10.13.10	Controles fitosanitarios .....	35
10.13.11	Tutorado.....	35
10.13.12	Fertilización .....	36
10.13.13	Cosecha.....	36
10.13.14	Toma de datos después de la cosecha.....	36
11	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	36
11.1	Altura de planta (AP).....	36
11.2	Diámetro de planta (DP).....	47
11.3	Masa Verde (MV).....	48
11.4	Masa Seca (MS).....	50
11.5	Volumen Radicular (VR).....	51
11.6	Rendimiento (R).....	54
11.7	Número de tubérculos (NT).....	57
11.8	Peso de tubérculos (PT).....	58
11.9	Rendimiento por categoría (RC).....	60
11.10	Número de tubérculos por categoría (NTC).....	66
12	IMPACTOS.....	67
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68

13.1	CONCLUSIONES .....	68
13.2	RECOMENDACIONES .....	68
14	COSTO DE PRODUCCIÓN PAPA 47, 25 m <sup>2</sup> .....	69
15	BIBLIOGRAFÍA.....	71
16	ANEXO.....	79

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación taxonómica de la papa .....	9
Tabla 2.	Solución concentrada A.....	18
Tabla 3.	Solución concentrada B.....	18
Tabla 4.	Solución concentrada de micro nutriente. ....	18
Tabla 5.	Escala de clasificación de mini tubérculos.....	25
Tabla 6.	Ubicación del ensayo.....	28
Tabla 7.	Número de esquejes.....	30
Tabla 8.	Tratamientos en estudio.....	30
Tabla 9.	Esquema del Adeva. ....	31
Tabla 10.	Memoria técnica .....	32
Tabla 11.	Clasificación de mini tubérculos .....	34
Tabla 12.	ADEVA para la variable altura de planta.....	36
Tabla 13.	Prueba de Tukey al 5% para Esqueje (A) en la variable Altura de planta a los 20 días luego del trasplante.....	37
Tabla 14.	Prueba de Tukey al 5% para sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 20 días luego del trasplante.....	38

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para Esqueje (A) en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante.....	40
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante.....	41
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para A x B en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante.....	42
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 60 días luego del trasplante.....	43
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para A x B en la variable Altura de planta a los 60 días luego del trasplante.....	44
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 80 días luego del trasplante.....	46
Tabla 21. ADEVA para la variable Diámetro de planta.....	47
Tabla 22. Tabla 24. ADEVA para la variable Masa Verde.....	48
Tabla 23. Prueba de Tukey 5% para Esqueje (A) en la variable Masa Verde.....	49
Tabla 24. ADEVA para la variable Masa Seca. ....	50
Tabla 25. Prueba de Tukey 5% para Esqueje (A) en la variable Masa Seca.....	50
Tabla 26. ADEVA para la variable Volumen Radicular. ....	51
Tabla 27. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en la variable Volumen Radicular. ....	52
Tabla 28. Prueba de Tukey 5% para A x B en la variable Volumen Radicular. ....	53
Tabla 29. ADEVA para la variable Rendimiento.....	54
Tabla 30. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en la variable Rendimiento. ....	55
Tabla 31. Prueba de Tukey 5% para A*B en la variable Rendimiento. ....	56

Tabla 32. ADEVA para la variable Número de tubérculos.....	57
Tabla 33. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en la variable Peso de tubérculos.....	58
Tabla 34. ADEVA para la variable Peso de tubérculos. ....	58
Tabla 35. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en la variable Peso de tubérculos.....	58
Tabla 36. ADEVA para la variable Rendimiento por categoría.....	60
Tabla 37. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en categoría Cero para la variable Rendimiento por categoría. ....	60
Tabla 38. Prueba de Tukey 5% para Esqueje (A) en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría. ....	62
Tabla 39. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría. ....	63
Tabla 40. Prueba de Tukey 5% para A x B en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría.....	64
Tabla 41. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en categoría Dos para la variable Rendimiento por categoría. ....	65
Tabla 42. ADEVA para la variable Número de tubérculos por categoría.....	66
Tabla 43. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en categoría Uno para la variable número por categoría.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte de esquejes de plantas madres.....	16
Figura 2. Corte por nivel de esqueje.....	16
Figura 3. Llenado de bandejas.....	17
Figura 4. Colocación de los esquejes en bandejas.....	17

Figura 5. Ubicación geográfica del ensayo .....	29
Figura 6. Croquis del ensayo.....	31
Figura 7. Cortes de esquejes de papa planta madre.....	34
Figura 8. Promedios para Esqueje (A) en la variable Altura de planta a los 20 días luego del trasplante.....	38
Figura 9. Promedios para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 20 días luego del trasplante.....	39
Figura 10. Promedios para Esqueje (A) en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante.....	41
Figura 11. Promedio para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante.....	42
Figura 12. Promedio para A x B en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante .....	43
Figura 13. Promedios para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 60 días luego del trasplante.....	44
Figura 14. Promedios para A x B en la variable Altura de planta a los 60 días luego del trasplante .....	45
Figura 15. Promedios para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 80 días luego del trasplante.....	46
Figura 16. Promedios para Esqueje (A) en la variable Masa Verde.....	49
Figura 17. Promedios para Esqueje (A) en la variable Masa Seca.....	51
Figura 18. Promedios para Sustrato (B) en la variable Volumen Radicular .....	53
Figura 19. Promedios para A x B en la variable Volumen Radicular .....	54

Figura 20. Promedios para Sustrato (B) en la variable Rendimiento .....	56
Figura 21. Promedios para A*B en la variable Rendimiento. ....	57
Figura 22. Promedios para Sustrato (B) en la variable Peso de tubérculos.....	59
Figura 23. Promedios para Sustrato (B) en categoría Cero para la variable Rendimiento por categoría.....	61
Figura 24. Promedios para Esqueje (A) en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría.....	62
Figura 25. Promedios para Sustrato (B) en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría.....	63
Figura 26. Promedios para A x B en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría. ....	64
Figura 27. Promedios para Sustrato (B) en categoría Dos para la variable Rendimiento por categoría .....	65
Figura 28. Promedios para Sustrato (B) en categoría Uno para la variable número de tubérculo por categoría.....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1. Aval de inglés.....	79
<b>ANEXOS 2. Hoja de vida del tutor.</b> .....	80
ANEXOS 3. Hoja de vida del lector 1.....	81
ANEXOS 4. Hoja de vida del lector 2.....	82
ANEXOS 5 Hoja de vida del lector 3.....	83
ANEXOS 6. Croquis de ensayo .....	84
ANEXOS 7. Altura de la planta cm. ....	84

ANEXOS 8. Diámetro de tallo. ....	85
ANEXOS 9. Masa verde gramos.....	86
ANEXOS 10. Masa seca gramos.....	88
ANEXOS 11. Volumen radicular ml.....	89
ANEXOS 12. Número de tubérculos por plantas.....	90
ANEXOS 13. Peso de tubérculos por tratamiento. ....	91
ANEXOS 14. Visita al INIAP para la obtención de esquejes enraizados.....	93
ANEXOS 15. Corte de esqueje de tres niveles (apical, medio y basal). ....	93
ANEXOS 16. Llenado de sustrato (turba) en bandejas.....	94
ANEXOS 17. Colocación de esquejes en bandejas con aplicación de hormonas y foliar. ....	94
ANEXOS 18. Instalación del sistema de riego.....	95
ANEXOS 19. Clasificación de sustrato (pomina fina).....	95
ANEXOS 20. Clasificación de sustrato (tierra negra).....	95
ANEXOS 21. Desinfección de sustratos.....	96
ANEXOS 22. Mezcla de sustratos. ....	96
ANEXOS 23. Llenado de fundas. ....	96
ANEXOS 24. Preparación de solución nutritiva.....	97
ANEXOS 25. Neutralización de Ph en solución nutritiva.....	97
ANEXOS 26. Trasplante de esquejes.....	98
ANEXOS 27. Toma de datos altura de planta y diámetro de tallo.....	98
ANEXOS 28. Fertilización.....	99
ANEXOS 29. Fumigación control de mosca y prevención de posibles hongos. ....	99
ANEXOS 30. Poda.....	100

ANEXOS 31. Tutorado. ....	100
ANEXOS 32. Aporque. ....	100
ANEXOS 33. Cosecha. ....	101
ANEXOS 34. Contabilización y pesaje de tubérculos. ....	101
ANEXOS 35. Clasificación por categorías. ....	102
ANEXOS 36. Pesaje de masa verde. ....	102
ANEXOS 37. Volumen radicular. ....	102
ANEXOS 38. Pesaje de masa seca. ....	103
ANEXOS 39. Muestra por tratamiento. ....	103
ANEXOS 40. Tratamiento 1 y sus categorías. ....	104
ANEXOS 41. Tratamiento 2 y sus categorías. ....	104
ANEXOS 42. Tratamiento 3 y sus categorías. ....	105
ANEXOS 43. Tratamiento 4 y sus categorías. ....	105
ANEXOS 44. Tratamiento 5 y sus categorías. ....	106
ANEXOS 45. Tratamiento 6 y sus categorías. ....	106

## **1 INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:** “Evaluación de producción de mini tubérculos de papa (*solanum tuberosum*) en tres niveles de corte, variedad super chola, bajo el sistema semihidropónico en el campus CEASA sector Salache bajo, provincia de Cotopaxi, 2019.”

**Fecha de inicio:** Octubre, 2018

**Fecha de finalización:** Octubre, 2019

**Lugar de ejecución:**

Campus CASA UTC Salache bajo

**Facultas que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Carrera que auspicia:**

Carrera de Ingeniería Agronómica

**Proyecto de investigación vinculado:**

Proyecto de investigación de cultivos andinos rubro papa.

**Equipo de Trabajo:**

Autora: Evelyn Quishpe

Tutor: Ing. Mg. Klever Quimbiulco

Lector 1: Ing. Mg. Guido Yauli

Lector 2: Ing. Mg. Clever Castillo

Lector 3: Ing. Mg. Emerson Jacome

**Área de Conocimiento:**

Agricultura, silvicultura y pesca.

**Línea de investigación:**

Desarrollo y seguridad alimentaria.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Producción agrícola sostenible.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) EN TRES NIVELES DE CORTE, VARIEDAD SUPER CHOLA, BAJO EL SISTEMA SEMI HIDROPÓNICO EN EL CAMPUS CEASA SECTOR SALACHE BAJO, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2019.”

*Autora: Quishpe Umajinga Evelyn Gabriela.*

### 2 RESUMEN

La investigación se realizó en el cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias bajo condiciones de invernadero, con el objetivo de evaluar la producción de mini tubérculos de papa (*solanum tuberosum*), variedad superchola en un sistema semi hidropónico con la utilización de tres niveles de esquejes obtenidos de plantas madres de papa: Ea (apical), Em (medio) y Eb (basal) y sembrados en dos tipos de sustratos: S1 (tierra negra 70% + cascarilla de arroz 30%), y S2 (pomina 100%). Se aplicó un diseño de arreglo factorial A\*B completamente al azar, con 6 tratamientos y tres repeticiones. Los indicadores a evaluar fueron: AP (altura de planta) y DT (diámetro de tallo), MV (masa verde), MS (masa seca), VR (volumen radicular), NT (número de tubérculos), PT (peso de tubérculos), R (rendimiento), NTC (número de tubérculos por categoría) y RC (rendimiento por categoría). Se obtuvo los siguientes resultados: para AP a los 80 días el S1 obtuvo significancia estadística con promedio de 44,70 cm, para DT no se obtuvo significancia estadística, en MV el Em obtuvo un promedio 222,83 g y para MS 26,86 g, en VR el tratamiento EaS2 con promedio de 91,47 cc, para R el tratamiento EaS1 obtuvo 0,5 kg, en NT el S1 obtuvo un promedio de 67 tubérculos, en PT el S1 obtuvo un promedio de 200,72 g, en RC, la categoría cero en el S1 presentó un promedio de 0,12 Kg, en la categoría uno el tratamiento EaS1 presentó un promedio de 0,24 Kg y para categoría dos el S1 obtuvo un promedio de 0,10 Kg, por lo tanto se recomienda utilizar el EaS1 (esqueje apical con tierra negra + cascarilla de arroz) para la producción de mini tubérculos.

**Palabras clave:** *Evaluación, producción, esqueje, nivel de corte, sustrato.*

## UNIVERSITY TECHNICAL OF COTOPAXI

### FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**THEME:** “EVALUATION OF THE PRODUCTION OF MINI POTATO TUBERS (SOLANUM TUBEROSUM) IN THREE LEVELS OF CUT, SUPER CHOLA VARIETY, UNDER THE SEMI-HYDROPONIC SYSTEM AT CEASA CAMPUS SALACHE BAJO, COTOPAXI PROVINCE, 2019.”

Author: Quishpe Umajinga Evelyn Gabriela

#### ABSTRACT

The research was conducted at the School of Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales under greenhouse conditions, with the objective of evaluating the production of mini potato tubers (*solanum tuberosum*), superchola variety, under the semi system hydroponic with the use of three levels of cuttings (apical, medium and basal) obtained from potato mother plants and two types of substrates: S1 (70% black earth + 30% rice husk), and S2 (pomina (thin crust) 100%) A completely randomized A \* B factorial arrangement design was applied, with 6 treatments and three repetitions. The indicators to be evaluated were: AP (plant height) and DT (stem diameter) on the transplant day, at 20, 40, 60 and 80 days, as well as MV (green mass), MS (dry mass), VR (root volume), NMT (number of mini tubers), PT (weight of tubers), R (yield), NTC (number of tubers per category) and RC (performance per category). The following results were obtained: for AP at 80 days the S1 obtained statistical significance with an average of 44.70 cm, for DT no statistical significance was obtained, Em obtained statistical significance with an average of 222.83 g for MV and for MS 26, 86 g produced better results, in VR the EaS2 treatment with a high average of 91.47 cc, for R the EaS1 treatment obtained better results with an average of 0.5 kg, in NMT the S1 obtained statistical significance with an average of 67 tubers, in PT the S1 rice obtained an average of 200.72 g, in RC for the zero category only the substrate factor presented results, the best average being 0.12 Kg for S1, in category one the EaS1 treatment was the best with a average of 0.24 Kg and only for category two the best result was for the substrates factor where S1 obtained an average of 0.10 Kg, therefore it is recommended to use EaS1 (apical cutting with black soil + rice husk for the production of mini tubers.

**Keywords:** *Evaluation, production, cutting, cutting level, substrate.*

### **3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La presente investigación se realizó con el fin de ayudar a los productores de papa para obtención de tubérculos de semillas de buena calidad y con bajo costo, para ello necesitamos hacer una tecnología más manejable y amigable con el agricultor de tal manera que sea fácil producir la categorías pre básicas mediante la producción de mini tubérculos.

Tomando en cuenta los componentes y factores de producción de tubérculos de semilla de papa, para lo cual deseamos contribuir con la producción adecuada de semilla de la variedad más comercial (súper chola) en la provincia de Cotopaxi, la cual se realizó bajo invernadero a través del trasplante de esquejes en tres niveles de corte, extraídas de plantas madres.

### **4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **4.1 Beneficiarios directos**

Los pequeños productores de semilla pre básica de papa, con la siguiente investigación ayudará a mejorar la producción de dicha semilla con diferentes niveles de esquejes utilizando una tecnología amigable y de bajo costo.

#### **4.2 Beneficiarios indirectos**

La Universidad Técnica de Cotopaxi, comerciantes, el sector agroindustrial, estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica.

### **5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El cultivo de papa se encuentra dentro de las principales actividades agrícolas realizadas en la sierra andina de Ecuador, debido a su importancia en la generación de ingresos y también a su presencia en la dieta diaria de la población. En Ecuador las variedades más utilizadas por los agricultores son: Superchola (55%), Única (10%), Leona (8%) y Chaucha (6%). Las variedades preferidas por los papicultores en Cotopaxi es la Superchola, la cual tiene mayor demanda en el mercado. **(MAGAP, 2017).**

Uno de los mayores problemas de la producción de papa es la accesibilidad a la semilla certificada por los altos costos, lo que condiciona a los productores a utilizar semilla de papa de mala calidad,

con riesgo de contaminarse con enfermedades y plagas; y a veces hasta usan papa de consumo como semilla para la siembra. Siendo el tubérculo semilla, un factor fundamental para garantizar la producción y la calidad del cultivo de papa, la siembra de tubérculos semilla de mala calidad, puede perjudicar la producción, aun cuando las demás condiciones sean óptimas para el cultivo.

En la actualidad la tecnología para la producción de semillas pre básicas no se encuentra al alcance de algunos productores, debido a que solamente se realiza en los centros de investigación mediante laboratorios por su alta complejidad. El desconocimiento y la falta de iniciativa no permiten producir semillas de calidad.

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 General**

- Determinar los mejores niveles de corte de esquejes para la producción de mini tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) variedad súper chola.

### **6.2 Específicos**

- Definir la mejor zona de corte de esquejes en plantas madres.
- Identificar el mejor sustrato.
- Evaluar la interacción de los factores en la producción.

**7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS  
PLANTEADOS**

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Definir la mejor zona de corte de esquejes en plantas madres.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recolección de datos en diámetro tallo y altura de planta.</li> <li>▪ Cosecha del ensayo según los tratamientos.</li> <li>▪ Determinación del volumen radicular en laboratorio.</li> <li>▪ Determinación del peso en gramos de masa verde y masa seca en laboratorio.</li> <li>▪ Clasificación según la categoría de semillas de mini tubérculos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Determinación del tratamiento con mayor altura y diámetro de tallo.</li> <li>▪ Números de mini tubérculos.</li> <li>▪ Determinación del esqueje y sustrato con mayor con mayor volumen radicular.</li> <li>▪ Determinación del esqueje y sustrato con mayor masa verde y masa seca.</li> <li>▪ Determinación del esqueje y sustrato mini tubérculos aptas para semillas de reproducción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Toma de datos el día del trasplante a los 20, 40, 60 y 80 días.</li> <li>▪ Libro de campo</li> <li>▪ Contabilización según los tratamientos.</li> <li>▪ Fotografías</li> <li>▪ Libro de campo</li> <li>▪ Pesaje de la parte aérea de la planta el día de la cosecha y después de la deshidratación.</li> <li>▪ Clasificación de mini tubérculos según la tabla de categoría.</li> </ul>

<b>Identificar el mejor sustrato.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realización del análisis estadístico con los datos obtenidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación del mejor sustrato para la producción de esquejes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Libro de campo</li> <li>▪ Fotografías</li> </ul>
<b>Evaluar la interacción de los factores.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realización del análisis estadístico con los datos obtenidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Obtención del mejor esqueje y sustrato para la producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Libro de campo.</li> <li>▪ Fotografía.</li> </ul>

## 8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1 Producción

En el Ecuador, la papa ha sido tradicionalmente un cultivo de altura entre los 2.000 y los 3.600 m.s.n.m. Sin embargo, recientemente se ha comenzado a cultivar papa en la Península de Santa Elena en la Costa, con resultados alentadores (Pumisacho y Sherwood, 2002). La producción de papa en Ecuador se distribuye en tres zonas geográficas: norte, centro y sur. Las diferencias agroecológicas están determinadas no por la latitud, sino por las relaciones entre clima, fisiografía y altura (Pumisacho y Sherwood, 2002). En la sierra se encuentra el cultivo en zonas templadas a frías con un rango de temperatura de 6° a 18°C. y una precipitación de 600 a 1.200 mm. La papa se desarrolla mejor en suelos francos, bien drenados, húmidos y apropiadamente abastecidos de materia orgánica y nutrientes (Pumisacho y Sherwood, 2002). Aunque el cultivo se encuentra en los valles bajos, debido a presión demográfica, la tendencia actual es un desplazamiento hacia el páramo, con el consiguiente deterioro ambiental y el riesgo de pérdida del cultivo por heladas (Pumisacho y Sherwood, 2002).

La papa representa el 7.4 % del Producto Interno Bruto Agrícola (PIBA) del Ecuador. El empleo que genera la papa es relevante ya que utiliza mano de obra en forma intensiva. Se estima que el cultivo de papa se realiza en 45 000 unidades productivas; alrededor de 225 000 personas dependen directamente de este tubérculo para su subsistencia. A estos hay que añadir alrededor de 150 000 personas adicionales que están involucradas indirectamente en el desarrollo de este rubro. En términos globales alrededor de 7.4% de la población económicamente activa del país, tiene a la papa como su principal medio de ingreso (Andrade et al, 2015).

El 90% de la papa a nivel nacional se consume en estado fresco. Los usos industriales son variados: como papas fritas en formas de “chips”, a la francesa, congeladas, pre fritas y enlatadas. También se obtiene almidón, alcohol y celulosa de la cáscara. A partir de 1994 el consumo de comidas rápidas en el país ha aumentado a un ritmo anual del 6%. Hoy en día las industrias procesadoras utilizan 50.000 t, lo cual representa el 10% de la producción nacional (Andrade et al, 2015).

Representantes del sector industrial mencionan necesidades básicas de este sector respecto no solo a semilla sino al sector papa en general: incrementar los rendimientos por hectárea de los cultivos de papa, para lo cual los insumos, entre ellos la semilla, son vitales; encontrar variedades de papa que cubran las necesidades de la industria e incrementar el consumo de papa en el país (Andrade et al, 2015).

## **8.2 Importancia de la producción de semillas.**

En los países andinos la práctica más frecuente es la selección de los tubérculos grandes para el mercado de consumo y los tubérculos medianos o pequeños para el mercado de semilla (Jiménez et al., 2010).

La semilla es uno de los insumos más importante para la producción de un cultivo y es el elemento clave para la disseminación de variedades mejoradas o la re-introducción de variedades nativas. En el caso de papa, la semilla es un tubérculo que, por su naturaleza asexual, tiene varias ventajas y desventajas. Puede ser re-utilizado de una campaña a otra, reduciendo así los costos de producción, pero al mismo tiempo es voluminoso, perecible y puede ser atacado por plagas y enfermedades que disminuyen su calidad a lo largo del tiempo produciendo la degeneración de la semilla. La forma en la que la semilla se produce y distribuye es un tema altamente sensible, pues de ella depende en gran medida la productividad de un cultivo (Andrade, Bastidas & Sherwood, 2002).

