



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

**RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)  
VARIEDAD CHAUCHA A LA APLICACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero agrónomo.

**Autores:**

Herrera Gallo Kevin Xavier

Lozano Mora Galo Fernando

**Tutor:**

Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean MSc.

**LA MANÁ-ECUADOR**  
**MARZO-2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

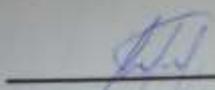
Nosotros **Kevin Xavier Herrera Gallo** y **Galo Fernando Lozano Mora**, declaramos ser autores intelectuales del presente proyecto de investigación: “**RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD CHAUCHA A LA APLICACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS.**”, siendo el **Ing. Wellington Jean Pincay Ronquillo** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente que 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 nuestra exclusiva responsabilidad.



---

**Kevin Xavier Herrera Gallo**  
050390905-3



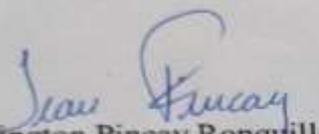
---

**Galo Fernando Lozano Mora**  
050371933-8

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

En la calidad de tutor del trabajo de Investigación sobre el título: “RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD CHAUCHA A LA APLICACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS.”, de los señores Kevin Xavier Herrera Gallo y Galo Fernando Lozano Mora de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos – técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación de tribunal de Validación de Proyectos que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, marzo 2022



Ing. Wellington Pincay Ronquillo  
C.I: 0928281821

**TUTOR**

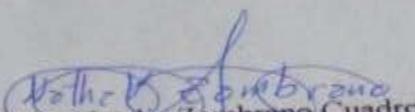
## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentos emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: Por cuanto, los postulantes Herrera Gallo Kevin Xavier y Lozano Mora Galo Fernando con el proyecto de Investigación: “RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD CHAUCHA A LA APLICACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS.”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente reuniendo los requerimientos y méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

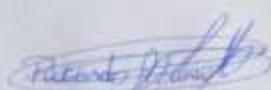
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, marzo 2022

Para constancia firman:



Ing. MSc. Natalia Zambrano Cuadro  
CI: 120624142-2  
**Presidente**



Ing. MSc. Ricardo Augusto Luna Murillo  
CI: 091296922-7  
**Lector 1**



Ing. MSc. Tatiana Carolina Gavilánez  
CI: 160039819-0  
**Lector 2**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecemos a nuestras familias por brindarnos su apoyo económico y moral durante la realización de todos nuestros años de estudio para poder conseguir la culminación de nuestra carrera.*

*En especial agradecemos a nuestras madres y padres por estar siempre apoyándome en las diversas decisiones que hemos tomado y brindándonos sus concejos los cuales hoy nos permiten llegar a estar donde nos encontramos.*

*Se agradece a los docentes de la carrera de ingeniería agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi por sus enseñanzas impartidas tanto en las aulas de clase como en nuestra respectiva área de trabajo.*

**Kevin & Galo**

## **DEDICATORIA**

*Dedicamos nuestro esfuerzo en primera estancia a Dios por darnos virtud, fortaleza y temple para seguir con nuestras mestas.*

*A nuestros padres por darnos fuerza, constancia y ser nuestra fortaleza e inspiración para no decaer en los momentos más difíciles.*

*A nuestros tíos, tías, primos, primas y demás familiares por siempre darnos palabras de aliento para seguir adelante y cumplir nuestros ideales.*

*A nuestros amigos (as) y compañeros (as) por compartir grandes momentos llenos de alegría u tristeza y a todas aquellas personas que durante estos 5 años estuvieron brindándonos su apoyo moral, sentimental y económico para ver este sueño hecho realidad.*

**Kevin & Galo**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES

**TÍTULO:** RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD CHAUCHA A LA APLICACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS.