La falta de semilla de calidad es uno de los factores limitantes al momento de incrementar los rendimientos, el sistema informal que los agricultores tienen para producir semilla, la cual es utilizada en la siembra (Andrade et al., 2002).

## **8.3 Origen de la Variedad “Superchola”.**

La variedad fue generada por el señor Germán Bastidas Vaca, agricultor del cantón Montufar, provincia del Carchi. Proviene de los cruzamientos realizados con las variedades, (Curipamba

negra x *Solanum demissum*), donde dio origen a la Curicana (papa roja, en forma de plancha, con ojos blancos), posteriormente se cruza Curicana x *Solanum phureja* dando un híbrido, este híbrido se cruza con Chola; de esta descendencia se seleccionó a los tres mejores genotipos (clones) que tuvieron características parecidas a Chola, estos tres clones se recombinaron entre sí, el mejor de esta descendencia dio origen a la variedad “Superchola”, que tiene características superiores en cuanto a calidad, rendimiento y tolerancia a enfermedades y características de calidad culinaria que la variedad Chola (Andrade, Sola, Morales, & Lara, 1999).

Zonas recomendadas y altitud Norte, 2.800 a 3.600 m.s.n.m.

### 8.3.1 Taxonomía.

La papa según Pumisacho Y Sherwood (2012), se ubicada en las siguientes categorías taxonómicas:

**Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa**

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>Tuberosum</i> L.

**Fuente:** (Pumisacho & Sherwood, 2012)

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero erecto, generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura (Pumisacho y Sherwood, 2002).

### 8.3.2 Características agronómicas.

- Zona recomendada que oscilen entre los 2800 a 3600 m.s.n.m.
- Zona Norte: Carchi e Imbabura.
- Zona Centro: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar

- Días de floración: 120 días
- Habito de crecimiento: Semierecta
- Maduración: Semitardía (181 días)
- Rendimiento: 30 T/Ha
- Contenido de materia seca: 24%
- Gravedad específica: 1.098

#### **8.4 Características Morfológicas.**

Según el INIAP (2012), las características morfológicas definidas por la variedad súper chola son las siguientes:

- Planta: crecimiento bien desarrollado, con numerosos tallos pubescentes. Hojas de tamaño mediano, color verde oscuro. Tallos verdes con pigmentación púrpura; los nudos son sobresalientes. Floración moderada y sus flores caen por falta de fecundación y bajo porcentaje de frutos.
- Hojas: compuestas con tres pares de folíolos primarios con un folíolo terminal y tres pares de folíolos secundarios (entre folíolos) de color verde intenso. Presenta pares de folíolos terciarios o (sobre pecíolos). El follaje normalmente alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. (Pumisacho y Sherwood, 2002).
- Flores: hermafroditas de color morado con blanco presente en el acumen, haz y envés de los pétalos. Sus anteras son amarillas y su cáliz verde con manchas de color púrpura en la base. Su floración es moderada, usualmente llevadas arriba del follaje con un largo pedúnculo.
- Tubérculos: forma elíptica a ovalada, con ojos superficiales, piel rosada y lisa, con color crema alrededor de los ojos superficiales, pulpa amarilla pálida, sin pigmentación.
- Frutos: son bayas de color verde, con puntos blancos. De escasa fructificación.

#### **8.5 Fenología del cultivo.**

El desarrollo de la planta de papa ha sido estudiado por muchos investigadores, sin embargo, para fines prácticos, es importante que tanto técnicos, académicos y productores uniformen criterios

(Sifuentes, 2009). Según Sifuentes (2009), el desarrollo de la planta de papa puede dividirse en cuatro principales etapas:

### **8.5.1 Etapa vegetativa**

Inicia con el rompimiento de la latencia de la semilla y termina con el inicio de la formación de tubérculos, lo que varía de 15 a 30 días, dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas donde se establezca el cultivo (Sifuentes, 2009).

### **8.5.2 Emergencia**

Los brotes emergen a los 15-20 días en tubérculos, y de 8 a 10 días en semilla sexual, cuando son plantados en el campo y tienen las condiciones adecuadas de temperatura y humedad en el suelo, para su desarrollo (Sifuentes, 2009).

### **8.5.3 Desarrollo de tallos.**

En esta etapa, hay crecimiento de follaje y raíces en forma simultánea; dura entre 20 a 30 días (Sifuentes, 2009).

### **8.5.4 Tuberización.**

Tuberización es cuando los tallos principales de la planta (los que se originan del tubérculo madre) tienen un desarrollo suficiente, es decir cuando la yema apical se diferencia en floral y por lo tanto disminuye la dominancia apical, las yemas subterráneas del tallo que están más cerca del tubérculo madre brotan originando los estolones (Rivera & Jhony, 2014).

Estos tallos subterráneos crecen en longitud hasta que reciben estímulos para iniciar la tuberización. Al iniciar la tuberización cesa el crecimiento en longitud y se ensancha la región sub-apical del estolón. En el inicio se agranda solamente la región sub-apical de la punta del estolón. El crecimiento involucra solamente un internodio. Luego se incorpora un segundo internodio al desarrollo del tubérculo. En este estado, por la considerable expansión radial del tubérculo, el gancho se endereza y la yema apical del estolón queda situada en la posición terminal del tubérculo joven. El almacenamiento de reservas continúa incorporando nuevos internodios y es claro que los internodios hacia la corona se acortan en la medida que va disminuyendo el ritmo de crecimiento en longitud (Rivera & Jhony, 2014).

La tuberización procede acropetalmente, involucrando alguna extensión longitudinal y una gran expansión transversal de los sucesivos internodios. Esta forma de crecimiento tiene un componente genético que hace que las distintas variedades tengan distinta forma de tubérculos. (Rivera & Jhony, 2014).

#### **8.5.5 Desarrollo de los tubérculos.**

Se caracteriza especialmente con un incremento constante en el tamaño y peso de los tubérculos, bajo condiciones óptimas de humedad. Esta etapa puede durar de 60 a 90 días, lo que depende del clima y sanidad del cultivo, ya que la humedad tiene una relación directa con el tamaño y calidad de los tubérculos, principalmente a mediados de la tuberización, que se presenta de tres a seis semanas después de su inicio, porque el crecimiento de los tubérculos puede retardarse bajo condiciones de estrés hídrico y no es común que continúe uniformemente después de aplicarse el riego (Sifuentes, 2009).

#### **8.5.6 Maduración.**

Empieza con la caída del follaje, donde las hojas viejas se tornan amarillas hasta llegar, gradualmente, a un color café, al madurar. (Alba, 2001). Tiene lugar un crecimiento mínimo de los tubérculos y los requerimientos hídricos van disminuyendo por la reducida evapotranspiración de las hojas en el proceso de secado (Alba, 2001). 2.9. Sistemas de producción y multiplicación de semilla pre básica. La producción de semilla de papa en la Estación Experimental Santa Catalina, empezó en 1968. La Estación Santa Catalina permanece como único lugar del país para producir semilla de papa de categorías iniciales (Valverde & Alvarado Ochoa, 2009).

#### **8.5.7 Reacción a Enfermedades.**

Basado en observaciones de campo de agricultores la variedad Superchola es susceptible a lancha (*Phytophthora infestans*), medianamente resistente a roya (*Puccinia pittieriana*) y tolerante al nematodo del quiste de la papa (Valverde & Alvarado, 2009).

### **8.6 Producción de semilla pre-básica de papa**

En un programa de semillas debidamente organizado desde la investigación, hasta que el producto final sea consumido, la producción de semilla tiene que pasar por diferentes categorías de multiplicación, es decir, semilla pre- básico, semilla básica, semilla registrada, semilla certificada

para finalmente llegar al agricultor quien producirá y entregará el producto al consumidor final. Siguiendo esta cadena, es misión del ente creador de las variedades producir las categorías altas, es decir pre-básico, básicas y registradas, y las empresas productoras de semillas son las encargadas de multiplicar la categoría certificada (Naranjo, 1987).

La forma convencional de producción de semilla pre-básica de papa es multiplicando material limpio de cultivo in-vitro en invernadero, usando sustrato esterilizado.

Según Benítez (1997), un manejo del sistema convencional de semilla pre básica de papa, se inicia con la siembra de plantas in-vitro, luego se colocan las plántulas en camas que contengan un sustrato compuesto de suelo negro(70%), pomina (15 %) y humus(15 %), con riego manual y una fertilización sólida.

#### **8.6.1 Cultivo semi hidropónico**

Es un cultivo en sustrato sólido, inerte y poroso (las plantas están ancladas al sustrato). El sustrato está mezclado a pequeñas cantidades de turba u otros materiales que absorben la solución nutritiva, la cual atraviesa el sustrato de arriba abajo, por percolación o de abajo arriba, por subirriagación El sustrato también suele estar mezclado a materiales sintéticos (resinas) intercambiadores de iones saturados oportunamente de los elementos nutritivos necesarios, para el cultivo, razón por la que sólo se suministra agua. (Durany, 1984).

#### **8.7 Semilla.**

La semilla es el principal insumo para desarrollar buenos cultivos. En el caso de la papa, el uso de semilla de buena calidad es importante, ya que, se emplea la propagación vegetativa (tubérculos). Una semilla que no esté en condiciones sanitarias, físicas y fisiológicas adecuadas, producirá germinación poco uniforme, un pobre desarrollo de plantas y bajos rendimientos y se corre el riesgo de diseminar, involuntariamente, plagas y enfermedades, que se transmiten a través de la semilla de mala calidad (Cuesta et al., 2014).

La producción de mini tubérculos semilla de papa, bajo el sistema aeropónico, parte de la categoría prebásica, que enmarca todo un proceso desde etapas de cultivo in vitro, la producción de plantas madres y el uso de éstas para obtener esquejes o brotes, los cuales son sembrados en invernaderos para la producción de los mini tubérculos. A partir de la semilla prebásica, se multiplica en campo

para obtener la semilla básica y de esta a su vez, se obtienen otras categorías de semilla, de acuerdo al grado de sanidad y la legislación fitosanitaria del país (Cuesta et al., 2014).

Por consiguiente, la forma convencional de producir semilla prebásica de papa es multiplicando material vegetativo en óptimo estado, en invernaderos usando sustratos esterilizados. En este sentido, el bromuro de metilo ha sido el agente usado comúnmente para la desinfección, pero debido a su impacto negativo en aspectos ambientales y de salud, en la actualidad se encuentra prohibida su utilización a nivel mundial. Se han evaluado otras alternativas incluyendo: uso del vapor, solarización y otros productos químicos y se ha determinado que el vapor producido en calderos accionados con petróleo esteriliza los sustratos con similar eficiencia, pero a un costo significativamente mayor (Cuesta et al., 2014).

Aspecto económico y la sustentabilidad de la producción de semilla de papa

#### **8.7.1.1 Aspecto económico de la producción de semilla de papa**

Mochón (2007), manifiesta que la primera etapa para lograr el crecimiento sustentable en la empresa es la reducción de los costos de producción; tomando en cuenta principalmente los precios de los insumos ya que si estos incrementan, repercutirán directamente en los costos y finalmente en el precio para el consumidor.

Para Pumisacho y Sherwood (2002), la producción de papa debe ser entendida no solo como un proceso social y técnico, sino también económico. Los costos son todos los egresos, no solo en efectivo sino también en especie, que se realizan durante el proceso productivo. Estos egresos o costos deben ser registrados cuidadosamente y ser categorizados para propósitos de análisis. Esto permitirá determinar los costos de producción (costos fijos, variables y totales) dentro del proceso productivo, que es muy importante puesto que año tras año estos costos varían por la influencia de factores internos y externos.

### **8.8 Producción de semilla de papa**

La producción de semilla de papa en la Estación Experimental Santa Catalina, empezó en 1968. La Estación Santa Catalina permanece como único lugar del país para producir semilla de papa de categorías iniciales (García, Cevallos, & Estrella, 1993).

### **8.8.1 Tipos de reproducción**

La papa se puede propagar por medio de la reproducción sexual (semilla botánica) y asexual (tubérculo). La sanidad fisiológica de los tubérculos-semilla está entre los factores más importantes que influyen sobre la producción. En los sistemas de producción convencional, los tubérculos se utilizan generalmente para la multiplicación y producción. Este método tiene algunas desventajas como un índice reducido de multiplicación y un alto riesgo de adquirir enfermedades (fungosas, virales y bacterianas). Algunas plagas y agentes causales de enfermedades pueden ser transmitidos y diseminados por los tubérculos, causando así la degeneración de los tubérculos-semilla. La papa es propensa a la degeneración de la semilla porque la propagación continua disminuye la calidad de los tubérculos-semilla, causado por un aumento en las enfermedades, entre las cuales las provocadas por virus son las más frecuentes. Algunas de las ventajas de utilizar tubérculos-semilla para la multiplicación de la papa son: la producción de plantas sanas, la uniformidad de los tubérculos y el crecimiento vegetativo vigoroso. Existen técnicas de multiplicación desarrolladas recientemente. Una de éstas es la producción in vitro o cultivo de tejidos. Esta técnica es muy flexible y produce una tasa de multiplicación alta, la cual proporciona vitroplántulas libres de enfermedades (Bolaños, Panoluisa, & Olmedo, 2017).

### **8.8.2 Multiplicación acelerada modelo “INIAP”.**

En el caso de variedades ecuatorianas que pertenecen a la subespecie andígena, debido a su hábito de crecimiento, el método con el cual se ha obtenido el mayor índice de multiplicación, es el de esqueje de tallo secundario o modelo INIAP, que es una combinación de las técnicas de tallo juvenil y tallo lateral. Este modelo desarrollado a partir del año 1987, es una técnica de multiplicación rápida de papa, que a partir de plantas producidas “in-vitro” o de tubérculos, procura el crecimiento de una gran cantidad de tallos que se desarrollan en macetas de capacidad reducida, los mismos que al ser cortados periódicamente, sometidos a aporques tardíos y enraizados en un medio apropiado, constituyen plantas vigorosas que soportan con facilidad el trasplante al campo para producir semilla prebásica INIAP, (1987). A pesar de los buenos resultados obtenidos con el modelo INIAP, existieron desventajas como: dependencia del cultivo a condiciones medio ambientales (humedad y temperatura), ataque de plagas y enfermedades y un largo ciclo de producción en invernadero, que se reflejaban en la producción de volúmenes bajos de semilla durante el lapso de seis meses.

### **8.8.2.1 Proceso de multiplicación acelerada.**

Se eligen plantas de papa de la variedad y calidad necesitada. Jóvenes que estén sin problemas de enfermedades y con un buen desarrollo.

Se cortan los esquejes de la planta de papa dejando la base de la planta, para que esta vuelva a crecer, y se pueda obtener una segunda cosecha de esquejes.

**Figura 1. Corte de esquejes de plantas madres**



El corte se realiza dejando una hoja y un nudo o yema. Estos cortes se hacen utilizando un bisturí, hoja de afeitar o un cuchillo debidamente desinfectado ojalá con cloro, la persona que realiza los cortes también debe lavarse las manos con una solución jabonosa.

**Figura 2. Corte por nivel de esqueje.**



Una vez realizado el corte se aplica enraizante en la base y se trasplantan a platabandas, camellones o tablones previa preparación con sustrato desinfectado.

Posterior se realiza manejo de cultivo; fertilización al voleo, aporca similar a técnicas anteriores, aplicaciones de pesticidas si existen condiciones ambientales para el ataque de plagas y enfermedades.

**Figura 3. Llenado de bandejas.**



**Figura 4. Colocación de los esquejes en bandejas.**



Otra alternativa es realizando el despunte de plantas, lo que incentivará la producción de esquejes laterales. Estos se pueden cosechar y trasplantar de igual forma que los anteriores.

### **8.8.3 Actividades previas a la siembra**

Es necesario de una cuidadosa selección del lote, el cual debe ser aislado de otros cultivos de papa, por lo menos 50 m; el terreno debe estar libre de patógenos, debe ser bien aireado, con los agregados homogéneos, su objetivo es el de favorecer el desarrollo radicular, la emergencia rápida y homogénea, además se reduce los ataques de parásitos (Cuesta, Oyarzún, et al., 2014).

### **8.8.4 Requerimientos Nutricionales**

Es necesario un balanceado suministrado de los nutrientes a la planta, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro y molibdeno, ya que cumplen funciones específicas para el adecuado crecimiento de la planta. La falta de algún nutriente origina un retardo del crecimiento y disminución del rendimiento. El cultivo de papa

extrae los nutrientes del suelo y por ello es necesario reemplazarlos para mantener la fertilidad del mismo. (Montesdeoca & Benítez B., 2008)

La solución La Molina consta de dos soluciones concentradas A y B. Los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios y ahora es muy conocida en todo el Perú y Latinoamérica.

La fórmula de la solución semi hidropónica La Molina para producir tubérculos se prepara con los siguientes fertilizantes:

Solución Concentrada A: (para 5.0 litros de agua, volumen final)

**Tabla 2. Solución concentrada A**

	C. químico	Primeros 35 días	Después de 35 días
Nitrato de potasio 13.5% N, 45% K <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	550 g	550 g
Nitrato de amonio 33% N	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	350 g	230 g
Superfosfato triple 45% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 20% CaO	CaH <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	180 g	180 g

Fuente: (La Molina, 2007)

Solución Concentrada B: (para 2.0 litros de agua, volumen final)

**Tabla 3. Solución concentrada B.**

		Primeros 35 días	Después de 35 días
Sulfato de magnesio 16% MgO	MagSO <sub>4</sub>	220 g	220 g
Sulfato de potasio 50% K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	120 g
Quelato de hierro 6% Fe		17 g	17 g
Solución de Micronutrientes		400 ml	400 ml

Fuente: (La Molina, 2007)

Solución Concentrada de Micro nutrientes: (para un (1) litro de AGUA DESTILADA)

**Tabla 4. Solución concentrada de micro nutriente.**

Sulfato de Manganeso	MnSO <sub>4</sub>	5.0 mg
Ácido Bórico	H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	3.0 mg
Sulfato de Zinc	ZnSO <sub>4</sub>	1.7 mg
Sulfato de Cobre	CuSO <sub>4</sub>	1.0 mg
Molibdato de Amonio	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub>	0.2 mg

Fuente: (La Molina, 2007)

### 8.8.4.1 Preparación

Pesando por separado y con cuidado los fertilizantes en las cantidades indicadas.

**Solución Concentrada A:**

- 1) En un recipiente graduado, remojando por 24 horas el superfosfato triple en aproximadamente 200 – 250 ml de agua.
- 2) Con ayuda de un mazo (pilón), agite presionando las partículas del superfosfato continuamente. Vertiendo el sobrenadante en otro recipiente. Repetir esta operación varias veces, agregando agua (muy poca, apenas 30 – 50 ml, hasta deshacer totalmente el fertilizante. Eliminar el residuo final (arenilla)
- 3) En otro recipiente, agregar (3) litros de agua y el nitrato de potasio. Agitando hasta que se diluya totalmente el fertilizante.
- 4) Agregar sobre el nitrato de potasio disuelto, el nitrato de amonio disolver totalmente y agitar.
- 5) Luego añadir al recipiente que contiene el superfosfato triple y el nitrato de potasio disueltos
- 6) Ahora los tres fertilizantes están en un solo balde o recipientes.
- 7) Agregar agua hasta completar un volumen de CINCO (5) litros (volumen final) de la solución A.
- 8) Almacenar la solución concentrada A en un recipiente con tapa

#### **Solución Concentrada B:**

- 1) En un (1) litro de agua agregar el sulfato de magnesio y agitar hasta que los cristales se hayan disuelto totalmente.
- 2) Adicionar 400 ml (0.4 L) de la solución de micro nutrientes y agitar.
- 3) Agregar el quelato de hierro y remover hasta disolverlo totalmente.
- 4) Agregar agua hasta completar un volumen de dos (2) litros de solución concentrada B.
- 5) Almacenar la solución concentrada B. Para mayor duración, almacenar en frasco oscuro y en un lugar fresco.

#### **Solución Concentrada de Micro nutrientes:**

- 1) Disolver en 200 ml de agua Destilada, aproximadamente, una por una las sales según el siguiente orden: Sulfato de cobre, sulfato de zinc, molibdato de amonio, ácido bórico y sulfato de manganeso.
- 2) Agregar agua Destilada hasta completar un (1) Litro (volumen final).
- 3) Almacenar la solución en frasco de vidrio o de plástico limpio.

NOTA: Nunca se debe mezclar las soluciones concentradas A y B, de lo contrario algunos de los nutrientes podrían precipitar y no estarían disponibles en la solución nutritiva.

### **¿Cómo se prepara la solución nutritiva?**

Agitar previamente las soluciones concentradas A y B. Para preparar un litro de solución nutritiva, añadir 5 ml de la solución concentrada A y 2 ml de la solución concentrada B en un litro de agua. Si desea preparar 20, 50 o 100 litros de solución nutritiva, aplicar la misma relación.

Concentración de la solución nutritiva para los primeros 35 días y 35 días después del trasplante.

## **8.8.5 Fertilización**

La fertilización de los cultivos de papa varía en cada provincia y del tipo de agricultor, su capacidad económica, además de los diferentes suelos a su origen y manejo. Los requerimientos nutrimentales del cultivo de papa son altos; razón por la cual este cultivo requiere del uso de fertilizantes para obtener producciones satisfactorias. (Andrade, 1998).

### **8.8.5.1 Nitrógeno**

Las plantas absorben en forma de ión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). La función más importantes es la de involucrarse en la fotosíntesis, por ser constituyente de la molécula de clorofila. De igual manera, es componente de vitaminas, sistemas de energía y aminoácidos, los cuales forman proteínas; por tanto, es directamente responsable del contenido de proteínas en las plantas, es por eso que la planta de papa necesita nitrógeno para el crecimiento, el cual debe estar disponible continuamente para nutrir el desarrollo de los tubérculos (Andrade, 1998).

### **8.8.5.2 Fósforo**

Es esencial para el crecimiento de las plantas. Desempeña un papel importante en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. La deficiencia de fósforo retarda la madurez, las raíces y los estolones disminuyen en número, por lo tanto, la planta produce menor número de tubérculos (Andrade, 1998).

### **8.8.5.3 Potasio**

El potasio, es uno de los nutrientes principales para la planta, al igual que el nitrógeno y el fósforo. El orden de requerimiento en la papa es potasio, nitrógeno y fósforo. El potasio es absorbido por las plantas en forma iónica  $K^+$ ; es conocido que el potasio juega un papel importante en la fotosíntesis, transporte de los productos de la fotosíntesis, regulación de los poros de las plantas (estomas), activación de los catalizadores de la planta (enzimas) y muchos otros procesos.

Las plantas deficientes en potasio no pueden usar en forma eficiente el agua y otros nutrientes y son menos tolerantes a las sequías y son menos resistentes a plagas y enfermedades. La necesidad de fertilizar con altos contenidos de potasio, también se explica por los altos requerimientos de la nutrición de la papa y por el equilibrio con el nitrógeno, además, el potasio es el principal elemento responsable de la movilización de almidón desde las hojas al tubérculo, por lo tanto un alto contenido de potasio, es necesario para obtener altos rendimientos y alta calidad en la producción (Andrade, 1998).

### **8.8.5.4 Calcio**

El calcio, está relacionado con la síntesis de proteínas, la división de la célula y el crecimiento y desarrollo de tejido meristemático. Las concentraciones de calcio en los tubérculos de papa y en el rastrojo son relativamente bajas. El calcio es un elemento inmóvil. Si existe deficiencia llega a manifestarse en la falta de desarrollo de las yemas terminales.

### **8.8.5.5 Magnesio**

El magnesio es absorbido por las plantas como catión  $Mg^{2+}$ . El magnesio es el átomo central de la molécula de clorofila, por lo tanto, está involucrado activamente en la fotosíntesis. El nitrógeno y el magnesio, son los únicos nutrientes provenientes del suelo que son parte de la clorofila; además, el magnesio interviene en el metabolismo del fósforo, en la respiración y en la activación de muchos sistemas enzimáticos en las plantas.

### **8.8.5.6 Azufre**

El azufre forma parte de aminoácidos que forman las proteínas, ayuda a desarrollar las enzimas y vitaminas. Es necesario en la formación de clorofila a pesar de no ser constituyente de la misma.

Interviene en la formación de compuestos, que imparten resistencia a la sequía y al frío; la necesidad de azufre está muy relacionado con la cantidad de nitrógeno disponible por la plantas. Las deficiencias producen un color verde pálido en las hojas más jóvenes, debido a su baja movilidad en la planta, cuando es severa se vuelve pálida toda la planta.

### **8.8.6 Micronutrientes**

Siete de los 16 nutrientes esenciales para la planta se denominan Micronutrientes y son boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), zinc (Zn) y cloro (Cl). Los micronutrientes son tan importantes para las plantas como los nutrientes primarios y secundarios, a pesar de que las plantas los requieren en cantidades muy pequeñas. La ausencia de cualquiera de estos micronutrientes en el suelo, pueden limitar el crecimiento de las plantas, aun cuando todos los demás nutrientes esenciales estén en cantidades adecuadas. El efecto de la deficiencia de los micronutrientes puede no ser tan evidente como los nutrientes mayores, pero la deficiencia de ellos puede existir aunque no haya síntomas visibles (Andrade, 1998).

### **8.8.7 Cuidados durante el cultivo**

#### **8.8.7.1 Profundidad de siembra**

Se tiene que tomar en cuenta que en general la profundidad de siembra en tierras y climas adecuados es aproximadamente el doble del diámetro de la semilla (Paz & Isabel, 2012).

#### **8.8.7.2 Riego**

También se debe considerar que el riego debe satisfacer los 400 a 800 mm de agua por ciclo del cultivo, la etapa crítica durante la cual no puede faltar agua es durante el periodo de tuberización – floración (Paz & Isabel, 2012).

### **8.8.8 Labores de cultivo**

**Dentro de las labores de cultivo tenemos:**

#### **8.8.8.1 Poda**

La poda es una operación utilizada para obtener unas buenas conformaciones en las plantas o para rejuvenecerlas. Las podas destinadas a la formación tratan de buscar formas de plantas

proporcionadas y equilibradas. También se busca en este tipo de podas que la recolección o labores culturales se puedan realizar de una forma más adecuada (Paz & Isabel, 2012).

#### **8.8.8.2 Aporque**

En el cultivo de la papa generalmente se realiza dos aporques. El medio aporque conocido también como Primer aporque (60 y 80 días después de la siembra) y el aporque final conocido solo como Aporque (90 y 105 días). El aporque es una actividad que consiste en arrimar tierra alrededor del naciente tallo principal para sostener la planta. Esta operación afloja el suelo y continúa con el proceso de eliminación de plantas mal ubicadas (Paz & Isabel, 2012).

#### **8.8.8.3 En tutorados**

Con el en tutorado, además de una mejor conformación de la planta, se consigue que las plantas reciban luz de forma más uniforme, que se aireen. Los enturados se realizan sobre cañas, mallas metálicas, o sobre alambres generalmente, estos productos son baratos y ofrecen grandes ventajas. (Paz & Isabel, 2012).

#### **8.8.8.4 Defoliación**

La recolección de la papa de siembra, exige la eliminación de toda la parte aérea de la planta, para obtener una más rápida recolección. También se conoce como defoliación a la operación que consiste en retirar manualmente las hojas secas y viejas de la planta. (Paz & Isabel, 2012).

#### **8.8.8.5 Cosecha**

Cuando las plantas llegan a su madurez fisiológica completa (75 a 90 días después de siembra, dependiendo de la variedad), se procede a la defoliación (corte de la parte vegetativa de la planta), y se deja que los tubérculos queden enterrados entre 15 y 21 días para que subericen (que no se desprenda con facilidad la piel externa del tubérculo denominada epidermis), para luego proceder a cosechar. (Andrade-Piedra et al., 2015)

PUMISACHO (2002), considera que los mini tubérculos cosechados deben ser retirados rápidamente del invernadero con el objeto de exponerlos lo menos posible a daños ocasionados por el ambiente, plagas y enfermedades.

## **8.9 Mini tubérculos**

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2010), indica que los mini tubérculos son tubérculos de papa que se producen a partir de material micro propagativo, bajo condiciones de asepsia para evitar infestación de plagas o contaminación. Los mini tubérculos libres de plagas se exportan si cumplen los requisitos fitosanitarios de importación del país (García & Garza, 2010).

### **8.9.1 Producción de mini tubérculos.**

El mini tubérculo es una fase intermedio de producción de semilla de papa entre la micro propagación en laboratorio y la multiplicación en campo. La producción convencional de mini tubérculos es en sustrato esterilizado en invernadero, pero recientemente, se han desarrollado sistemas hidropónicos y aeropónicos para la producción de mini tubérculos a partir de plantas in vitro. Además de reducir el costo de producción, 6 estos sistemas permiten la producción durante todo el año y la adopción de normas fitosanitarias (Rosero, Sotomayor, Guevara, & Aucatoma, 2017).

### **8.9.2 Importancia en la producción de mini tubérculos en el Ecuador**

El INIAP desde el año 1994, venía trabajando en la producción de mini tubérculos en camas de producción bajo invernadero con un sustrato a base de tierra negra (70%), pomina (15%) y humus (15%) con fertilización sólida y riego con manguera, con una densidad de 16 plantas/ m<sup>2</sup>. El sistema semi hidropónico que hoy se está utilizando consiste en colocar en camas de producción un sustrato liviano, el agua y los nutrientes se suministran por medio de un sistema de riego por goteo y la densidad utilizada es 34 plantas /m<sup>2</sup>. No se han encontrado diferencias significativas en cuanto a producción frente al sistema convencional, pero si se observó que la calidad sanitaria de la semilla mejoró en este sistema. (García et al., 1993).

### **8.9.3 Inconvenientes**

Entre los principales problemas en la producción de semilla de papa obtenidos en el sistema semihidropónico, se considera que los minitubérculos para ser utilizados en el campo, se los debe someter a un proceso de germinación en invernadero, incrementando significativamente los costos de producción, además no se logra evitar proliferación de *Rhizoctonia solani* (costra negra) y

*Streptomyces scabies* (sarna común), por lo que se desecha una parte de la producción, disminuyendo los rendimientos. (Caycho, Arias, Oswald, & Esprell, 2009).

#### **8.9.4 Ventajas**

Permiten obtener cultivos homogéneos, reducir el empleo de sustancias desinfectantes, y el consumo de energía en la preparación del terreno para la siembra o plantación. Mayor eficiencia del agua y los nutrientes minerales utilizados. El desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controla más fácilmente que en cultivos tradicionales. Mayor cantidad, calidad y precocidad de cosecha. Permiten una programación de actividades más fácil y racional. Admiten la posibilidad de mecanizar y robotizar la producción (Caycho, et al., 2009).

#### **8.9.5 Clasificación por tamaño y peso**

Según CIP (2010), clasificó en categoría y tamaño (Tabla 5).

**Tabla 5. Escala de clasificación de mini tubérculos.**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>TAMAÑO (cm)</b>	<b>PESO(g)</b>
Cero	0.8 a 1.4	< 1,9
Uno	1.5 a 1.7	2 a 5
Dos	1.8 a 2.5	6 a 10
Tres	2.6 a 3.5	11 a 15
Cuatro	3.6 a 4.5	> 16

**Fuente:** (CIP, 2010)

Se clasifica los tubérculos según su tamaño (grande, mediano, pequeño y mini tubérculo), con el objetivo de estandarizar las densidades de siembra al momento de producir la semilla básica. Es importante mencionar que cualquiera de los tamaños obtenidos en la categoría pre básica es sembrado para la obtención de la categoría básica.

La categoría correspondiente al tamaño del mini tubérculo-semilla para siembra, es la de categoría tres y se busca la mayor producción de esta categoría.

La importancia del sistema radica en un aumento de la calidad y el rendimiento final, así como la posibilidad de hacer cosechas uniformes, seleccionando o recogiendo mini tubérculos de tamaño apropiado para llevar a campo (20-30 mm); así los restantes (que no son cosechados) pueden

desarrollarse más rápidamente. Este método consigue un mayor control sobre el tamaño final de los mini tubérculos

#### **8.9.6 Número de mini tubérculos**

Por cada planta establecida se producirán en promedio 3 mini tubérculos de semilla pre básica de papa. Este rendimiento fluctuará de acuerdo con el genotipo a utilizar.

#### **8.9.7 Rendimiento**

Según FABARA (2006), el rendimiento es la relación porcentual que existe entre la utilidad y el beneficio que rinde anualmente un cultivo, el cual genera un activo financiero y un precio en el mercado. Una hectárea de mini tubérculos lleva de 50 a 60 mil unidades y puede producir entre 18 y 25 toneladas en lugares cálidos y de 25 a 30 toneladas en lugares templados. Los rendimientos que podemos esperar con el sistema de producción a razón de 100 plantas por metro cuadrado, van de 400 a 800 mini tubérculos por metro, sin embargo, se ha cosechado hasta 1,200 como producciones record (Gálvez, 2001)

#### **8.9.8 Invernadero**

Son instalaciones acondicionadas para poder controlar la temperatura, aireación, iluminación, abonado, humedad y en general los factores que pueden influir en el desarrollo de las plantas, como en los invernaderos se tienden a obtener producciones de altos rendimientos, debido al costo de las instalaciones, la distancia entre las hileras de plantas es relativamente pequeña. (Gálvez, 2001)

#### **8.9.9 Control de temperatura en los invernaderos**

El cultivo de la papa requiere de temperaturas que van desde 18° C a 26 °C, las que se ven incrementadas por la alta radiación de la zona, y por el material cobertor. Cuando las temperaturas son altas, afectan negativamente la fotosíntesis y otros procesos metabólicos; por consiguiente, la producción de carbohidratos que son transformados en tubérculos se ve perjudicada, que en este caso es el interés principal. (Gálvez, 2001)

El monitoreo de la temperatura ambiental y de la humedad del sustrato de las maceteras son claves para obtener plantas vigorosas.

En la medida que se mantenga un equilibrio entre la temperatura y humedad relativa en el interior del invernadero, se obtienen condiciones ideales para la producción de semilla, por lo que se le ha instalado una malla sarán con un paso de 60% de luz, que deberá manejarse de acuerdo a las condiciones climáticas, para evitar la elevación excesiva de temperatura dentro del invernadero. Adicionalmente, se deben manejar nebulizaciones de 1.5 segundos en las horas más calientes, éstas nunca deben tocar las hojas de las plantas pues puede favorecer el desarrollo de Fito patógenos.

## **9 PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:**

### **9.1 Hipótesis alternativa**

- El nivel de corte de esquejes de papa (Apical. Medio. Basal) y el sustrato influye en la producción de mini tubérculos.

### **9.2 Hipótesis nula**

- El nivel de corte de esquejes de papa (Apical. Medio. Basal) y el sustrato no influye en la producción de mini tubérculos.

## **10 METODOLOGÍAS / DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **10.1 Modalidad básica de investigación**

#### **10.1.1 De Campo:**

La investigación es de campo, ya que la recolección de datos se realizó bajo invernadero en la universidad Técnica de Cotopaxi, campos Salache, donde se instaló los tratamientos para la evaluación de la producción del nivel de esqueje con mayor producción de semillas pre básicas

#### **10.1.2 De laboratorio:**

La investigación recae en la fase de laboratorio ya que permitió utilizar herramientas y procedimientos para la realización de soluciones nutritivas para la producción de semilla pre básica y la recolección de datos.

### **10.1.3 Bibliográfica Documental**

La investigación se obtuvo mediante la recolección de material bibliográfico, documental documentos en línea de investigaciones realizadas y la revisión de artículos científicos referentes al tema investigado que sirvió de base para el contexto del marco teórico y la fundamentación de los resultados obtenidos.

## **10.2 Tipo de Investigación**

### **10.2.1 Experimental**

La investigación es de tipo experimental porque consiste, en determinar el mejor corte de esqueje para la producción de semilla pre básico. Al aplicar este tipo de investigación permitió la comprobación de hipótesis.

### **10.2.2 Cuantitativa**

La investigación propuesta recae en la recolección de los datos tomados durante el proceso de producción y cosecha en distintos tratamientos con diferentes niveles de esquejes de papa. La investigación cuantitativa trata de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes de una forma estructurada. La investigación cuantitativa implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados.

## **10.3 Ubicación del ensayo**

El ensayo se llevó a cabo en el invernadero de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicado en el cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi.

**Tabla 6. Ubicación del ensayo.**

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Barrio	Salache Bajo
Parroquia	Eloy Alfaro
Latitud	0°59'55.8"S

Longitud	78°37'25.4"O
Altitud	2730 msnm.

Elaborado: Quishpe, E. (2019)

**Figura 5. Ubicación geográfica del ensayo**



Elaborado: Quishpe, E. (2019)

## **10.4 Diseño Experimental**

Se utilizó un arreglo factorial a\*b dentro de un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones, para los tratamientos en estudio.

## **10.5 Factores en estudio**

**FACTOR A:** Nivel de esqueje.

- a) Esqueje parte apical ( Ea )
- b) Esqueje parte medio (Em)
- c) Esqueje parte basal (Eb)

**Tabla 7. Número de esquejes.**

Esqueje	Número de esqueje
Corte de esqueje parte apical	200
Corte de esqueje parte medio	200
Corte de esqueje parte basal	200

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

**FACTOR B:** Tipo de Sustrato

- a) Tierra negra + cascarilla de arroz (S1)
- b) Pomina (S2)

**10.6 Tratamiento**

El ensayo consta de 6 tratamientos y 3 repeticiones.

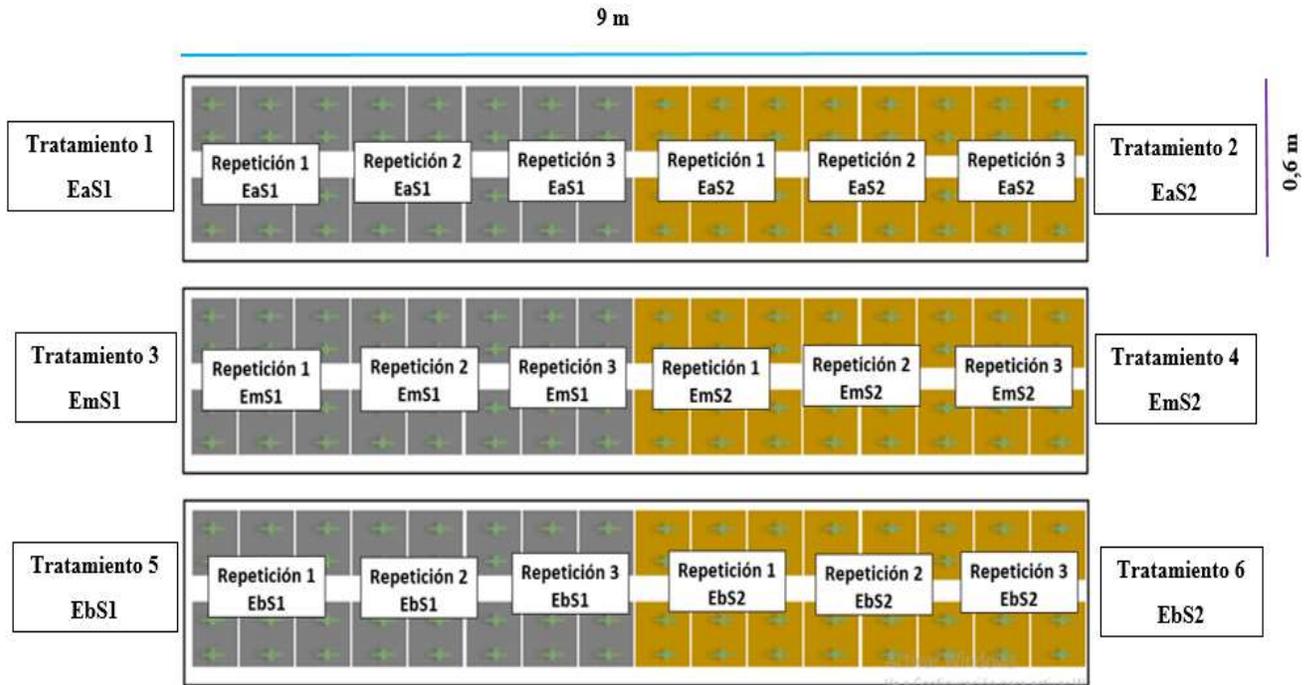
**Tabla 8. Tratamientos en estudio**

TRATAMIENTO	CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
T1	EaS1	Apical+ ( Tierra negra + cascarilla de arroz)	EaS1	EaS1	EaS1
T2	EaS2	Apical+ Pomina (cascajo fino)	EaS2	EaS2	EaS2
T3	EmS1	Medio + (Tierra negra + cascarilla de arroz)	EmS1	EmS1	EmS1
T4	EmS2	Medio + Pomina (cascajo fino)	NmS2	NmS2	NmS2
T5	EbS1	Basal( Tierra negra + cascarilla de arroz)	EbS1	EbS1	EbS1
T6	EbS2	Basal + Pomina (cascajo fino)	EbS2	EbS2	EbS2

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

## 10.7 Croquis del ensayo

Figura 6. Croquis del ensayo.



## 10.8 Esquema del Adeva

Tabla 9. Esquema del Adeva.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	
Total	$(t * r) - 1$	17
Repeticiones	$(r - 1)$	2
Factor a	$(a - 1)$	2
Factor b	$(b - 1)$	1
Factor a x b	$(a - 1) * (b - 1)$	2
Error Experimental	Diferencia del total	10

### 10.9 Análisis funcional.

Se realizó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado; pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferencias entre tratamientos, para las fuentes de variación en donde se encontró significación.

### 10.10 Memoria técnica

Tabla 10. Memoria técnica

Descripción	Cantidad
Área total del ensayo:	47,25 m <sup>2</sup>
Número total de parcelas:	6
Largo de la parcela:	4,50 m
Ancho de la parcela:	0,60 m
Número total de esquejes en el ensayo:	600 esquejes
Número de plántulas de esqueje por tratamiento:	100 esquejes
Esquejes plantados en metro cuadrado	38 esquejes
Número de esqueje por funda.	2 esquejes
Dimensión de camino:	1,00 m

Elaborado: Quishpe, E. (2019)

### 10.11 Manejo específico del ensayo

Para la implementación de la investigación se desarrolló en dos fases: los invernaderos del **INIAP** donde se realizó los cortes de tres niveles de esquejes y el enraizamiento de los mismos culminando con la fase de campo donde se realizó el trasplante de los esquejes enraizados para sus valoraciones pertinentes.

## **10.12 Datos tomados**

### **10.12.1 Altura de planta (AP)**

La altura de planta, se midió con flexómetro desde la base del tallo hasta el ápice del tallo principal, en 48 plantas tomadas al azar de cada tratamiento, evaluando el día del trasplante, a los 20, 40, 60 y 80 días.

### **10.12.2 Diámetro de tallo (DT)**

El diámetro de la planta, se midió con calibrador en la base del tallo, en las 48 plantas que se tomaron las alturas, evaluando el día del trasplante, a los 20, 40, 60 y 80 días.

### **10.12.3 Masa verde (MV)**

La masa verde de la planta se pesó con balanza, en 48 plantas de cada tratamiento tomados los anteriores datos.

### **10.12.4 Masa seca (MS)**

Se realizó el pesaje de las 48 plantas de cada tratamiento, mediante la deshidratación en estufa.

### **10.12.5 Volumen radicular (VR)**

El volumen radicular se obtuvo de las raíces de las 48 plantas de cada tratamiento con la utilización de probetas mediante el método volumétrico.

### **10.12.6 Número de tubérculos (NT)**

Se contabilizó los números de minitubérculos de cada planta, en 48 plantas de cada tratamiento.

### **10.12.7 Peso de tubérculos (PT)**

Se realizó el pesaje de los tubérculos de cada tratamiento.

### **10.12.8 Rendimiento (R)**

El rendimiento se obtuvo mediante el peso y contabilización total de los minitubérculos cosechados en el total de los tratamientos.

### **10.12.9 Categorización de tubérculos (CT)**

La clasificación se realizó de acuerdo al peso, tomado como referencia la escala de clasificación de semilla de papa establecida por INIAP (2010).

**Tabla 11. Clasificación de mini tubérculos**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>TAMAÑO (cm)</b>	<b>PESO(g)</b>
Cero	0.8 a 1.4	< 1,9
Uno	1.5 a 1.7	2 a 5
Dos	1.8 a 2.5	6 a 10
Tres	2.6 a 3.5	11 a 15
Cuatro	3.6 a 4.5	> 16

Elaborado: (INIAP, 2010)

#### **10.12.10 Numero de tubérculos por categorías (NTC)**

Conteo de tubérculos por categorías obtenidas en el ensayo.