### **AUTORES:**

Herrera Gallo Kevin Gallo

Lozano Mora Galo Fernando

### **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha, bajo la influencia de ácidos húmicos en condiciones de campo abierto en el sector El Deseo del cantón Pangua (Cotopaxi, Ecuador). El diseño experimental establecido fue de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, los cuales incluían fertilización de síntesis química al 100% NPK de acuerdo a las necesidades del cultivo. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de tallos, número de tubérculos por planta, peso del tubérculo por planta (g), diámetro del tubérculo (cm) y rendimiento del cultivo. Para el análisis estadístico se empleó el programa Infostat 2018 y para la comparación de las medidas se utilizó la prueba de Tukey  $p < 0,05$ . El análisis de resultados mostró que, el tratamiento uno T1 (NPK 100% + A.H.E 100%) presentó el rendimiento más alto con 11,10 t/ha. Se demuestra que la combinación de ácidos húmicos más fertilización química es una alternativa viable para complementar y aumentar la eficiencia en el cultivo de papa, ayuda a estimular un mejor crecimiento de las plantas y la utilización de minerales, lo que lo convierte en una opción sustentable para mejorar las propiedades biológicas del suelo.

**Palabras claves:** Ácidos húmicos, fertilización química, rendimiento, síntesis.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the agronomic response of potato (*Solanum tuberosum* L.) variety chaucha, under the influence of humic acids under open field conditions in the El Deseo sector of the Pangua canton (Cotopaxi, Ecuador). The established experimental design was completely randomized blocks (DBCA), with five treatments and four repetitions, which included chemical synthesis fertilization at 100% NPK according to the needs of the crop. The variables evaluated were: plant height (cm), stem diameter (cm), number of stems, number of tubers per plant, tuber weight per plant (g), tuber diameter (cm) and yield. of the crop. For the statistical analysis, the Infostat 2018 program was used and for the comparison of the measurements, the Tukey test  $p < 0.05$  was used. The analysis of results showed that treatment one T1 (NPK 100% + A.H.E 100%) presented the highest yield with 11.10 t/ha. It is shown that the combination of humic acids plus chemical fertilization is a viable alternative to complement and increase efficiency in potato cultivation, it helps to stimulate better plant growth and the use of minerals, which makes it a sustainable option. to improve the biological properties of the soil.

**Keywords:** Humic acids, chemical fertilization, yield, synthesis.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DE TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE GENERAL .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS .....	5
a. OBJETIVO GENERAL .....	5
b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE LABORES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS: .....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Antecedentes del cultivo.....	7
8.2. Origen de la papa.....	7
8.3. Clasificación botánica.....	8

8.4.	Características Botánicas .....	8
8.4.1.	Raíces .....	8
8.4.2.	Tallos .....	8
8.4.3.	Estolones.....	9
8.4.4.	Tubérculos .....	9
8.4.5.	Flor .....	9
8.4.6.	Fruto, semilla.....	9
8.5.	Importancia económica del cultivo de papa .....	9
8.6.	Requerimientos climáticos y edáficos .....	10
8.6.1.	Temperatura.....	10
8.6.2.	Horas luz.....	10
8.6.3.	Precipitación .....	10
8.6.4.	Viento .....	11
8.6.5.	Altitud.....	11
8.6.6.	Suelos .....	11
8.7.	Valor nutritivo de la papa .....	11
8.8.	Nutrientes en la papa .....	12
8.9.	Necesidad nutricional de la papa .....	12
8.9.1.	Clasificación de los nutrientes .....	12
8.10.	Plagas y enfermedades.....	12
8.10.1.	Plagas.....	13

8.10.2.	Enfermedades .....	14
8.11.	Variedades de la papa cultivadas en el Ecuador .....	14
8.11.1.	Descripción de la papa chaucha.....	14
8.12.	Ácidos húmicos .....	15
8.12.1.	Funciones y beneficios .....	15
8.12.2.	Efecto de los ácidos húmicos en el suelo .....	15
8.12.3.	Efecto de los ácidos húmicos en las plantas .....	15
9.	HIPÓTESIS .....	16
10.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
10.1.	Ubicación y duración del ensayo.....	16
10.2.	Condiciones agro meteorológicas.....	16
10.3.	Tipo de investigación .....	16
10.3.1.	Experimental.....	16
10.3.2.	Documental.....	17
10.3.3.	Analítica .....	17
10.3.4.	De campo.....	17
10.4.	Materiales .....	17
10.4.1.	Análisis de suelo.....	17
10.4.2.	Características de los Bioestimulantes utilizados.....	18
10.4.3.	Otros materiales o equipos utilizados en la investigación.....	18
10.5.	Tratamientos .....	19
10.6.	Diseño experimental.....	19