### **10.13 Manejo de la investigación**

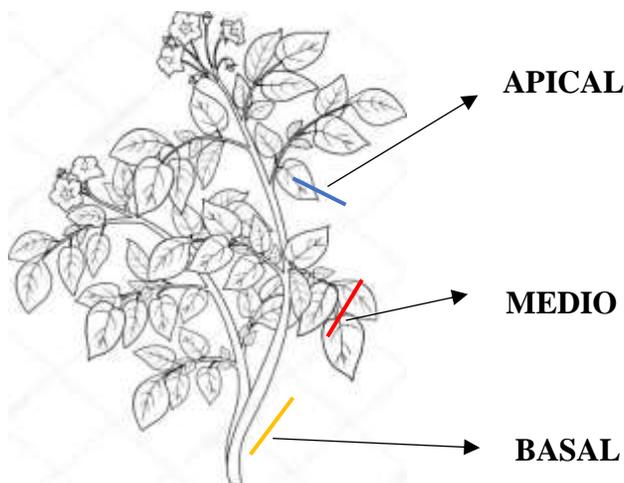
#### **10.13.1 Adquisición de plantas**

La adquisición de plantas por medio de esquejes se obtuvo del **INIAP**, un total de 600 plántulas de esquejes enraizados.

#### **10.13.2 Corte de esquejes de plantas madres**

El corte de esquejes de planta de papa se obtuvo de plantas totalmente sanas libres de enfermedades y virus, los cortes se realizaron de tres niveles, apical 200 esquejes, medio 200 esquejes y basa 200 esquejes cada esqueje se colocó en bandejas con sustratos aptos para el enraizamiento durante 20 días con constante riegos.

**Figura 7. Cortes de esquejes de papa planta madre.**



### **10.13.3 Desinfección del invernadero**

La desinfección del invernadero se realizó con formol al 5%, por dentro y por fuera.

### **10.13.4 Desinfección de los sustratos**

La desinfección de los sustratos se realizó con agua hervida y con la fumigación de formol al 5%.

### **10.13.5 Llenado de fundas**

El llenado de fundas se realizó con referencia al diseño experimental 300 fundas con 100% pomina o cascajo fino, 300 fundas con 70% de tierra negra y 30% de cascarilla de arroz.

### **10.13.6 Trasplante de esquejes**

Para el trasplante, se adquirieron plántulas totalmente sanas de la variedad Superchola las cuales se encontraban totalmente enraizadas, se trasplantaron en fundas negras de 12\*14 cm.

### **10.13.7 Preparación de solución nutritiva para papa en semi hidroponía**

La solución se obtuvo de fuentes bibliográficas en función a semi hidroponía en papa con dos etapas con diferentes dosis.

### **10.13.8 Aplicación de insecticidas**

La aplicación de insecticida se realizó para el control de mosca blanca mediante una rotación de insecticidas dependiendo del ciclo fenológico en que se encuentre la mosca blanca.

### **10.13.9 Deshierbe y poda**

El deshierbe de las plantas se realizó en los primeros 15, 45 y 60 días después del trasplante, al igual que la poda se retiró las hojas secas que se encontraban en la planta de papa.

### **10.13.10 Controles fitosanitarios**

Se efectuó controles preventivos para Lancha (*Phytophthora infestans*) con Mancozeb y caldo bordelés para hongos.

### **10.13.11 Tutorado**

El tutorado se realizó a los 30 días del trasplante. Para este efecto se colocaron mallas de tutorado, se realizó 2 veces durante ciclo del cultivo para evitar que las plantas se viren.

### 10.13.12 Fertilización

Fertilización se realizó en base a la solución nutritiva semihidropónica para papa recomendada por la Universidad Nacional Agraria la Molina. (enexo ζj)

### 10.13.13 Cosecha

La cosecha se efectuó en forma manual, empezando por cada tratamiento. Luego, los tubérculos fueron contabilizados.

### 10.13.14 Toma de datos después de la cosecha.

Se realizó la toma de datos después de la cosecha como volumen radicular, masa verde, masa seca y la clasificación por categorías.

## 11 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 11.1 Altura de planta (AP)

Tabla 12. ADEVA para la variable altura de planta.

F.V.	gl	Cuadrados medios					
		Trasplant e	20 días	40 días	60 días	80 días	
Esquejes (A)	2	0,08 ns	2,86 *	3,43 *	2,02 ns	7,59 ns	
Sustratos (B)	1	0,14 ns	67,67 *	355,56 *	384,57 *	337,13 *	
A*B	2	0,06 ns	0,03 ns	4,47 *	6,02 *	9,98 ns	
Repetición	2	0,09 ns	0,06 ns	0,42 ns	0,03 ns	4,25 ns	
	1						
Error	0	0,06 ns	0,19 ns	0,51 ns	0,64 ns	9 ns	
	1						
Total	7						
CV		5,28	3,1	2,49	2,28	7,43	

### **Altura de planta el día del trasplante**

En la tabla 12, se observa el análisis de varianza para la variable AP, los datos evaluados al momento del trasplante no existen diferencias significativas para ninguna fuente de variación, el coeficiente de variación fue de 5,28%.

### **Altura de planta a los 20 días**

A los 20 días se observa significancia para Esqueje (A) y Sustrato (B) con un coeficiente de variación de 3,1%.

### **Altura de planta a los 40 días**

A los 40 días después del trasplante se observa significancia estadística Esqueje (A), Sustrato (B) y la interacción de los factores en estudio, el coeficiente de variación fue de 2,49%.

### **Altura de planta a los 60 días**

A los 60 días luego del trasplante se observa diferencia significativa para Sustrato (B) y la interacción A x B, con un coeficiente de variación de 2,28%.

### **Altura de planta a los 80 días**

A los 80 días después del trasplante no hay diferencia significativa para ninguna fuente de variación excepto para Sustrato (B), el coeficiente de variación fue de 7,43%.

**Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para Esqueje (A) en la variable Altura de planta a los 20 días luego del trasplante.**

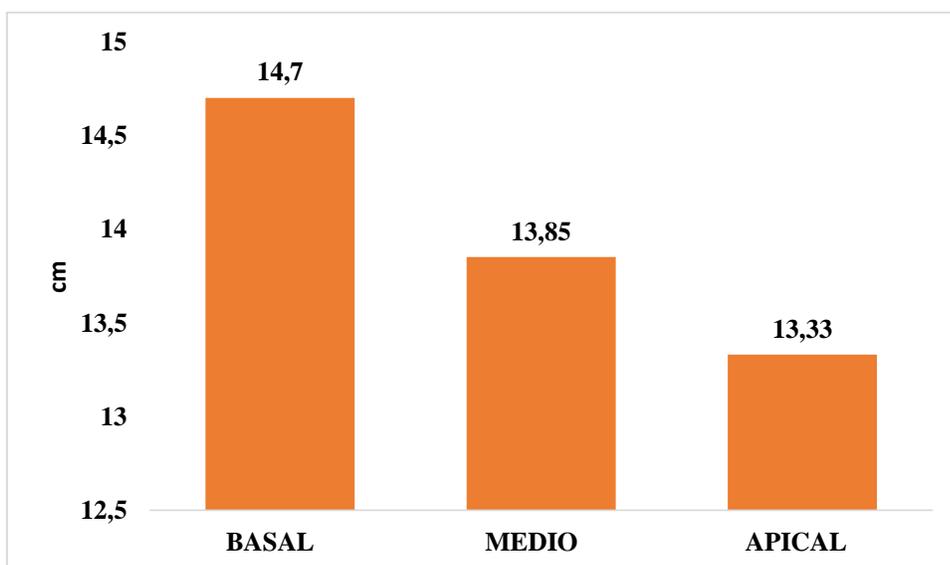
<b>Esqueje (A)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
BASAL	14,7	A
MEDIO	13,85	B
APICAL	13,33	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

En la tabla 13, se observa dos rangos de significancia para Esqueje (A), donde el corte Eb (esqueje basal) presenta el promedio más alto con 14,7 cm, seguido del corte Em (esqueje medio) y Ea (esqueje apical) con 13,85 cm y 13,33 cm respectivamente.

Las auxinas se caracterizan por su capacidad de provocar uno o varios fenómenos biológicos como son: inducir la elongación de tallos en bioensayos, promover la división celular en cultivos de callos y formar raíces adventicias en hojas y tallos cortados. (Garay, Sánchez, García, & Álvarez, 2014). Por lo tanto, se puede deducir que la presencia de una gran cantidad de auxinas se encontró en las partes basales de los tallos de los que se utilizaron en el ensayo.

**Figura 8. Promedios para Esqueje (A) en la variable Altura de planta a los 20 días luego del trasplante**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

En la figura 8, se observa los promedios obtenidos para cada uno de los tipos de cortes de los esquejes de *S. tuberosum* donde el Eb (corte basal) presenta un promedio de 14,7 cm siendo el mejor con respecto a los cortes de esquejes. Esto se debe a que se puede regenerar plántulas de papa por medios autotróficos debido a que los segmentos y las plántulas obtenidas poseen una alta capacidad para fotosintetizar (Pérez, y otros, 2013).

**Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 20 días luego del trasplante.**

---

**Sustrato (B) Medias Rangos**

---

TIERRA	15,9	A
POMINA	12,02	B

---

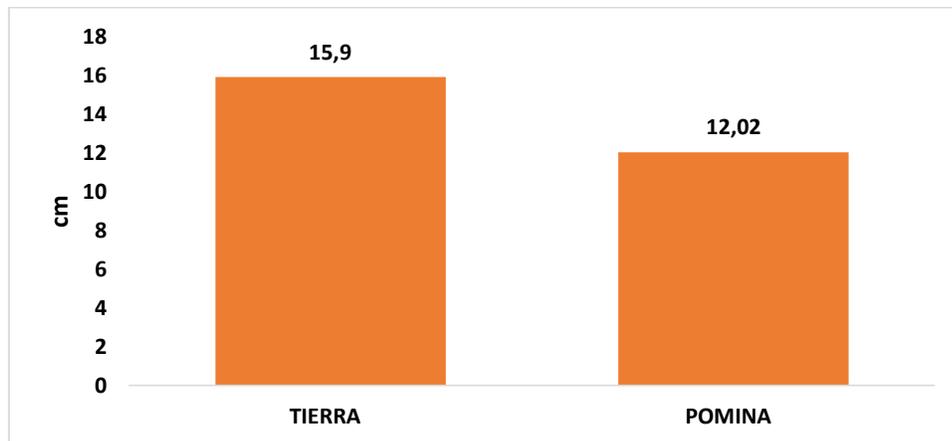
**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

La tabla 14, nos indica que a los 20 días los esquejes sembrados en S1 (sustrato tierra negra + cascarilla de arroz) presentaron un promedio de altura mayor con 15,9 cm en comparación con S2 (sustrato pomina) cuyo promedio fue de 12,02 cm. Al realizar la Prueba de Tukey al 5%, los resultados arrojaron dos rangos de significancia. (Figura 9)

Las propiedades más relevantes de la tierra negra son: la retención de humedad, textura franco arcilloso, reserva de bases intercambiables, capacidad de suministro de nitrógeno, azufre y otros elementos nutritivos a las plantas, aireación, estabilidad estructural, etc, depende marcadamente de aportaciones de materia orgánica (Vera, 2015).

El cascajo o piedra pómez es un sustrato con una calidad biológica excelente, propiedades físicas buenas y propiedades químicas regulares; posee las siguientes características físico-químicas: Porosidad total 75 % de volumen, capacidad de aireación del 40 al 55 % en volumen, densidad aparente de 0.6-08 g/cm<sup>3</sup>, capacidad de retención de agua a capacidad de campo 59% en peso y 21 % en volumen, tamaño de grano 3-6 mm, y posee una capilaridad buena (Sango, 2013).

**Figura 9. Promedios para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 20 días luego del trasplante**



**Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para Esqueje (A) en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante.**

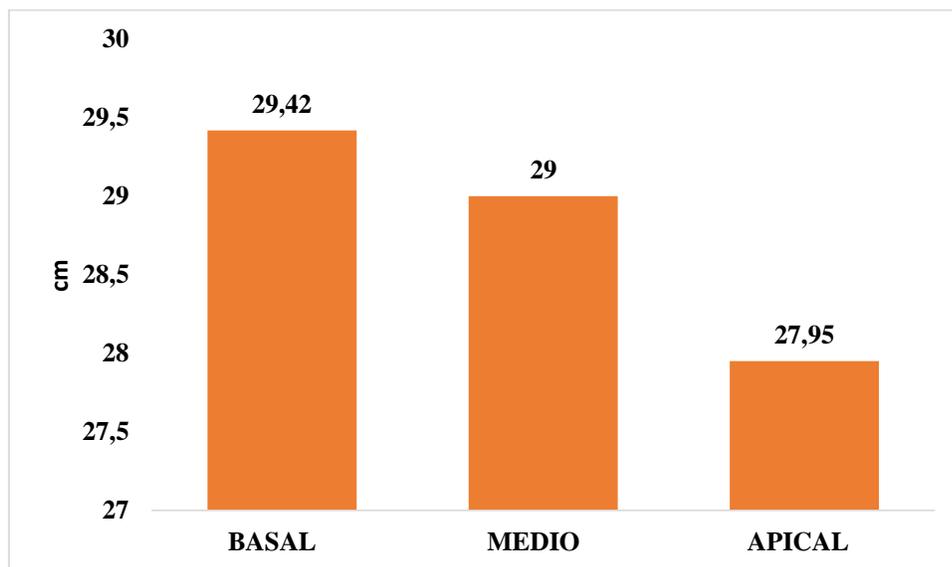
<b>Esqueje (A)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
BASAL	29,42	A
MEDIO	29,00	A B
APICAL	27,95	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

Se observa en la tabla 15, para la variable AP a los 40 días luego del trasplante tres rangos de significancia para los cortes de esqueje, donde el mejor promedio fue para Eb (esquejes basales) con un promedio de 29,42 cm; el siguiente rango de significancia fue para Em (esquejes medios) con 29,0 cm y finalmente los cortes de Ea (esquejes apicales) fue de 27,95 cm ubicándose en el último rango de significancia.

La capacidad de formación de raíces de los esquejes depende de la calidad del sistema radicular formado y posterior desarrollo de la planta en el área de producción. La habilidad de un explante para enraizar depende de factores endógenos y exógenos, como lo son, la genética, la fisiología, la edad de la planta madre y condiciones ambientales (luz, temperatura) y la composición de nutrientes en el sustrato que se encuentre. Para el enraizamiento, se hace necesario un balance hormonal entre promotores e inhibidores de iniciación radicular, lo cual se puede lograr con la aplicación exógena de sustancias con potencial de enraizamiento (Moreno et al., 2009). El tiempo para el enraizamiento depende de las condiciones de manejo, pero generalmente toma unos 15 días. La producción de esquejes por planta, varía de acuerdo a la variedad, número de tallos y vigor de la planta (Ramírez, Zuluaga, & Cotes, 2011).

**Figura 10. Promedios para Esqueje (A) en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante**



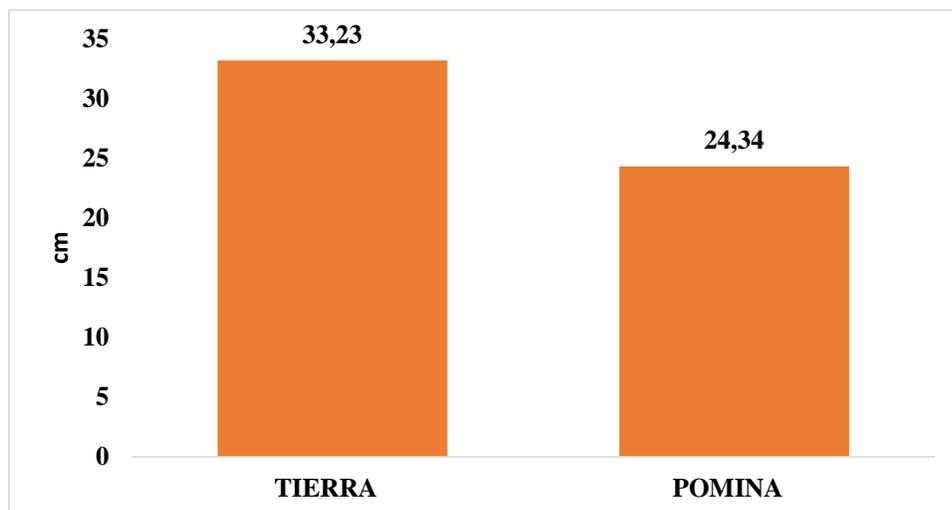
Elaborado: Quishpe, E. (2019)

**Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante.**

Sustrato (B)	Medias	Rangos
TIERRA	33,23	A
POMINA	24,34	B

La tabla 16, reporta dos rangos de significancia al realizar la prueba de Tukey al 5% para la variable AP a los 40 días después del trasplante, donde para Sustrato (B) con el promedio más alto se adjudicó para S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un promedio de 33,23 y para S2 (sustrato pomina) el promedio fue de 24,34 ubicándose en el último rango de significancia. (Ver figura 11)

**Figura 11. Promedio para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante**



Elaborado: Quishpe, E. (2019)

**Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para A x B en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante.**

Esqueje (A)	Sustrato (B)	Medias	Rangos
BASAL	TIERRA	34,3	A
MEDIO	TIERRA	34,0	A
APICAL	TIERRA	31,4	B
BASAL	POMINA	24,5	C
APICAL	POMINA	24,5	C
MEDIO	POMINA	24,0	C

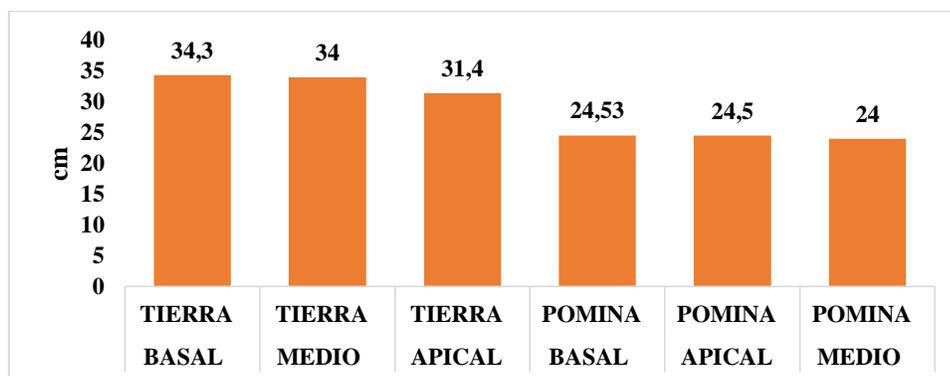
Elaborado: Quishpe, E. (2019)

La tabla 17, reporta tres rangos de significancia para la interacción de los factores A y B al realizar la prueba de Tukey al 5% para la variable AP a los 40 días después del trasplante, donde los tratamientos EbS1 (esqueje basal con sustrato tierra negra + cascarilla de arroz) y EmS1 (esqueje medio con sustrato tierra + cascarilla de arroz) presentaron los promedios más alto con valores de 34,3 y 34,0 cm respectivamente. Mientras que los tratamientos que se ubicaron en el último rango

fueron los EbS2 (esquejes basales con sustrato pomina), EaS2 (esquejes apicales con sustrato pomina) y EmS2 (esquejes medios con sustrato pomina) obteniendo promedios de 24,5; 24,5 y 24,0 cm respectivamente.

La mezcla de tierra + cascarilla de arroz es el sustrato adecuado para obtener mayor número de plántulas emergidas, al beneficiarse de las características del sustrato, quien dotó a las plántulas de la suficiente nutrición, aireación, soltura y retención de humedad, obteniéndose consecuentemente plántulas de mejor calidad. Mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, absorción de humedad y el filtraje de nutrientes; causado posiblemente a que la cascarilla de arroz presenta entre sus principales propiedades físico-químicas baja tasa de descomposición (difícil degradación), es liviano (baja densidad), de alto volumen, de buen drenaje, buena aireación (Ramos & Terry, 2014).

**Figura 12. Promedio para A x B en la variable Altura de planta a los 40 días luego del trasplante**



**Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 60 días luego del trasplante.**

Sustrato B	Medias	Rangos
TIERRA	39,81	A
POMINA	30,57	B

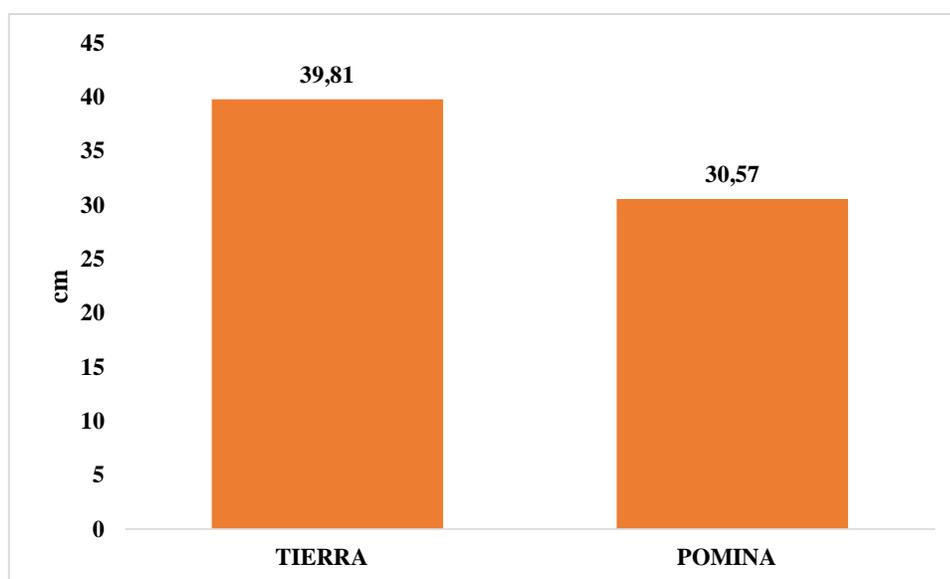
**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

En el cuadro 18, se observa dos rangos de significancia para Sustrato (B) en la variable AP a los 60 días de trasplante donde el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) ocupa el primer rango de

significancia con un promedio de 39,81 cm mientras que el S2 (sustrato pomina) con un valor de 30,57 cm ubicándose en el último rango de significancia. (Ver figura 13)

Los esquejes en proceso de enraizamiento ganan peso seco, producto de la fotosíntesis, además se produce un buen proceso de enraizamiento, determinando así que este sustrato proporcionó al esqueje las condiciones óptimas para el enraizamiento como son buena aireación, drenaje y soporte (García, Alcántar, Cabrera, Gavi, & Volke, 2001).

**Figura 13. Promedios para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 60 días luego del trasplante**



Elaborado: Quishpe, E. (2019)

**Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para A x B en la variable Altura de planta a los 60 días luego del trasplante.**

Esqueje (A)	Sustrato (B)	Medias	Rangos
BASAL	TIERRA	40,87	A
MEDIO	TIERRA	40,57	A
APICAL	TIERRA	38,00	B
APICAL	POMINA	31,07	C

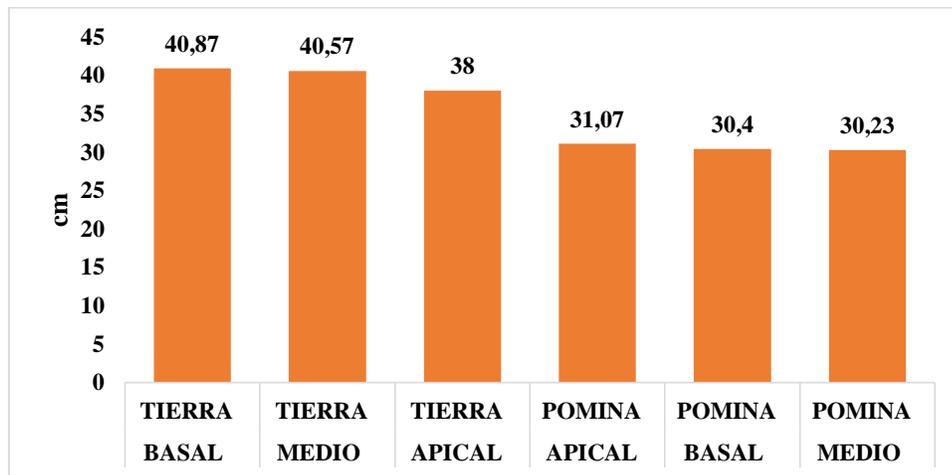
BASAL	POMINA	30,40	C
MEDIO	POMINA	30,23	C

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

En la tabla 19, se observa tres rangos de significancia para la interacción de los factores (cortes de esquejes y sustratos), donde los tratamientos EbS1 (esqueje basal con sustrato tierra negra + cascarilla de arroz) y EmS1 (esqueje medio con sustrato tierra negra + cascarilla de arroz) ocupan el primer rango de significancia con promedios de 40,87 cm y 40,57 cm respectivamente. Los cortes de EaS2 (esquejes apical con sustrato pomina) con un promedio de 31,07 cm; EbS2 (esqueje basal con sustrato pomina) con promedio de 30,40 cm y EmS2 (esqueje medio con sustrato pomina) un promedio de 30,23 cm ocuparon el último rango de significancia. (Ver figura 14)

Fisiológicamente se puede atribuir este resultado a que los esquejes de tallo lateral tienen una mayor concentración de hormonas (auxinas principalmente) y fotoasimilados, ya que poseen meristemas apicales en activo crecimiento. Al poseer mayores concentraciones de hormonas y fotoasimilados su facilidad para enraizar queda manifiesta (Cotes & Ñustez, 2001).

**Figura 14. Promedios para A x B en la variable Altura de planta a los 60 días luego del trasplante**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

**Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 80 días luego del trasplante.**

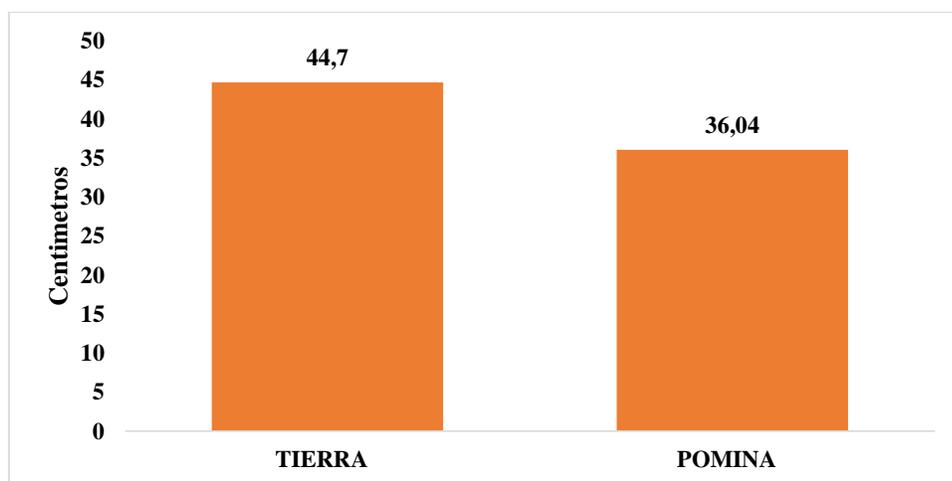
<b>Sustrato B Medias Rangos</b>		
TIERRA	44,70	A
POMINA	36,04	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

Se observa en la tabla 20 para la variable AP a los 80 días para Sustrato (B) dos rangos de significancia donde el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) alcanza el promedio más alto con 44,70 cm y se ubica en el primer rango de significación, mientras que el S2 (sustrato pomina) obtuvo un promedio de 36,04 cm y se ubicó en el último rango de significancia.

Según Morales & Casanova (2015), firman que la mezcla de la mayoría de los materiales inorgánicos con orgánicos, juega un papel importante en la obtención de uno nuevo, dado que la materia orgánica es un componente activo y su incorporación en el sustrato inorgánico mejora el espacio poroso, incrementa la retención de humedad y capacidad de intercambio catiónico, por lo tanto se observa en la figura 15 la diferencia de promedios con respecto a la altura de la planta.

**Figura 15. Promedios para Sustrato (B) en la variable Altura de planta a los 80 días luego del trasplante**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

## 11.2 Diámetro de planta (DP)

Tabla 21. ADEVA para la variable Diámetro de planta.

F.V.	gl	Trasplante	20 días	40 días	60 días	80 días
Esquejes (A)	2	0,03 ns	0,02 ns	0,01 ns	0,03 ns	0,03 Ns
Sustratos (B)	1	0,09 ns	0,19 ns	0,05 ns	0,09 ns	0,06 Ns
A* B	2	6,90E-04 ns	3,90E-03 ns	4,30E-03 ns	1,60E-03 ns	3,90E-03 Ns
Repetición	2	0,07 ns	0,07 ns	0,08 ns	0,08 ns	0,04 ns
Error	10	0,08	0,11	0,07	0,09	0,11
Total	17					
CV		8,42	6,36	4,11	3,83	3,88

Elaborado: Quishpe, E. (2019)

### Altura de planta el día del trasplante

En la tabla 21 se observa el análisis de varianza para la variable DP, donde los datos tomados en el momento del trasplante no hubo diferencias significativas para ninguna fuente de variación, el coeficiente de variación fue de 8,425 %.

### Altura de planta a los 20 días

En períodos de 20 días no hubo diferencias significativas para ninguna fuente de variación, el coeficiente de variación fue de 6,36%.

### Altura de planta a los 40 días

A los 40 días no hubo diferencias significativas para ninguna fuente de variación, el coeficiente de variación fue de 4,11%.

### Altura de planta a los 60 días

A los 60 días no hubo diferencias significativas para ninguna fuente de variación, el coeficiente de variación fue de 3,83%.

### Altura de planta a los 80 días

A los 80 días no hubo diferencias significativas para ninguna fuente de variación, el coeficiente de variación fue de 3,88%.

### 11.3 Masa Verde (MV)

Tabla 22. Tabla 24. ADEVA para la variable Masa Verde.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Esquejes (A)	9350,11	2	4675,06	8,75	0,0063	*
Sustrato (B)	0,22	1	0,22	4,20E-04	0,9841	Ns
A* B	62,11	2	31,06	0,06	0,9438	Ns
Repetición	574,78	2	287,39	0,54	0,5998	Ns
Error	5339,89	10	533,99			
Total	15327,11	17				
CV	12,11					

Elaborado: Quishpe, E. (2019)

El análisis de varianza para la variable MV reportó significancia para Esqueje (A), mientras que para las demás fuentes de variación no hubo significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 12,11%.

**Tabla 23. Prueba de Tukey 5% para Esqueje (A) en la variable Masa Verde.**

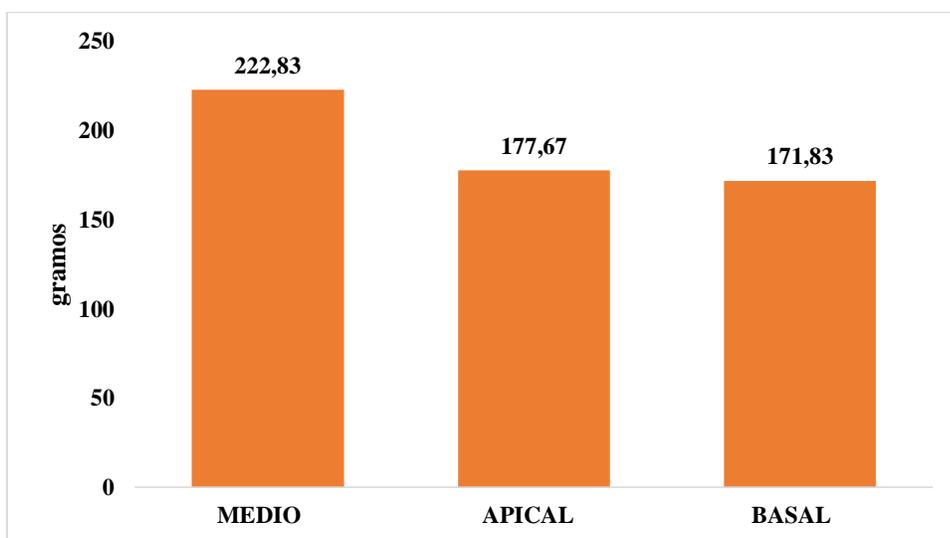
Esqueje (A)	Medias	Rangos
MEDIO	222,83	A
APICAL	177,67	B
BASAL	171,83	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

En la tabla 23 se observa dos rangos de significancia para el Esqueje (A) en la variable MV donde el corte Em (esqueje medio) alcanza el primer rango de significancia con un promedio de 222,83 g, mientras que el corte Ea (esqueje apical) y el corte Eb (esqueje basal) alcanzan promedios de 177,67 g y 171,83 g respectivamente, ubicándose en el último rango de significancia.

Como se manifestó anteriormente, los esquejes de tallo lateral tienen una mayor concentración de hormonas (auxinas principalmente) y fotoasimilados, ya que poseen meristemos apicales en activo crecimiento. Al poseer mayores concentraciones de hormonas y fotoasimilados su facilidad para enraizar queda manifiesta como se observa en la figura 16.

**Figura 16. Promedios para Esqueje (A) en la variable Masa Verde**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

## 11.4 Masa Seca (MS)

**Tabla 24. ADEVA para la variable Masa Seca.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Esqueje (A)	107,44	2	53,72	6,56	0,0151	*
Sustrato (B)	8	1	8	0,98	0,3463	ns
A* B	4,33	2	2,17	0,26	0,7727	ns
Repetición	10,78	2	5,39	0,66	0,5389	ns
Error	81,89	10	8,19			
Total	212,44	17				
CV	12,21					

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

El análisis de varianza para la variable MS, reportó significancia estadística para la fuente de variación Esqueje (A), mientras que para las demás fuentes de variación no hubo significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 12,21%.

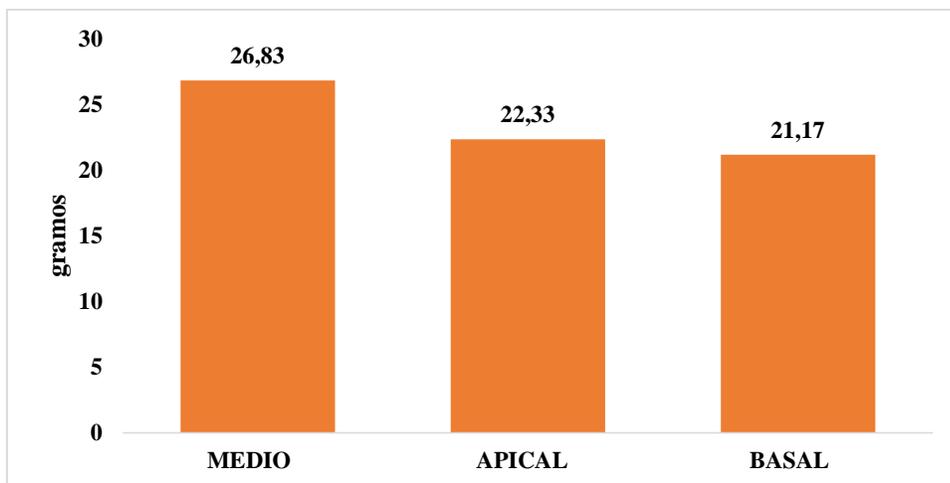
**Tabla 25. Prueba de Tukey 5% para Esqueje (A) en la variable Masa Seca.**

Esqueje A	Medias	Rangos
MEDIO	26,83	A
APICAL	22,33	A B
BASAL	21,17	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

Se puede observar en la tabla 25, tres rangos de significancia para el Esqueje (A) en la variable cantidad de MS donde los cortes de Em (esqueje medio) alcanzaron el mejor promedio con un valor de 26,83 g, seguido del corte de Ea (esqueje apical) con un promedio de 22,33 g y finalmente ocupando el último rango de significancia el corte de Eb (esqueje basal) con un promedio de 21,17 g. (Ver figura 17)

**Figura 17. Promedios para Esqueje (A) en la variable Masa Seca**



Elaborado: Quishpe, E. (2019)

### 11.5 Volumen Radicular (VR)

**Tabla 26. ADEVA para la variable Volumen Radicular.**

c	SC	gl	CM	F	p-valor	
Esqueje (A)	236,88	2	118,44	3,02	0,0942	ns
Sustrato (B)	12007,33	1	12007,33	306,15	<0,0001	*
A*B	646,62	2	323,31	8,24	0,0077	*
Repetición	255,51	2	127,75	3,26	0,0814	ns
Error	392,2	10	39,22			

Total 13538,54 17

---

CV 10,82

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

La tabla 26, indica el análisis de varianza para la variable VR donde se reporta significancia para Sustrato (B) y la interacción de los factores A x B, mientras que para las demás fuentes de variación no hubo significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 10,82%.

**Tabla 27. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en la variable Volumen Radicular.**

<b>Sustrato (B)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
POMINA	83,69	A
TIERRA	32,03	B

---

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

Se observa en la tabla 27, dos rangos de significancia, donde claramente se observa la diferencia entre los promedios de cada uno de los sustratos utilizados en la investigación, donde el promedio más alto en VR es para el S2 (sustrato pomina) con un valor promedio de 83,69 cc; mientras, el promedio para el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) es de 32,03 ubicándose en el último rango de significancia.

Los resultados obtenidos se asocian a lo expuesto por Gorini (1989) que manifiesta, al utilizar la pomina como medio de enraizamiento se tiene un buen resultado por ser un material esponjoso y poroso que atrapa el aire impidiendo así que se sature de agua por completo; es químicamente inerte y de reacción neutra. Las partículas tienen un diámetro de 1,5 a 3,1 cc.

**Figura 18. Promedios para Sustrato (B) en la variable Volumen Radicular**



Elaborado: Quishpe, E. (2019)

**Tabla 28. Prueba de Tukey 5% para A x B en la variable Volumen Radicular.**

Esqueje (A)	Sustrato (B)	Medias	Rangos
APICAL	POMINA	91,47	A
MEDIO	POMINA	82,50	A
BASAL	POMINA	77,10	A
MEDIO	TIERRA	42,53	B
BASAL	TIERRA	30,23	B
APICAL	TIERRA	23,33	B

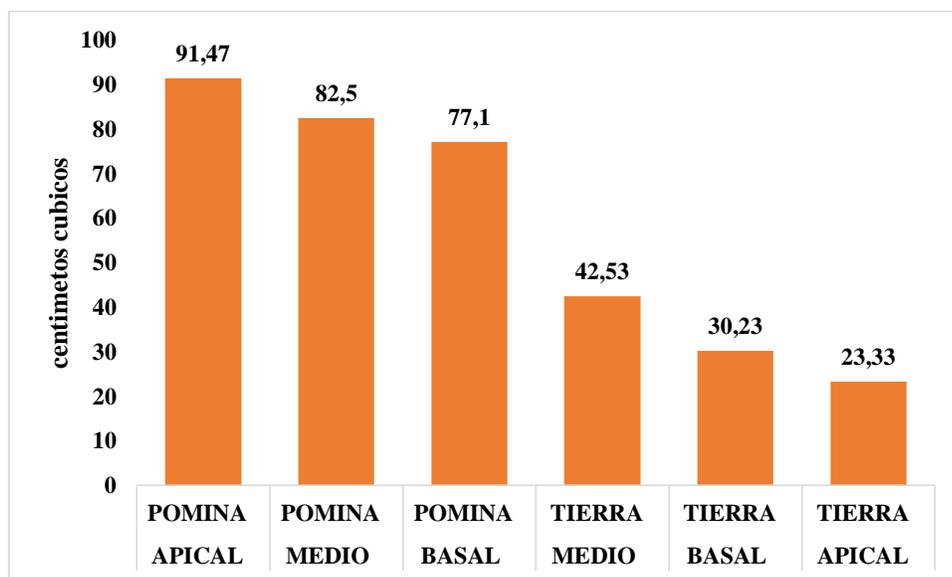
Elaborado: Quishpe, E. (2019)

Se observa en la tabla 38, dos rangos de significancia para la interacción de los factores A y B, claramente se distingue que los cortes de esquejes que se sembraron en el sustrato pomina se ubicaron en el primer rango de significancia en el siguiente orden: EaS2 (esqueje apical + sustrato pomina) con un promedio de 91,47 cc; EmS2 (esqueje medio + sustrato pomina) con un promedio de 82,5 cc y EbS2 (esqueje basal + sustrato pomina) con un valor de 77,1 cc. Mientras que los cortes de esquejes con el sustrato de tierra + cascarilla de arroz se ubicaron en el segundo y último rango de significancia en el siguiente orden: EmS1 (esqueje medio con sustrato tierra + cascarilla

de arroz) con un promedio de 42,53 cc; EbS1 (esqueje basal con sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un promedio de 30,23 cc y por último, EaS1 (esqueje apical con sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un promedio de 23,33 cc. (Ver figura 19)

En 2003, Pire y Pereira mencionan que las raíces de las plantas en recipientes están más expuestas a las fluctuaciones de las condiciones de la fitósfera ya que la relación entre el área y el volumen de estos recipientes es considerablemente grande por lo que tienen poca capacidad amortiguadora contra las variaciones de las condiciones del medio. Allí nace la importancia de realizar una buena selección de contenedores y sustratos para el desarrollo de cultivos en macetas, ya que es necesario que el sustrato sea lo suficientemente pesado para mantener a la planta en posición vertical, evitando el volcamiento, y al mismo tiempo sin excesos de peso que dificulte el manipuleo de las plantas e incremente los costos de transporte

**Figura 19. Promedios para A x B en la variable Volumen Radicular**



Elaborado: Quishpe, E. (2019)

## 11.6 Rendimiento (R)

**Tabla 29. ADEVA para la variable Rendimiento.**

	SC	gl	CM	F	p-valor	
Esqueje (A)	0,04	2	0,02	1,88	0,2027	Ns
Sustrato (B)	0,11	1	0,11	10	0,0101	*

A*B	0,09	2	0,05	4,41	0,0424 *
Repetición	0,02	2	0,01	1,12	0,3643 Ns
Error	0,11	10	0,01		
Total	0,37	17			

CV 35,87

Elaborado: Quishpe, E. (2019)

La tabla 29, indica el análisis de varianza para la variable R donde se reporta significancia estadística para Sustrato (B) y la interacción de A\*B, mientras que para las demás fuentes de variación no hubo significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 35,87%.

**Tabla 30. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en la variable Rendimiento.**

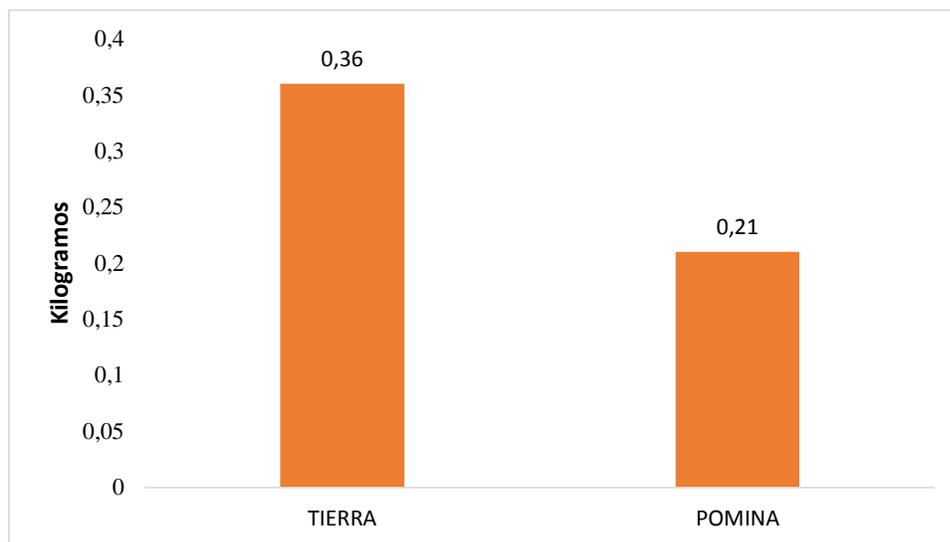
Sustrato (B)	Medias	Rangos
TIERRA	0,36	A
POMINA	0,21	B

Elaborado: Quishpe, E. (2019)

En la tabla 30 se puede observar dos rangos de significancia para el Sustrato (B) en la variable R, donde el mejor promedio es para el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un valor de 0,36 Kg, mientras que el segundo y último rango de significancia fue para el S2 (sustrato pomina) con un promedio de 0,21 Kg.