10.7. Análisis de varianza.....	19
10.8. Análisis estadístico .....	19
10.9. Manejo del ensayo .....	19
10.9.1. Limpieza del terreno.....	19
10.9.2. Análisis de suelo.....	20
10.9.3. Preparación de las parcelas.....	20
10.9.4. Siembra de los tubérculos semilla .....	20
10.9.5. Fertilización.....	20
10.9.6. Riego.....	21
10.9.7. Retape .....	22
10.9.8. Control de malezas .....	22
10.9.9. Medio aporque.....	22
10.9.10. Aporque .....	22
10.9.11. Cosecha.....	22
10.10. Variables de estudio.....	22
10.10.1. Altura de planta (cm).....	22
10.10.2. Número de tallos por planta.....	22
10.10.3. Diámetro del tallo (mm) .....	23
10.10.4. Número de tubérculos por planta .....	23
10.10.5. Peso del tubérculo (g).....	23
10.10.6. Diámetro del tubérculo (mm) .....	23

10.10.7. Análisis costo beneficio.....	23
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	24
11.1. Altura de planta .....	24
11.2. Número de tallos.....	26
11.3. Diámetro del tallo .....	26
11.4. Número de tubérculos por planta .....	27
11.5. Peso del tubérculo (g).....	28
11.6. Diámetro de tubérculos (mm).....	28
11.7. Rendimiento .....	29
11.8. Análisis costo - beneficio de los tratamientos .....	29
12. IMPACTOS: TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS.....	30
12.1. Impacto técnico.....	30
12.2. Impacto social.....	30
12.3. Impacto ambiental .....	30
12.4. Impacto económico.....	30
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	31
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	32
14.1. Conclusiones.....	32
14.2. Recomendaciones .....	33
15. Bibliografía o Literatura citada.....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de labores en relación a los objetivos planteados.-----	6
Tabla 2. Categorización taxonómica de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.).-----	8
Tabla 3. Principales plagas presentes en el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.).-----	13
Tabla 4. Principales enfermedades presentes en el cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.).	14
Tabla 5. Características de calidad de la papa chaucha. -----	14
Tabla 6. Características agro-técnicas en la papa chaucha. -----	15
Tabla 7. Condiciones agro meteorológicas en el recinto “El Deseo”. -----	16
Tabla 8. Análisis de suelo del área del cultivo. -----	18
Tabla 9. Características del ácido húmico foliar. -----	18
Tabla 10. Características del ácido húmico edáfico. -----	18
Tabla 11. Otros materiales o equipos utilizados en la investigación.-----	18
Tabla 12. Descripción de los tratamientos. -----	19
Tabla 13. Esquema de análisis de varianza. -----	19
Tabla 14. Dosis de fertilizantes convencionales utilizados en la evaluación de la respuesta agronómica del cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) a la aplicación de ácidos húmicos.	21
Tabla 15. Dosis de Ácidos húmicos empleada en la evaluación de la respuesta agronómica del cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) a la aplicación de ácidos húmicos. -----	21
Tabla 16. Plan de fertilización n la evaluación de la respuesta agronómica del cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) a la aplicación de ácidos húmicos. -----	21
Tabla 17. Altura de planta (cm). -----	25
Tabla 18. Número de tallos. -----	26

Tabla 19. Diámetro de tallos (mm). -----	27
Tabla 20. Número de tubérculos por planta. -----	27
Tabla 21. Peso de tubérculos por planta (g). -----	28
Tabla 22. Diámetro de tubérculos (mm). -----	29
Tabla 23. Rendimiento del cultivo de papa (kg/ha) y (t/ha).-----	29
Tabla 24. Análisis económico de los tratamientos. -----	30
Tabla 25. Presupuesto para la propuesta del proyecto. -----	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derechos de autor .....	38
Anexo 2. Certificación de anti plagio URKUND.....	41
Anexo 3. Aval de traducción .....	42
Anexo 4. Hoja de vida del tutor.....	43
Anexo 5. Hoja de vida del investigador-estudiante.....	44
Anexo 6. Hoja de vida del investigador-estudiante.....	45
Anexo 7. Análisis de suelo. ....	46
Anexo 8. Interpretación del análisis del suelo y plan de fertilización.....	47
Anexo 9: Distribución del diseño experimental . ....	48
Anexo 10: Análisis de costo comercial tratamiento. ....	49
Anexo 11: Preparación del terreno. ....	50
Anexo 12: Preparación de surcos. ....	51
Anexo 13: Siembra de semillas tubérculos.....	51
Anexo 14: Emergencia de plántulas. ....	52
Anexo 15. Toma de datos.....	52

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### Título del proyecto

“Respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha a la aplicación de ácidos húmicos”.