La influencia que tiene el uso de cascarilla de arroz, como sustrato es favorecer la aireación del suelo, absorber y conservar la humedad del suelo, no contiene microorganismos y resulta de bajo costo y rápida preparación, favorece el buen desarrollo radicular de las plantas ornamentales y flores, la preparación de este tipo de sustrato resulta económica y poco tiempo requiere su preparación, la cascarilla de arroz constituye un componente básico en la elaboración de algunos tipos de sustratos, pues es uno de los materiales más empleados, en comparación con otros compuestos, en las diferentes etapas de producción de plantas (Telenchana, 2018).

**Figura 20. Promedios para Sustrato (B) en la variable Rendimiento**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

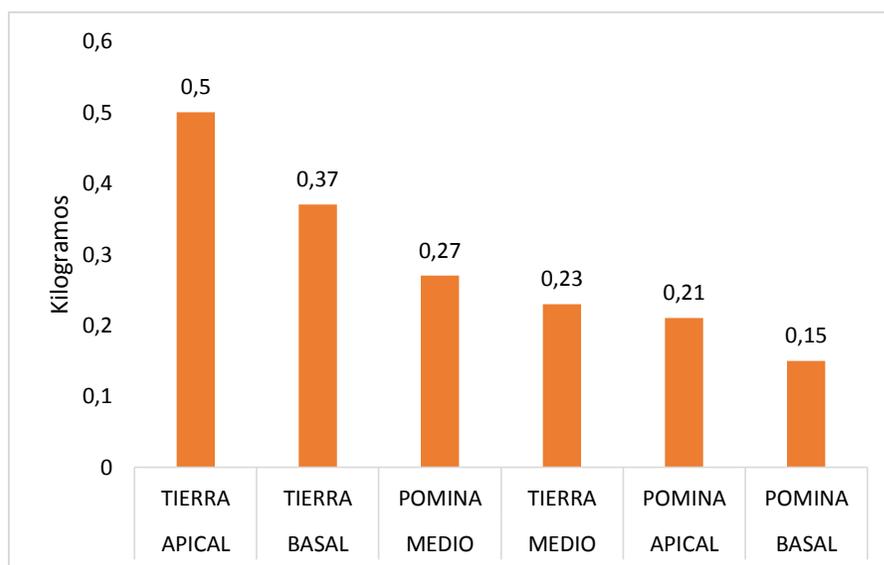
**Tabla 31. Prueba de Tukey 5% para A\*B en la variable Rendimiento.**

Esqueje (A)	Sustrato (B)	Medias	Rangos
APICAL	TIERRA	0,5	A
BASAL	TIERRA	0,37	A B
MEDIO	POMINA	0,27	A B
MEDIO	TIERRA	0,23	A B
APICAL	POMINA	0,21	B
BASAL	POMINA	0,15	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

Se observa en la tabla 31, tres rangos de significancia para la interacción de los factores A y B, claramente se distingue que el tratamiento EaS1 los (esquejes apical con sustrato tierra negra + cascarilla de arroz) se ubica en el primer rango de significancia con un promedio de 0,5 kg de rendimiento y último rango de significancia se encuentra el tratamiento EbS2 (esquejes basal con sustrato pomina) con promedio de 0,15 kg rendimiento. (Ver figura 23)

**Figura 21. Promedios para A\*B en la variable Rendimiento.**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

### 11.7 Número de tubérculos (NT)

**Tabla 32. ADEVA para la variable Número de tubérculos.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Esqueje (A)	357,33	2	178,67	1,68	0,2349 Ns
Sustrato (B)	1682	1	1682	15,82	0,0026 *
A*B	225,33	2	112,67	1,06	0,3825 ns
Repetición	388	2	194	1,82	0,2111 ns
Error	1063,33	10	106,33		
Total	3716	17			
CV			17,99		

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

Al realizar el análisis de varianza para la variable NT se observa diferencias significativas estadísticas para el Sustrato (B). Para las otras fuentes de variación no hubo significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 17,99%.

**Tabla 33. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en la variable Peso de tubérculos.**

<b>Sustrato (B)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
TIERRA	67	A
POMINA	47,67	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

Se observa en la tabla 33, al realizar la prueba de Tukey al 5% para Sustrato (B) en la variable NT, se obtuvo dos rangos de significancia, donde el promedio más alto es para el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) con 67 números de tubérculos ubicándose en el primer rango de significación, a continuación se ubican el S2 (sustrato pomina) con un promedio de 47,67 ubicándose en el último lugar.

### 11.8 Peso de tubérculos (PT)

**Tabla 34. ADEVA para la variable Peso de tubérculos.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Esqueje (A)	33463,77	2	16731,88	2,56	0,1261 ns
Sustrato (B)	44094,6	1	44094,6	6,76	0,0265 *
A*B	22787,63	2	11393,82	1,75	0,2236 ns
Repetición	9646,57	2	4823,28	0,74	0,5018 ns
Error	65237,51	10	6523,75		
Total	175230,08	17			
CV		53,41			

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

La tabla 34 indica el análisis de varianza para la variable PT, donde se observa diferencias significativas estadísticas para el Sustrato (B). Para las otras fuentes de variación no hubo significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 53,41%.

**Tabla 35. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en la variable Peso de tubérculos.**

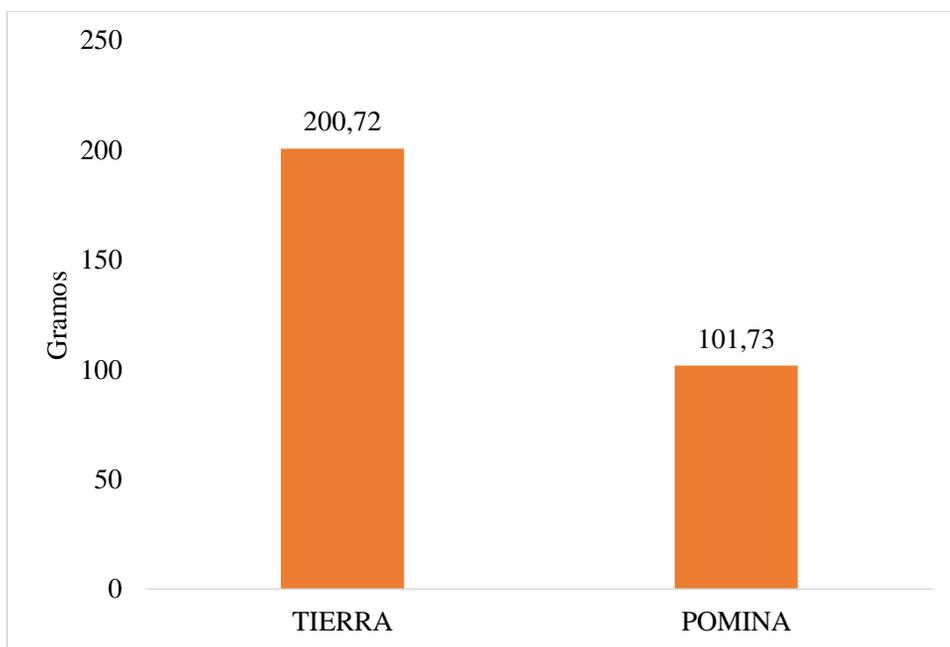
<b>Sustrato (B)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
TIERRA	200,72	A
POMINA	101,73	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

En la tabla 35, se puede observar dos rangos de significancia para el Sustrato (B) en la variable PT, donde el mejor promedio es para el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un valor de 200,72 g/Tratamiento, mientras que el segundo y último rango de significancia fue para el S2 (sustrato pomina) con un promedio de 101,73 g/tratamiento. (Ver figura 22)

La mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos en la formulación de sustratos favorece el crecimiento y desarrollo de plantas proveniente del cultivo de tejidos de diversas especies; además, la respuesta de rendimiento se debe a un mejor aprovechamiento de las plantas de los nutrientes que aporta el sustrato permitiendo una mejora en la absorción de nutrientes y aireación del sistema radical, también existe una respuesta favorable en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Jiménez-Terry, y otros, 2013).

**Figura 22. Promedios para Sustrato (B) en la variable Peso de tubérculos**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

## 11.9 Rendimiento por categoría (RC)

**Tabla 36. ADEVA para la variable Rendimiento por categoría.**

<b>Cuadrados Medios</b>											
<b>Categorías</b>											
<b>F.V.</b>	<b>gl</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>					
Esqueje (A)	2	3268,39	ns	10454,39	*	1116,67	ns	269,56	ns	32	Ns
Sustrato (B)	1	7564,5	*	34322	*	14450	*	854,22	ns	32	Ns
A*B	2	906,5	ns	8110,17	*	674	ns	300,22	ns	32	Ns
Repetición	2	1257,72	ns	210,89	ns	1352,17	ns	789,39	ns	32	Ns
Error	10	1262,52		1841,76		1757,03		258,59		32	
Total	17										
CV		34,82		38,86		59,6		170,27		424,3	

Al realizar el análisis de varianza para la variable RC de clasificación, se puede observar que existe diferencia significativa para el Sustrato (B) en la categoría cero; para Esqueje (A), Sustrato (B) e interacción A x B para la categoría uno; y, para Sustrato (B) en categoría dos, las demás fuentes de variación no presentaron significancia estadística. Los coeficientes de variación fueron de 34,82% para categoría cero; 33,86% para categoría uno; 59,6% para categoría dos. Para categoría tres y cuatro se observa coeficientes de variación elevados, debido a que no hubo reporte de producción en las mencionadas categorías.

**Tabla 37. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en categoría Cero para la variable Rendimiento por categoría.**

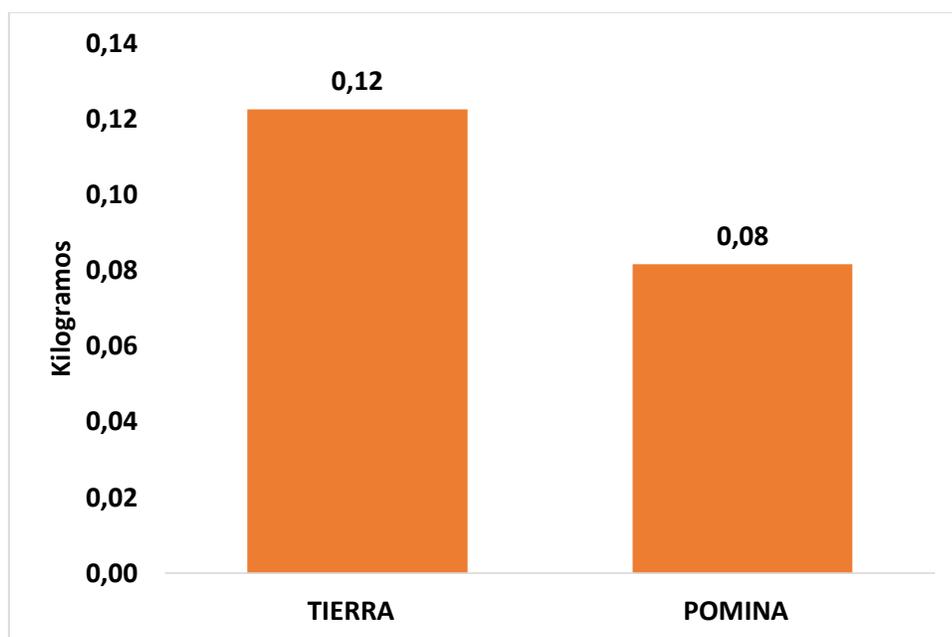
<b>Sustrato (B)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
TIERRA	0,12	A
POMINA	0,08	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

En la tabla 37, se puede observar dos rangos de significancia al realizar la prueba de Tukey al 5% para el Sustrato (B) en la categoría cero de la variable RC, donde el primer rango de significancia lo ocupa el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un promedio de 0,12 Kg, en el último rango se ubica el S2 (sustrato pomina) con un promedio de 0,08 Kg. (Ver figura 23)

Como manifestó Burès (1997), el sustrato a base de cascarilla de arroz mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, absorción de humedad y el filtraje de nutrientes. Además, beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. Es una fuente rica en sílice, lo que favorece a los vegetales para darle una mayor resistencia contra insectos y microorganismos, por lo que se puede observar claramente la diferencia en rendimiento para los dos sustratos utilizados.

**Figura 23. Promedios para Sustrato (B) en categoría Cero para la variable Rendimiento por categoría**



Elaborado: Quishpe, E. (2019)

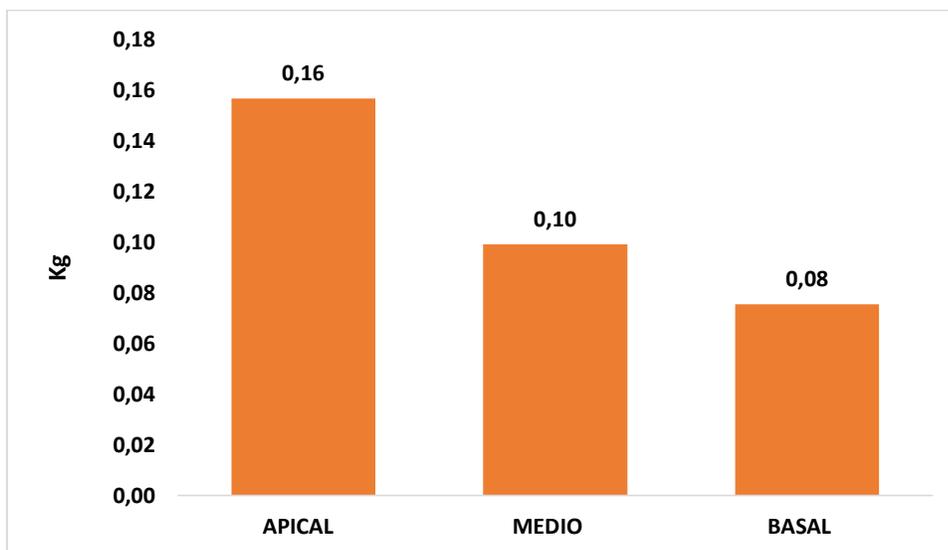
**Tabla 38. Prueba de Tukey 5% para Esqueje (A) en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría.**

Esqueje (A)	Medias	Rangos
APICAL	0,16	A
MEDIO	0,10	A B
BASAL	0,08	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el Esqueje (A) de la categoría uno en la variable RC, se observa tres rangos de significancia donde el corte de Ea (esqueje apical) se ubica en el primer rango con un promedio de 0,16 Kg, seguido de el corte de Em (esqueje medio) con 0,10 Kg y finalmente, ocupando el último rango de significación está el corte de Eb (esqueje basal) con un valor promedio de 0,08 Kg. (Ver figura 24)

**Figura 24. Promedios para Esqueje (A) en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

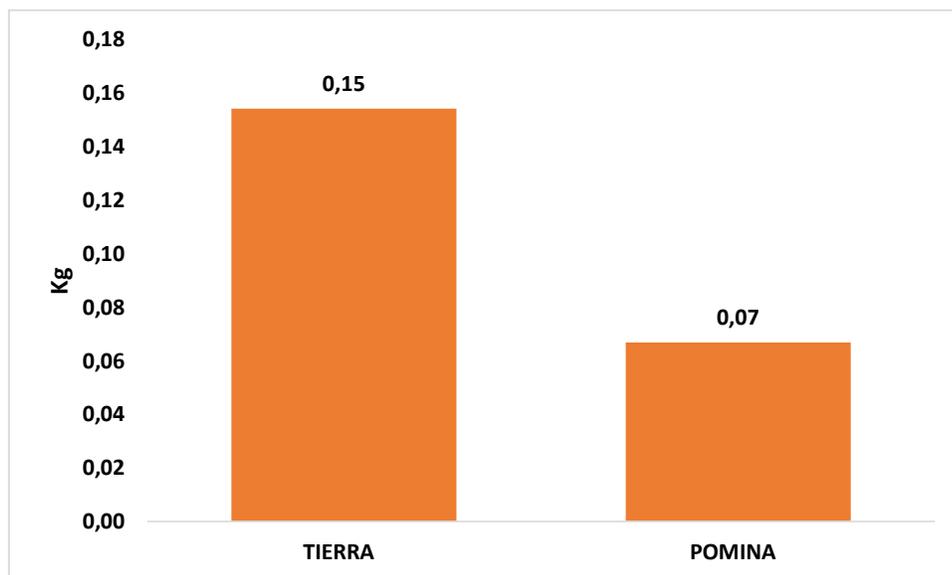
**Tabla 39. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría.**

<b>Sustrato (B) Medias Rangos</b>		
TIERRA	0,15	A
POMINA	0,07	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

La tabla 39, nos indica los dos rangos de significación que obtuvo el Sustrato (B) de la categoría uno en la variable RC al realizar la prueba de Tukey al 5%. El promedio que se ubica en el primer rango fue para el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un valor de 0,15 Kg; el S2 (sustrato pomina) se ubica en el último rango con un promedio de 0,07 Kg. (Ver figura 25)

**Figura 25. Promedios para Sustrato (B) en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

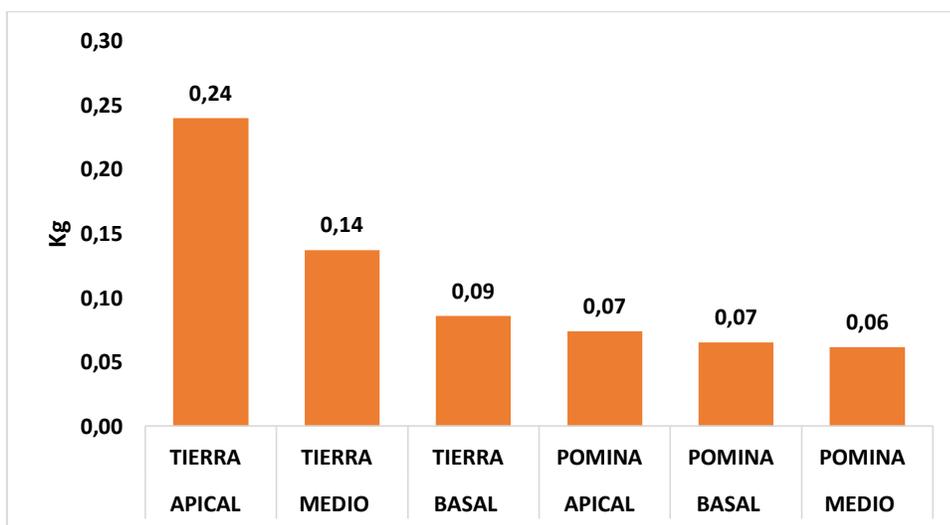
**Tabla 40. Prueba de Tukey 5% para A x B en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría.**

Esqueje (A)	Sustrato (B)	Medias	Rangos
APICAL	TIERRA	0,24	A
MEDIO	TIERRA	0,14	A B
BASAL	TIERRA	0,09	B
APICAL	POMINA	0,07	B
BASAL	POMINA	0,07	B
MEDIO	POMINA	0,06	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

La tabla 40 indica tres rangos de significancia para la interacción de los factores A x B en la categoría uno para los tratamientos en estudio de la variable RC. El tratamiento EaS1 (esqueje apical con sustrato tierra + cascarilla de arroz) obtuvo el mejor promedio con un valor de 0,24 Kg, a continuación, se encuentra el tratamiento EmS1 (esqueje medio con sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un promedio de 0,14 Kg y ocupando los últimos rangos de significancia los tratamientos EbS1 (esqueje basal con sustrato tierra + cascarilla de arroz), el EaS2 (esqueje apical con sustrato pomina), EbS2 (esqueje basal con sustrato pomina) y EmS2 (esqueje medio con sustrato pomina) con promedios entre 0,09 Kg y 0,06 Kg. (Ver figura 26)

**Figura 26. Promedios para A x B en categoría Uno para la variable Rendimiento por categoría**



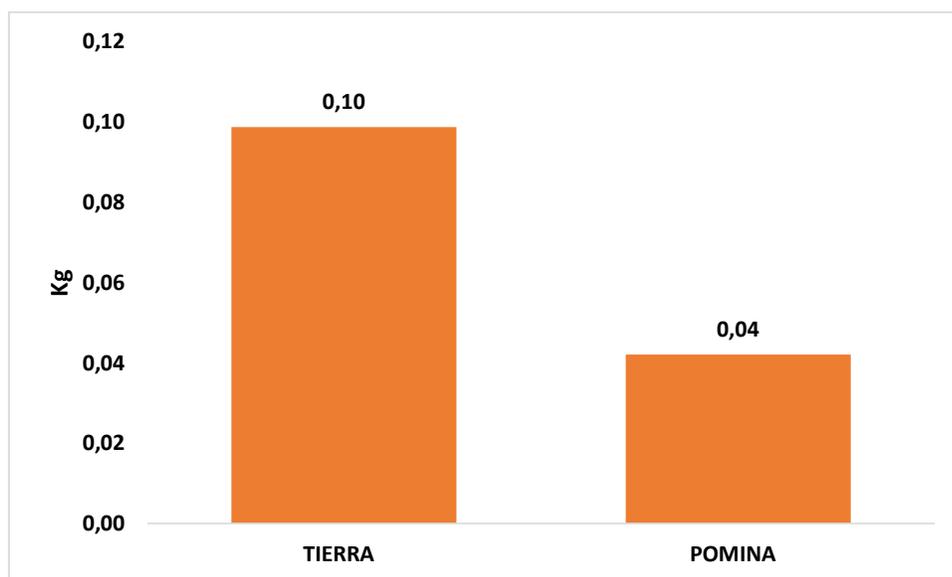
**Tabla 41. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en categoría Dos para la variable Rendimiento por categoría.**

Sustrato (B)	Medias	Rangos
TIERRA	0,10	A
POMINA	0,04	B

**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

En la tabla 41, se puede observar dos rangos de significancia al realizar la prueba de Tukey al 5% para Sustrato (B) en la categoría cero de la variable RC, donde el primer rango de significancia lo ocupa el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un promedio de 0,10 Kg, en el último rango se ubica el S2 (sustrato pomina) con un promedio de 0,04 Kg. (Ver figura 27)

**Figura 27. Promedios para Sustrato (B) en categoría Dos para la variable Rendimiento por categoría**



**Elaborado:** Quishpe, E. (2019)

### 11.10 Número de tubérculos por categoría (NTC)

Tabla 42. ADEVA para la variable Número de tubérculos por categoría.

F.V.	gl	Cuadrados Medios									
		Categorías									
		0		1		2		3		4	
Esqueje (A)	2	264,39	ns	170,72	ns	31,06	ns	2,17	ns	0,06	ns
Sustrato (B)	1	624,22	ns	1073,39	*	93,39	ns	6,72	ns	0,06	ns
A*B	2	621,72	ns	137,72	ns	12,39	ns	2,39	ns	0,06	ns
Repetición	2	326,22	ns	2,39	ns	2,06	ns	4,5	ns	0,06	Ns
Error	10	512,76		86,59		27,92		1,37		0,06	
Total	17										
CV		31,21		34,39		54,35		140,29		424	

Elaborado: Quishpe, E. (2019)

Al realizar el análisis de varianza para la variable NTC de clasificación, se puede observar que solamente existe diferencias significativas para Sustrato (B) en la categoría uno; para las demás fuentes de variación en cada una de las categorías restantes no se expresó significancia estadística. Los coeficientes de variación fueron de 31,21% para categoría cero; 34,39% para categoría uno; 54,35% para categoría dos. Para categoría tres y cuatro se observa coeficientes de variación elevados, debido a que no hubo reporte de tubérculos en las mencionadas categorías.

Tabla 43. Prueba de Tukey 5% para Sustrato (B) en categoría Uno para la variable número por categoría.

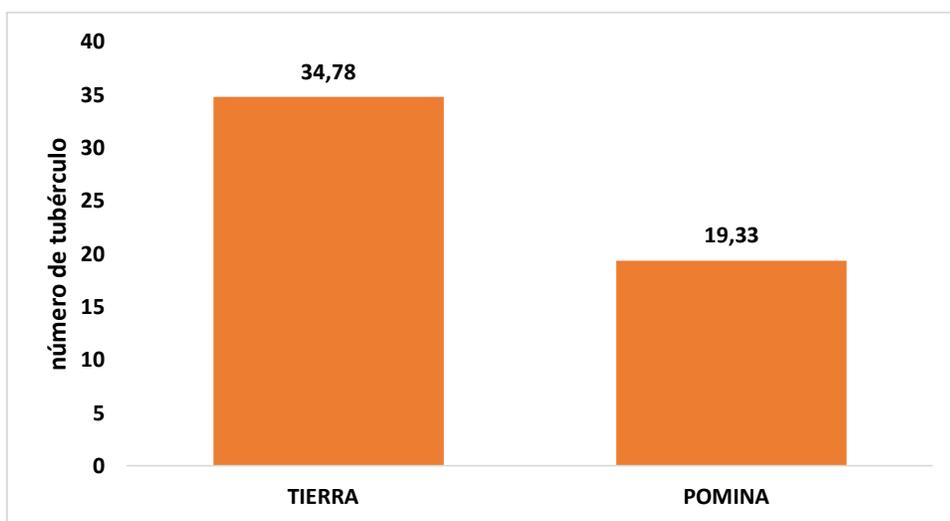
Sustrato (B)	Medias	Rangos
TIERRA	34,78	A
POMINA	19,33	B

Elaborado: Quishpe, E. (2019)

En la tabla 43, se puede observar dos rangos de significancia para Sustrato (B) de la categoría uno en la variable NTC, donde el mejor promedio es para el S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) con un valor de 34,78 tubérculos, mientras que el segundo y último rango de significancia fue para el S2 (sustrato pomina) con un promedio de 19,33 tubérculos.

La influencia que tiene el uso de cascarilla de arroz, como sustrato es favorecer la aireación del suelo, absorber y conservar la humedad del suelo, no contiene microorganismos y resulta de bajo costo y rápida preparación, favorece el buen desarrollo radicular de las plantas ornamentales y flores, la preparación de este tipo de sustrato resulta económica y poco tiempo requiere su preparación, la cascarilla de arroz constituye un componente básico en la elaboración de algunos tipos de sustratos, pues es uno de los materiales más empleados, en comparación con otros compuestos, en las diferentes etapas de producción de plantas (Telenchana, 2018).

**Figura 28. Promedios para Sustrato (B) en categoría Uno para la variable número de tubérculo por categoría**



Elaborado: Quishpe, E. (2019)

## 12 IMPACTOS

### Económicos

El uso de esquejes es de fácil acceso la cual permite que esta investigación proporcione una alternativa económica beneficiosa para el agricultor, permitiéndole con el uso de esta tecnología evitar la pérdida en la producción de papa con semilla de mala calidad y aumentado así la producción de esta manera podrá incrementar sus ingresos económicos.

### Sociales

La investigación ayudará a los pequeños productores de semilla de papa, ya que presenta resultados idóneos en cuanto a la producción de minitubérculos mediante el uso de tecnologías amigables y fáciles de realizar.

## **13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **13.1 CONCLUSIONES**

- El corte de Ea (esqueje apical) y Eb (esqueje basal) obtuvo mejores resultados para producción de mini tubérculos con promedio 67 tubérculos.
- En la internación de los factores se obtuvo buenos resultados para la variable de rendimiento con el tratamiento EaS1 (esqueje apical con sustrato tierra + cascarilla de arroz) con 0,50 Kg; tomando en cuenta que los rendimientos alcanzados según Benítez (2003), es de 3,27 Kg/m<sup>2</sup> con 34 plantas m<sup>2</sup>, por lo cual se obtuvo un rendimiento bajo en comparación al rendimiento mencionado. El bajo rendimiento podría ser por la utilización de fundas en la producción provocando espacio limitado y labores de aporque no eficientes.
- El sustrato que reportó los mejores resultados para todas las variables excepto para volumen radicular fue S1 (sustrato tierra y cascarilla de arroz).
- La zona de corte de esqueje que presentó los mejores resultados en la variable altura fue Eb (esqueje basal) con promedio 44,70 cm a los 80 días, corroborando con Masabanda (2018), en el proyecto de investigación obtuvo el corte de esquejes de la parte basal obtuvo mayor altura, mientras que el mayor peso de masa verde fue para el corte Em con promedio de 222,83 g y masa seca fue el corte Em (esquejes media) con 26,83 g.

### **13.2 RECOMENDACIONES**

- Utilizar cortes de Ea (esquejes apicales) y Eb (esquejes basales) para obtener buenos resultados en la producción de mini tubérculos de papa.
- Utilizar S1 (sustrato tierra + cascarilla de arroz) debido a que proporcionan aireación y una buena absorción de nutrientes para el desarrollo vegetal.

- Usar Ea (esquejes apicales) y Em (esquejes medios) con S1 (sustrato tierra negra + cascarilla de arroz), por el mayor desarrollo del área foliar.
- Se recomienda realizar investigaciones con propagación asexual de papa utilizando diferentes sustratos que se encuentran en el mercado e incluso mezclas de los mismos en diferentes proporciones.

#### 14 COSTO DE PRODUCCIÓN PAPA 47, 25 m<sup>2</sup>

COSTO DE PRODUCCIÓN PAPA 100 m <sup>2</sup>			
<b>Cultivo:</b>	Papa	<b>Nivel tecnológico:</b>	Medio
<b>Variedad:</b>	superchola	<b>Número de esquejes</b>	600
<b>Periodo vegetativo:</b>	3 meses	<b>Extensión:</b>	100 m <sup>2</sup>
<b>Cantón:</b>	Latacunga	<b>Provincia:</b>	Cotopaxi

ACTIVIDAD	Unidad	Cantidad	Costo Unitario USD	Sub total USD	Total USD
A. COSTOS DIRECTOS					
1. Preparación Terreno					12
Desinfección	Horas	1	2	2	
Llenado de fundas	Jornal	1	10	10	
2. Trasplante					10

Trasplante	Jornal	1	10	10	
<b>3. Labores Agrícolas</b>					74
Fertilización	Horas	20	2	40	
Aporque	Horas	3	2	6	
Control Fitosanitario	Jornal	5	2	10	
Riego	Jornal	6	2	12	
Deshierbo	Jornal	3	2	6	
<b>4. Cosecha</b>					25
Recolección de Tubérculos	Jornal	1	10	10	
Selección y clasificación	Jornal	1	10	10	
Almacenaje	Jornal	0.5	5	5	
<b>5. Insumos</b>					36
Esquejes de papa	Und.	600	0,06	36	
Fertilizantes:					11,1
Nitrato de Potasio	g.	240	0,02	4,8	
Nitrato de Amonio	g.	140	0,01	1,4	
Superfosfato Triple	g.	72	0,02	1,4	
Sulfato de Magnesio	g.	88	0,03	2,6	
Quelato de Hierro	g.	6,8	0,02	0,1	
Sulfato de Manganeso	g.	5	0,02	0,1	
Ácido Bórico	g.	3	0,1	0,3	
Sulfato de zinc	g.	1,7	0,15	0,3	
Sulfato de Cobre	g.	1	0,02	0	
Molibdato de Amonio	g.	0,2	0,05	0	
Pesticidas					14,3
TRICLAN	Und.	1	4,5	4,5	
CALDOBORDELÉS	Und.	1	5	5	
MANCOZEB	Und.	1	4,8	4,8	
<b>6. Otros</b>					5,9
Agua destilada	L	1	1,5	1,5	
Sacos	Und.	20	0,1	2	
Formol	L	3	0,8	2,4	
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 184,3</b>

## COSTO DE PRODUCCION EN 47,25 m<sup>2</sup>

<b>COSTO DE SEMILLA PREBASICA DE PAPA</b>				
NÚMERO DE MINITUBERCULOS POR TRATAMIENTO.	Tratamiento	Número	Precio unitario	Total \$
	T1	313	0,24	75,12
	T2	346	0,24	83,04
	T3	384	0,24	92,16
	T4	189	0,24	45,36
	T5	345	0,24	82,8
	T6	149	0,24	35,76
NÚMERO DE MINITUBERCULOS TOTAL DEL ENSAYO		Numero	Precio unitario	Total \$
		1726	0,24	414,24

## 15 BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, H. (1998). *Varietades de papas cultivadas en el Ecuador*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3333>
- Burès, S. (1997). <http://www.juntadeandalucia.es>. Obtenido de [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373\\_I\\_CURSO\\_DE\\_GESTION\\_DE\\_VIVEROS\\_FORESTALES/80-373/7\\_MANEJO\\_DE\\_SUSTRATOS.PDF](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373_I_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES/80-373/7_MANEJO_DE_SUSTRATOS.PDF)
- Córdoba, D., Vargas, J., López, J., & Muñoz, A. (2011). Crecimiento de la raíz en plantas jóvenes de *Pinus pinceana* Gordon en respuesta a la Humedad del suelo. *AGROCIENCIA*, 493 - 506.
- Cotes, J., & Ñustez, C. (2001). Evaluación de dos tipos de esquejes en la producción de semilla prebásica de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et. Buk) variedad "Yema de huevo". *REvista Agronomía Colombiana*, 71 - 77.

- Garay, A., Sánchez, M., García, B., & Álvarez, E. G. (2014). La Homeostasis de las Auxinas y su Importancia en el Desarrollo de Arabidopsis Thaliana. *Revista de Educación Bioquímica*, 13 - 22.
- García, O., Alcántar, G., Cabrera, I., Gavi, F., & Volke, V. (2001). Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. *Terra Latinoamericana*, 249 - 258.
- Gomaa, N., Hassan, M., Fahmy, G., González, L., Hammouda, O., & Atteya, A. (2014). Allelopathic effects of *Sonchus oleraceus* L. on the germination and seedling growth of crop and weed species. *Acta Botanica Brasílica*, 408 - 416.
- Gorini, F. (1989). *Guía práctica de las plantas de interior*. Barcelona: De Vecchi.
- Jiménez, F., Agramonte, D., Pérez, M., Pons, M., Rodríguez, M., La O, M., . . . Leiva, M. (2013). Efecto del sustrato sobre la producción de minitubérculos de papa en casa de cultivo a partir de plantas in vitro. *Biotecnología Vegetal*, 169 - 180.
- Morales, E., & Casanova, F. (2015). Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamericana*, 365 - 372.
- Pérez, D., Gómez, T., González, A., Franco, O., Rubí, M., Gutiérrez, F., & Serrato, R. (2013). Calidad de plántula en cinco cultivares de papa determinada por la intensidad de luz blanca y tipo de propagación. *Ciencia Ergo Sum*, 138 - 147.
- Pire, R., & Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del Estado Lara, Venezuela. propuesta metodológica. *Bioagro*, 55 - 63.
- PYMERURAL. (2013). Manual de producción de semilla de papas mediante técnicas de multiplicación asexual. En PYMERURAL, *Manual de producción de semilla de papas mediante técnicas de multiplicación asexual*. (pág. 39). Tegucigalpa- Honduras.

- Ramírez, L., Zuluaga, C., & Cotes, J. (2011). Sobrevivencia de esquejes de tallo lateral de genotipos de *Solanum phureja*. *Facultad de Ciencias Básicas*, 182 - 191.
- Ramos, D., & Terry, A. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 52 - 59.
- Sango, M. (2013). <http://www.dspace.uce.edu.ec>. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1138/1/T-UCE-0004-4.pdf>
- Telenchana, J. (2018). <http://repo.uta.edu.ec>. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20557.pdf>
- Velásquez, G. (1994). *Cultivos Hidropónicos*. Quito: Editorial Monserrat.
- Vera, J. (2015). <http://dspace.unl.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/13932/1/TESIS%20FINAL%20JORGE%20.pdf>
- Andrade, H., Bastidas, O., & Sherwood, S. (2002). *La papa en Ecuador*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2803>
- Andrade, H., Sola, M., Morales, R., & Lara, N. (1999). *Información técnica de la variedad de papa INIAP-Fripapa 99*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/38>
- Andrade, J. L., Kromann, P., & Otazú, V. (2015). *Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía: Diez años de experiencias en Colombia, Ecuador y Perú*. <https://dx.doi.org/10.4160/9789290604556>

- Bolaños, Panoluisa, & Olmedo. (2017). Sistema de Inmersión Temporal en la propagación de minitubérculos semilla de papa | Revista Latinoamericana de la Papa. Recuperado 6 de septiembre de 2019, de <http://papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/view/282>
- Caycho, J., Arias, A., Oswald, A., & Esprella, R. (2009). Tecnologías sostenibles y su uso en la producción de papa en la región altoandina. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 15(1), 19-37.
- Cuesta, H., Oyarzún, P. J., Andrade-Piedra, J., Kromann, P., Taípe, A., Montesdeoca, F., Reinoso R., I. A. (2014). *INIAP-Libertad: Nueva variedad de papa con resistencia a lancha, precocidad y calidad*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2898>
- Cuesta, H., Rivadeneira, J., Pumisacho, M., Montesdeoca, F., Velásquez, J., Reinoso R., I. A., & Monteros J., C. (2014). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3033>
- Gálvez. (2001). Producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) prebasica. Recuperado 6 de septiembre de 2019, de <https://www.monografias.com/trabajos89/produccion-semilla-papa-solanum-tuberosum/produccion-semilla-papa-solanum-tuberosum2.shtml>
- García, G., Cevallos, A., & Estrella M., D. (1993). *Producción de semilla de papa con alta calidad sanitaria a partir de cultivo de tejidos*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/440>
- García, M., & Garza, S. (2010). *Producción de plántulas y semilla prebásica de variedades comerciales de papa libres de enfermedades*. 30.
- Naranjo. (1987). «Modelo INIAP»: *Una técnica de multiplicación rápida de papa*. INIAP Archivo Historico.

- International Potato Center. (2010). *Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía*. <https://doi.org/10.4160/9789290603986>
- Jiménez, F., Agramonte, D., Pérez, M., León, M., Rodríguez, M., Fera, M. de, & Alvarado, Y. (2010). Producción de minitubérculos de papa var. 'Desirée' en casa de cultivo con sustrato zeolita a partir de plantas cultivadas in vitro. *Biotecnología Vegetal*, 10(4). Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/289>
- Julio, M., & Yanina, I. (s. f.). *Evaluación preliminar de multiplicación de papa a partir de minitubérculos*. Los Antiguos, Santa Cruz. 17.
- Montesdeoca, F., & Benítez, B. (2008). *Estudio agronómico y económico de la producción de tubérculo semilla categoría prebásica de dos variedades de papa y tres densidades en un sistema aeropónico*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2454>
- Paz, C., & Isabel, F. (2012). *Evaluación de la distancia entre minitubérculos y número de tallos por planta en la productividad de Semilla de Papa (Solanum tuberosum), Cultivar Fripapa, bajo Invernadero*. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2197>
- Pumisacho y Sherwood. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. Editorial Abya Yala.
- Rivera, D., & Jhony, A. (2014). Crecimiento radial aéreo y radicular de papa (*Solanum tuberosum* L.) En la var. Canchán mediante brotes y tubérculos. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2049>
- Rosero, L. G., Sotomayor, C. C., Guevara, J. V., & Aucatoma, S. G. (2017). Evaluación técnica y económica para dos métodos de producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo invernadero. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(3), 36-45. <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i3.277>

- Sifuentes. (2009). Nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) considerando variabilidad climática en el «Valle del Fuerte», Sinaloa, México. Recuperado 6 de septiembre de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000400008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000400008)
- Valverde, F., & Alvarado, S. P. (2009). *Manejo del suelo y la fertilización en el cultivo de papa: Experiencias del DMSA*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2496>
- Burès, S. (1997). <http://www.juntadeandalucia.es>. Obtenido de [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373\\_I\\_CURSO\\_DE\\_GESTION\\_DE\\_VIVEROS\\_FORESTALES/80-373/7\\_MANEJO\\_DE\\_SUSTRATOS.PDF](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373_I_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES/80-373/7_MANEJO_DE_SUSTRATOS.PDF)
- Córdoba, D., Vargas, J., López, J., & Muñoz, A. (2011). Crecimiento de la raíz en plantas jóvenes de *Pinus pinceana* Gordon en respuesta a la Humedad del suelo. *AGROCIENCIA*, 493 - 506.
- Cotes, J., & Ñustez, C. (2001). Evaluación de dos tipos de esquejes en la producción de semilla prebásica de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et. Buk) variedad "Yema de huevo". *REvista Agronomía Colombiana*, 71 - 77.
- Garay, A., Sánchez, M., García, B., & Álvarez, E. G. (2014). La Homeostasis de las Auxinas y su Importancia en el Desarrollo de *Arabidopsis Thaliana*. *Revista de Educación Bioquímica*, 13 - 22.
- García, O., Alcántar, G., Cabrera, I., Gavi, F., & Volke, V. (2001). Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. *Terra Latinoamericana*, 249 - 258.

- Gomaa, N., Hassan, M., Fahmy, G., González, L., Hammouda, O., & Atteya, A. (2014). Allelopathic effects of *Sonchus oleraceus* L. on the germination and seedling growth of crop and weed species. *Acta Botanica Brasilica*, 408 - 416.
- Gorini, F. (1989). *Guía práctica de las plantas de interior*. Barcelona: De Vecchi.
- Jiménez, F., Agramonte, D., Pérez, M., Pons, M., Rodríguez, M., Leiva, M. (2013). Efecto del sustrato sobre la producción de minitubérculos de papa en casa de cultivo a partir de plantas in vitro. *Biotecnología Vegetal*, 169 - 180.
- Morales, E., & Casanova, F. (2015). Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamericana*, 365 - 372.
- Pérez, D., Gómez, T., González, A., Franco, O., Rubí, M., Gutiérrez, F., & Serrato, R. (2013). Calidad de plántula en cinco cultivares de papa determinada por la intensidad de luz blanca y tipo de propagación. *Ciencia Ergo Sum*, 138 - 147.
- Pire, R., & Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del Estado Lara, Venezuela. propuesta metodológica. *Bioagro*, 55 - 63.
- PYMERURAL. (2013). Manual de producción de semilla de papas mediante técnicas de multiplicación asexual. En PYMERURAL, *Manual de producción de semilla de papas mediante técnicas de multiplicación asexual*. (pág. 39). Tegucigalpa- Honduras.
- Ramírez, L., Zuluaga, C., & Cotes, J. (2011). Supervivencia de esquejes de tallo lateral de genotipos de *Solanum phureja*. *Facultad de Ciencias Básicas*, 182 - 191.
- Ramos, D., & Terry, A. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 52 - 59.
- Sango, M. (2013). <http://www.dspace.uce.edu.ec>. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1138/1/T-UCE-0004-4.pdf>

Telenchana, J. (2018). <http://repo.uta.edu.ec>. Obtenido de

<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis->

[188%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20557.pdf](#)

Velásquez, G. (1994). *Cultivos Hidropónicos*. Quito: Editorial Monserrat.

Vera, J. (2015). <http://dspace.unl.edu.ec>. Obtenido de

<http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/13932/1/TESIS%20FINAL%20>

[JORGE%20.pdf](#)

## 16 ANEXO

### ANEXOS 1. Aval de inglés.

#### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el Sr. Egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **QUISHPE UMAJINGA EVELYN GABRIELA**, cuyo título versa, **“EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MINI TUBÉRCULOS DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) EN TRES NIVELES DE CORTE, VARIEDAD SUPER CHOLA, BAJO EL SISTEMA SEMI HIDROPÓNICO EN EL CAMPUS CEASA SECTOR SALACHE BAJO, PROVINCIA DE COTOPAXI PERIODO 2018-2019.”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga....

Atentamente,

.....

**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**

Lic.

ANEXOS 2. Hoja de vida del tutor.