<b>Fecha de inicio:</b>	Octubre del 2021
<b>Fecha de finalización:</b>	Febrero del 2022
<b>Lugar de ejecución:</b>	Recinto “El Deseo” Cantón Pangua, Provincia Cotopaxi
<b>Facultad que auspicia:</b>	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
<b>Carrera que auspicia:</b>	Ingeniería Agronómica
<b>Proyecto de Investigación:</b>	Sector Agrícola
<b>Equipo de Trabajo:</b>	Herrera Gallo Kevin Xavier Lozano Mora Galo Fernando
<b>Teléfono:</b>	0959777142 0982782268
<b>Correo:</b>	<a href="mailto:kevin.herrero5093@utc.edu.ec">kevin.herrero5093@utc.edu.ec</a> <a href="mailto:galo.lozano9338@utc.edu.ec">galo.lozano9338@utc.edu.ec</a>
<b>Área de Conocimiento:</b>	Agricultura, silvicultura y pesca
<b>Línea de Investigación:</b>	Seguridad alimentaria

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Los ácidos húmicos contribuyen a la mejora de la estructura y capacidad de retención de humedad en los suelos, las sustancias húmicas tienen efectos directos en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Una vez dentro de las plantas las sustancias húmicas tienen diversos efectos como; mayor crecimiento de diversos órganos de la planta, una mayor tolerancia al estrés ambiental, además de un crecimiento en la calidad y producción de cosechas. Las sustancias húmicas aumentan la rapidez y el porcentaje de germinación de las semillas (Rodríguez, 2015).

En el Ecuador la papa ha sido cultivada tradicionalmente entre los 2000 a 3600 m.s.n.m. no obstante, recientemente se ha comenzado a realizar ensayos en la península de Santa Elena, demostrando resultados alentadores. En la sierra está el cultivo en regiones templadas a frías con un rango de temperatura de 6° a 18° C. y una precipitación de 600 a 1200 mm. La papa se desarrolla mejor en suelos francos, bien drenados, húmíferos y apropiadamente abastecidos de materia orgánica y nutrientes (INIAP, 2002).

El presente proyecto denominado “Respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha a la aplicación de ácidos húmicos, el cual se llevó a cabo en el recinto “El Deseo” del cantón Pangua perteneciente a la provincia de Cotopaxi, situado en el sector límite del cantón La Maná, el cual posee un clima subtropical.

El proyecto se encuentra establecido con un diseño experimental completamente al azar que está basado en cuatro repeticiones y cinco tratamientos, para la elaboración del diseño se establecieron 20 parcelas de 3x3, en las cuales se implementaron 18 unidades experimentales por parcela a una distancia de 0.35 m entre planta y 0.80 m de distancia entre hilera. Se realiza un plan de fertilización basándonos en las necesidades del suelo, se evaluaron los índices de crecimiento como son altura de planta, grosor del tallo entre otros, además de los índices de producción con base en la aplicación de ácidos húmicos.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La producción global de papas es aproximadamente de 341 millones de toneladas en una superficie de 20 millones de hectárea, China es el productor más grande y produce entre 66 y 71 millones de toneladas, otros países productores grandes de papa son Rusia, La India, Polonia, EEUU, Ucrania, Alemania y Países Bajos. En los países desarrollados, el consumo de papas fresca es estático, pero las papas procesadas siguen creciendo en popularidad por la comida raída. El consumo de papas frescas en países en vías de desarrollo está en aumento como la dieta se está diversificando (Yara, 2022).

Es remarcable el valor económico y alimenticio de la papa siendo el tercer cultivo más importante al nivel mundial, y uno de los primeros en Latinoamérica, especialmente en las zonas altas de los Andes, donde es la base alimenticia y nutricional, en Latinoamérica es un cultivo con importancia social y económica, y constituye la base alimentaria de varios países, la variabilidad y el cambio climático incrementa la incertidumbre de los rendimientos que alcanzaran los cultivos (Condori, 2016).