 Universidad Técnica de Cotopaxi		Unidad de Administración de Talento Humano		 SIITH Sistema Informático Integrado de Talento Humano				
FICHA SIITH								
Favor ingresar todos los datos solicitados, con absoluta veracidad, esta información es indispensable para el ingreso de los servidores públicos al Sistema Informático Integrado de Talento Humano (SIITH)								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRE	APellidos	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADOCIVIL
Ecuatoriana	1708261102		11 en el extranjero	Klever Matucio	Quimbiuko Sanchez	17/08/1968		Casado
DISCAPACIDAD	N° CARNÉ CONDUE	TIPO DE DISCAPACIDAD	MODALIDAD DE INGRESO	FECHA DEL PRIMER INGRESO AL SECTOR PÚBLICO	FECHA DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO AL PUESTO	GENERO	TIPO DE INGRESO
				01/04/2017	12/04/2017	12/04/2017	masculino	OTR
MODALIDAD DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN			FECHA INICIO	FECHA FIN	N° CONTRATO	CARGO	UNIDAD ADMINISTRATIVA	
ejemplo: CONTRATO SERVICIOS PROFESIONALES			12/04/2017				Universidad Técnica de Cotopaxi - AGRONOMIA	
TELÉFONOS		DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE						
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
227 87077	987294064	Sucree	Alto Huilpas	5204	San Vicente	Pichincha	Quito	Almagro
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA				
TELÉFONO DEL TRABAJO	BITENCION	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFICAR NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFICAR LUGAR DE SELECCIÓN OTRA		
			kleveradis@gmail.com	MESTIZO		SI		
CONTACTO DE EMERGENCIA				DECLARACIÓN JURAMENTADA DE BIENES				
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	NOMBRE	APellidos	No. DE NOTARÍA	LUGAR DE NOTARÍA	FECHA		
227 87077	988284846	Adis	Rodríguez			12/04/2017		
INFORMACIÓN BANCARIA				DATOS DEL CÓNYUGE O CONVIVIENTE				
NÚMERO DE CUENTA	TIPO DE CUENTA	INSTITUCIÓN FINANCIERA	APellidos	NOMBRE	No. DE CÉDULA	TIPO DE RELACIÓN	TRABAJO	
806 4048 100	AHORRO	Banco Pumañitui	Rodríguez	Adis	17 14938 976			
INFORMACIÓN DE HIJOS					FAMILIARES CON DISCAPACIDAD			
No. DE CÉDULA	FECHA DE NACIMIENTO	NOMBRE	APellidos	NIVEL DE INSTRUCCIÓN	PARIENTESCO	N° CARNÉ CONDUE	TIPO DE DISCAPACIDAD	
17 18087898	12/08/1992	David Andres	Quimbiuko Rodríguez	TECNOLOGÍA				
1723926817	20/11/2008	Nicolas Daniel	Quimbiuko Rodríguez	TECNOLOGÍA				
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SIBENECYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	ESPECIALIDAD	ÁREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAÍS
4TO NIVEL - MAESTRÍA	1079-15860664	ESPE	Magister en Agricultura Sostenible		Agricultura			Ecuador

ANEXOS 3. Hoja de vida del lector 1.

FICHA SIITH								
Favor ingresar todos los datos solicitados, con absoluta veracidad, esta información es indispensable para el ingreso de los servidores públicos al Sistema Informático Integrado de Talento Humano (SIITH)								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
ECUATORIANO	0501604409	0501604409	llene si es extranjero	GUIDO EUCLIDES	YAULI CHICAIZA	22/4/1968		CASADO
DISCAPACIDAD	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	MODALIDAD DE INGRESO	FECHA DEL PRIMER INGRESO AL SECTOR PÚBLICO	FECHA DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO AL PUESTO	GENERO	TIPO DE SANGRE
			NOMBRAMIENTO		30/11/2012		MASCULINO	ORH+
MODALIDAD DE INGRESO LA INSTITUCIÓN			FECHA INICIO	FECHA FIN	N° CONTRATO	CARGO	UNIDAD ADMINISTRATIVA	
NOMBRAMIENTO			1/10/1996			DOCENTE		
TELÉFONOS			DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANETE					
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
32723022	992745646	AV. VELASCO IBARRA	SEGUNDO VEINTIMILLA	SN	DIAGONAL ESTACION SINDICATO DE CHOFERES DE PUJILI	COTOPAXI	PUJILI	LA MATRIZ
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA				
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA		
32810296	NINGUNA	<a href="http://www.utc.edu.ec">www.utc.edu.ec</a>	<a href="mailto:guido.yauli@utc.edu.ec">guido.yauli@utc.edu.ec</a>	MESTIZO				
CONTACTO DE EMERGENCIA				DECLARACIÓN JURAMENTADA DE BIENES				
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	NOMBRES	APELLIDOS	No. DE NOTARIA	LUGAR DE NOTARIA	FECHA		
32723022	995272543	JULIETA MARINA	VEINTIMILLA VACA					
INFORMACIÓN BANCARIA			DATOS DEL CÓNYUGE O CONVIVIENTE					
NÚMERO DE CUENTA	TIPO DE CUENTA	INSTITUCIÓN FINANCIERA	APELLIDOS	NOMBRES	No. DE CÉDULA	TIPO DE RELACIÓN	TRABAJO	
0040320752	AHORROS	MUTUALISTA PICHINCHA	VEINTIMILLA VACA	VEITIMILLA VACA	0501429344	CONVIVIENTE	DOMICILIO	
INFORMACIÓN DE HIJOS				FAMILIARES CON DISCAPACIDAD				
No. DE CÉDULA	FECHA DE NACIMIENTO	NOMBRES	APELLIDOS	NIVEL DE INSTRUCCIÓN	PARENTESCO	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	
0550197040	20/9/2005	GUIDO ANDRES	YAULI VEINTIMILLA	EDUCACIÓN BÁSICA (3ER CURSO)				
0504109158	20/9/2005	ANDREA MERCEDE	YAULI VEINTIMILLA	EDUCACIÓN BÁSICA (3ER CURSO)			FÍSICA	
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SENESCYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	AREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAIS
TERCER NIVEL	1010 - 03-358556	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO	INGENIERO AGRONOMO	<input type="checkbox"/>	AGRICULTURA			ECUADOR
4TO NIVEL - MAERSTRÍA	1020 - 03399402	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	MASTER	<input type="checkbox"/>	Educación			ECUADOR
4TO NIVEL - DIPLOMADO	1020 - 10714012	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	DIPLOMADO	<input type="checkbox"/>	Educación			ECUADOR

## ANEXOS 4. Hoja de vida del lector 2.

FICHA SIITH								
Favor ingresar todos los datos solicitados, con absoluta veracidad, esta información es indispensable para el ingreso de los servidores públicos al Sistema Informático Integrado de Talento Humano (SIITH)								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
Ecuatoriano	0501715494		llene si extranjero	Clever Gilberto	Castillo De La Guerra	28/10/1969	008905029219	Casado
DISCAPACIDAD	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	MODALIDAD DE INGRESO	FECHA DEL PRIMER INGRESO AL SECTOR PÚBLICO	FECHA DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO AL PUESTO	GENERO	TIPO DE SANGRE
SI		AUDITIVA	NOMBRAMIENTO					
NO		VISUAL	CONTRATO DE SERVICIOS OCASIONALES					
		FÍSICA	CONTRATO CÓDIGO DEL TRABAJO					
		INTELLECTUAL						
MODALIDAD DE INGRESO LA INSTITUCIÓN			FECHA INICIO	FECHA FIN	Nº CONTRATO	CARGO	UNIDAD ADMINISTRATIVA	
ejemplo:	CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES		16-Oct-17		Docente			
TELÉFONOS			DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE					
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
32292083	993033222	Cristobal Colon	Las Golondrinas	S / N	Policia Judicial PJ	Cotopaxi	Latacunga	Juan M
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA				
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA		
32266164	303	<a href="mailto:clever.castillo@utc.edu.ec">clever.castillo@utc.edu.ec</a>	<a href="mailto:castmat2810@hotmail.com">castmat2810@hotmail.com</a>	MESTIZO				
CONTACTO DE EMERGENCIA				DECLARACIÓN JURAMENTADA DE BIENES				
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	NOMBRES	APELLIDOS	No. DE NOTARIA	LUGAR DE NOTARIA	FECHA		
32292083	991114575	Rocio Elizabeth	Mata Campaña		Latacunga	16 Oct. 2017		
INFORMACIÓN BANCARIA				DATOS DEL CÓNYUGE O CONVIVIENTE				
NÚMERO DE CUENTA	TIPO DE CUENTA	INSTITUCIÓN FINANCIERA	APELLIDOS	NOMBRES	No. DE CÉDULA	TIPO DE RELACIÓN	TRABAJO	
2200194692	Ahorros	Banco Pichincha	Mata Campaña	Rocio Elizabeth		CONVIVIENTE	Comercio	
	AHORROS					CONYUGE		
	CORRIENTE					CONVIVIENTE		
INFORMACIÓN DE HIJOS					FAMILIARES CON DISCAPACIDAD			
No. de CÉDULA	FECHA DE NACIMIENTO	NOMBRES	APELLIDOS	NIVEL DE INSTRUCCIÓN	PARENTESCO	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	
0550008072	28/10/2003	Paolette Elizabeth	Castillo Mata	EDUCACIÓN BÁSICA (3ER CURSO)				
				PRIMARIA	HIJO			
				EDUCACIÓN BÁSICA (3ER CURSO)				
				BACHILLERATO	PADRE			
				TERCER NIVEL	MADRE			
				TECNICO SUPERIOR	HERMANO			
				TECNOLOGÍA	CONYUGE			
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. de REGISTRO (SENECYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	AREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAIS
TERCER NIVEL	1017R-09-4550	Universidad de Pinar del Río	Ing. Agrónomo	<input type="checkbox"/>	Ciencias Agrícolas	1990 - 1995	OTROS	Cuba
4TO NIVEL - MAESTRÍA	1923110116	Universidad de Pinar del Río	Agroecología y Agricultura Sostenible	<input type="checkbox"/>	Ciencias Agrícolas	2016 2017	OTROS	Cuba

### **ANEXOS 5 Hoja de vida del lector 3.**

#### **INFORMACION PERSONAL**

Nombres: Emerson Javier Jácome Mogro

Fecha de nacimiento: 1974/06/11

Cédula de ciudadanía: 0501974703

Estado civil: casado

Número telefónico: 0987061020

Tipo de discapacidad: ninguna

# De carnet CONADIS: ninguna

E-mail: [emerson.jacome@utc.edu.ec](mailto:emerson.jacome@utc.edu.ec) / [emersonjacome@hotmail.com](mailto:emersonjacome@hotmail.com)



#### **FORMACIÓN ACADÉMICA**

- Ingeniero Agrónomo  
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
- Maestría en gestión de la producción  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

#### **HISTORIAL PROFESIONAL**

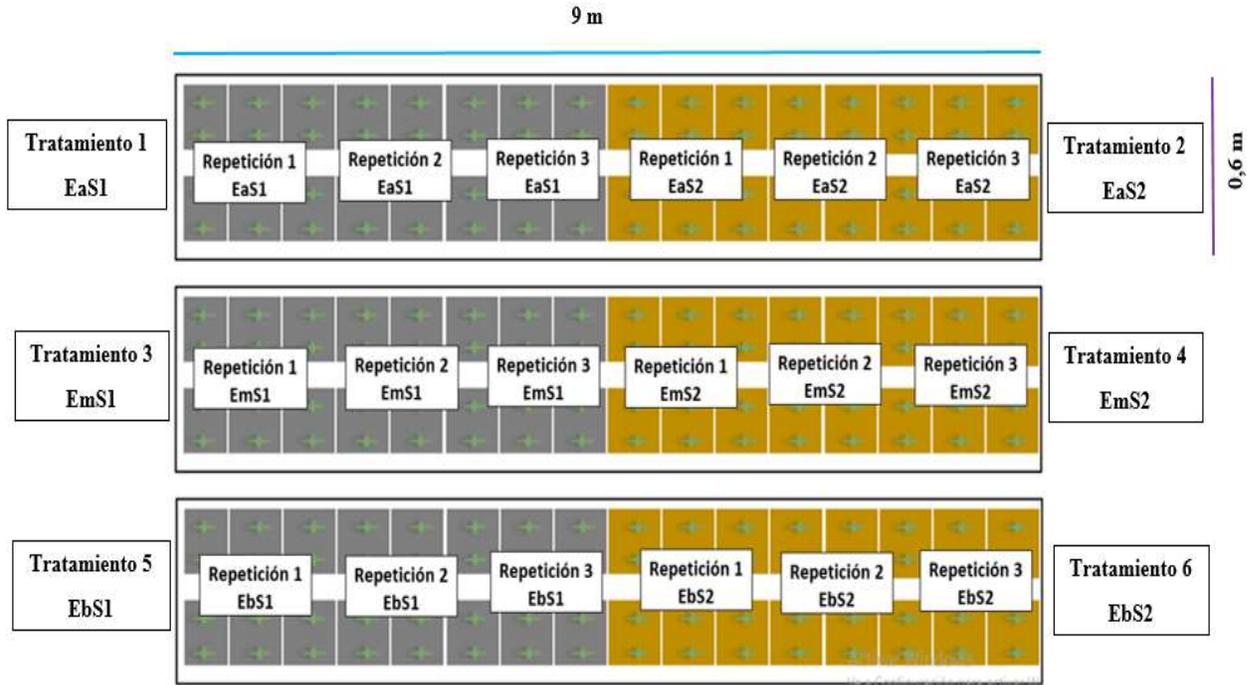
Facultad Académica en la que labora: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

#### **AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

Diseño experimental

Entomología.

## ANEXOS 6. Croquis de ensayo



## ANEXOS 7. Altura de la planta cm.

FACTOR B	FACTOR A	REPETICIÓN	Día de trasplante	20 días	40 días	60 días	80 días
TIERRA	APICAL	1	4,5	15,3	30,1	36,7	41,6
POMINA	APICAL	1	4,3	11,9	25,2	31,8	35,1
TIERRA	MEDIO	1	4,6	15,6	33,2	39,8	43,8
POMINA	MEDIO	1	4,7	11,7	24,2	30,8	35,3
TIERRA	BASAL	1	4,1	17,1	34,3	40,9	46,8
POMINA	BASAL	1	4,4	12,6	24,4	31,0	44,6

TIERRA	APICAL	2	4,8	15,2	31,6	38,2	43,1
POMINA	APICAL	2	4,9	11,4	24,5	31,1	37,7
TIERRA	MEDIO	2	4,4	16,3	34,4	41,0	48,8
POMINA	MEDIO	2	4,6	11,4	23,4	29,9	33,8
TIERRA	BASAL	2	4,7	16,3	34,3	40,8	44,9
POMINA	BASAL	2	4,7	12,5	24,1	30,6	34,1
TIERRA	APICAL	3	4,6	15,2	32,5	39,1	43,9
POMINA	APICAL	3	4,9	11,0	23,8	30,3	36,4
TIERRA	MEDIO	3	4,1	15,7	34,4	40,9	44,1
POMINA	MEDIO	3	5,0	12,4	24,4	30,0	33,1
TIERRA	BASAL	3	4,4	16,4	34,3	40,9	45,3
POMINA	BASAL	3	4,3	13,3	25,1	29,6	34,3

**ANEXOS 8. Diámetro de tallo.**

<b>FACTOR B</b>	<b>FACTOR A</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>Día de trasplante</b>	<b>20 días</b>	<b>40 días</b>	<b>60 días</b>	<b>80 días</b>
TIERRA	APICAL	1	3,73	5,85	7,03	8,18	8,89
POMINA	APICAL	1	3,17	4,94	6,57	7,62	8,33

TIERRA	MEDIO	1	3,23	5,13	6,43	7,68	8,29
POMINA	MEDIO	1	3,14	4,91	6,64	7,59	8,23
TIERRA	BASAL	1	3,46	5,33	6,76	7,91	8,52
POMINA	BASAL	1	3,21	4,98	6,41	7,66	8,27
TIERRA	APICAL	2	3,27	5,14	6,47	7,72	8,33
POMINA	APICAL	2	3,23	5,023	6,43	7,68	8,29
TIERRA	MEDIO	2	3,42	5,19	6,72	7,87	8,48
POMINA	MEDIO	2	3,66	5,43	6,86	8,21	8,82
TIERRA	BASAL	2	3,24	5,01	6,44	7,69	8,32
POMINA	BASAL	2	3,54	5,31	6,74	7,99	8,54
TIERRA	APICAL	3	2,9	4,67	6,19	7,35	7,96
POMINA	APICAL	3	3,14	4,91	6,34	7,59	8,29
TIERRA	MEDIO	3	3,43	5,2	6,63	7,88	8,59
POMINA	MEDIO	3	2,82	4,69	6,12	7,27	7,78
TIERRA	BASAL	3	3,65	5,52	6,85	8,15	8,71
POMINA	BASAL	3	3,12	4,99	6,42	7,57	8,48

**ANEXOS 9. Masa verde gramos.**

<b>FACTOR B</b>	<b>FACTOR A</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>MASA VERDE g</b>
TIERRA	APICAL	1	150
POMINA	APICAL	1	184
TIERRA	MEDIO	1	183
POMINA	MEDIO	1	216
TIERRA	BASAL	1	179
POMINA	BASAL	1	185
TIERRA	APICAL	2	197
POMINA	APICAL	2	168
TIERRA	MEDIO	2	250
POMINA	MEDIO	2	200
TIERRA	BASAL	2	184
POMINA	BASAL	2	165
TIERRA	APICAL	3	179
POMINA	APICAL	3	188
TIERRA	MEDIO	3	242

POMINA	MEDIO	3	246
TIERRA	BASAL	3	154
POMINA	BASAL	3	164

**ANEXOS 10. Masa seca gramos.**

<b>FACTOR B</b>	<b>FACTOR A</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>MASA SECA g</b>
TIERRA	APICAL	1	25
POMINA	APICAL	1	21
TIERRA	MEDIO	1	22
POMINA	MEDIO	1	25
TIERRA	BASAL	1	23
POMINA	BASAL	1	23
TIERRA	APICAL	2	24
POMINA	APICAL	2	20
TIERRA	MEDIO	2	29
POMINA	MEDIO	2	24
TIERRA	BASAL	2	19

POMINA	BASAL	2	20
TIERRA	APICAL	3	22
POMINA	APICAL	3	22
TIERRA	MEDIO	3	30
POMINA	MEDIO	3	31
TIERRA	BASAL	3	23
POMINA	BASAL	3	19

**ANEXOS 11. Volumen radicular ml.**

<b>FACTOR B</b>	<b>FACTOR A</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>V. RADICULAR</b>
TIERRA	APICAL	1	15,6
POMINA	APICAL	1	90,6
TIERRA	MEDIO	1	31,9
POMINA	MEDIO	1	88,1
TIERRA	BASAL	1	31,3
POMINA	BASAL	1	67,5
TIERRA	APICAL	2	25
POMINA	APICAL	2	88,8

TIERRA	MEDIO	2	46,3
POMINA	MEDIO	2	72,5
TIERRA	BASAL	2	29,4
POMINA	BASAL	2	76,3
TIERRA	APICAL	3	29,4
POMINA	APICAL	3	95
TIERRA	MEDIO	3	49,4
POMINA	MEDIO	3	86,9
TIERRA	BASAL	3	30
POMINA	BASAL	3	87,5

**ANEXOS 12. Número de tubérculos por plantas.**

<b>FACTOR B</b>	<b>FACTOR A</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>NUMERO DE TUBÉRCULO</b>
TIERRA	APICAL	1	89
POMINA	APICAL	1	65
TIERRA	MEDIO	1	57
POMINA	MEDIO	1	53
TIERRA	BASAL	1	66

POMINA	BASAL	1	42
TIERRA	APICAL	2	67
POMINA	APICAL	2	31
TIERRA	MEDIO	2	71
POMINA	MEDIO	2	54
TIERRA	BASAL	2	48
POMINA	BASAL	2	35
TIERRA	APICAL	3	67
POMINA	APICAL	3	53
TIERRA	MEDIO	3	62
POMINA	MEDIO	3	55
TIERRA	BASAL	3	76
POMINA	BASAL	3	41

**ANEXOS 13. Peso de tubérculos por tratamiento.**

<b>FACTOR B</b>	<b>FACTOR A</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>DATO /g</b>
TIERRA	APICAL	1	160

POMINA	APICAL	1	117
TIERRA	MEDIO	1	162
POMINA	MEDIO	1	118
TIERRA	BASAL	1	66
POMINA	BASAL	1	88
TIERRA	APICAL	2	495
POMINA	APICAL	2	78,6
TIERRA	MEDIO	2	187
POMINA	MEDIO	2	84
TIERRA	BASAL	2	94,5
POMINA	BASAL	2	62
TIERRA	APICAL	3	235
POMINA	APICAL	3	109
TIERRA	MEDIO	3	246
POMINA	MEDIO	3	163
TIERRA	BASAL	3	161
POMINA	BASAL	3	96

**ANEXOS 14. Visita al INIAP para la obtención de esquejes enraizados.**



**ANEXOS 15. Corte de esqueje de tres niveles (apical, medio y basal).**



**ANEXOS 16. Llenado de sustrato (turba) en bandejas.**



**ANEXOS 17. Colocación de esquejes en bandejas con aplicación de hormonas y foliar.**



**ANEXOS 18. Instalación del sistema de riego.**



**ANEXOS 19. Clasificación de sustrato (pomina fina).**



**ANEXOS 20. Clasificación de sustrato (tierra negra).**



**ANEXOS 21. Desinfección de sustratos.**



**ANEXOS 22. Mezcla de sustratos.**



**ANEXOS 23. Llenado de fundas.**



**ANEXOS 24. Preparación de solución nutritiva.**



**ANEXOS 25. Neutralización de Ph en solución nutritiva.**



**ANEXOS 26. Trasplante de esquejes.**



**ANEXOS 27. Toma de datos altura de planta y diámetro de tallo.**



**ANEXOS 28. Fertilización.**



**ANEXOS 29. Fumigación control de mosca y prevención de posibles hongos.**



**ANEXOS 30. Poda.**



**ANEXOS 31. Tutorado.**



**ANEXOS 32. Aporque.**



**ANEXOS 33. Cosecha.**



**ANEXOS 34. Contabilización y pesaje de tubérculos.**



**ANEXOS 35. Clasificación por categorías.**



**ANEXOS 36. Pesaje de masa verde.**



**ANEXOS 37. Volumen radicular.**



**ANEXOS 38. Pesaje de masa seca.**



**ANEXOS 39. Muestra por tratamiento.**



**ANEXOS 40. Tratamiento 1 y sus categorías.**



**ANEXOS 41. Tratamiento 2 y sus categorías.**



**ANEXOS 42. Tratamiento 3 y sus categorías.**



**ANEXOS 43. Tratamiento 4 y sus categorías.**



**ANEXOS 44. Tratamiento 5 y sus categorías.**



**ANEXOS 45. Tratamiento 6 y sus categorías.**