El cultivo de papa representa gran parte de la base de alimentación de la población ecuatoriana. Según publicaciones del MAGAP el cultivo de papa represento el 4% de aporte al PIB agrícola y más de 84 mil fuentes de empleo directo e indirecto, además constituyo el 7% de la canasta básica familiar nacional del Ecuador (Mejía, 2017).

En el país el consumo doméstico de papa alcanza el 74%, se destina para el área industrial un 9% de la producción y un 17% se utiliza para semillas (Mancero, 2006). Pese a que Cotopaxi es una de las principales provincias productoras de papa a nivel nacional en el sub-trópico, particularmente en Pangua colindante con el cantón la Maná no se registra producción de este tubérculo, menos aún en el sitio de estudio (recinto El Deseo), echo que se pudo evidenciar por medio de reconocimiento en la zona a través de entrevista con los moradores y agricultores.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Por medio de la presente investigación los beneficiarios directos serán los pequeños y medianos productores del recinto “El Deseo” y zonas aledañas ya que tendrían una nueva opción como fuente de ingresos, y ayudaran a optimizar la calidad del suelo por medio de la aplicación de ácidos húmicos.

Los beneficiarios indirectos serán los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi ya que por este medio obtendrán conocimiento además de ganar experiencia laboral sobre el uso de Bio estimulantes y su predominación en el desarrollo del mismo.

#### **5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

En el país la papa está constituida como uno de los cultivos con mayor prioridad en la serranía ecuatoriana, pero no se encuentra incidencias de producción como fuente de ingresos en el sector costa. En Ecuador, la papa se destina para consumo en preparaciones culinarias, en uso industrial y para la obtención de semillas (Larrea, 2019). La época que predomina para el cultivo de papa va desde octubre a diciembre en zonas sin riego, en las zonas con presencia de riego se realiza la producción todo el año, la temporada de siembra se encuentran sujetas a diversos factores no solo a la presencia de lluvias sino también a factores bioclimáticos, como presencia de lancha y factores económicos de inversión en el cultivo.

La superficie total cosechada de papa en el país fue de 19.675 hectáreas para el año 2019 de acuerdo con datos de la Encuesta de la Superficie Agropecuaria Continua. La papa se encuentra principalmente en la Región Sierra. Las provincias del Carchi, Cotopaxi y Chimborazo suman el 60,2% de la superficie total cosechada (INEC, 2020).

Particularmente la provincia de Cotopaxi para el año 1995 tenía un promedio de 51020 toneladas en producción de papa, lo cual representaba el 11,8 % de producción cosecha nacionalmente lo cual era comparable con la producción de Pichincha y Tungurahua (Vivar & Andrade, 1995). Para el año 2019, la provincia de Cotopaxi posee el 15,99% de la superficie total cultivada de papa a nivel nacional, lo cual representa 3298 hectáreas aproximadamente, con una producción de 35000 T de tubérculos (INEC, 2020).

Pese a que Cotopaxi es una de las principales provincias productoras de papa a nivel nacional en el sub-trópico, particularmente en Pangua colindante con el cantón la Maná no se registra producción de este tubérculo, menos aún en el sitio de estudio (recinto el deseo), echo que se

pudo evidenciar por medio de reconocimiento en la zona a través de entrevista con los moradores y agricultores, ya que en palabras de los involucrados el cultivo es muy susceptible a plagas y enfermedades, por tal razón no lo ven como una opción para generar ingresos en sus familias, optando por alternativas de cultivos más tradicionales, tales como yuca, cacao, pastos entre otros, razón por la cual la presente investigación plantea el estudio de la respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha a la aplicación de ácidos húmicos, como una alternativa de producción que pudiera ser viable.

## **6. OBJETIVOS**

### **a. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha a la aplicación de ácidos húmicos.

### **b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar indicadores de crecimiento en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha con la aplicación de ácidos húmicos.
- Analizar la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha con la aplicación de ácidos húmicos.
- Determinar la dosis adecuada de ácidos húmicos para la producción del cultivo de papa.
- Realizar el análisis costo beneficio para la factibilidad de los Bio-fertilizantes en la producción de papa

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE LABORES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

**Tabla 1.** Actividades y sistema de labores en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MÉTODO DE VERIFICACIÓN
Evaluar indicadores de crecimiento en el cultivo de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad chaucha con la aplicación de ácidos húmicos.	Evaluación de campo por medio de la observación.	Datos de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura de planta</li> <li>• Diámetro del tallo</li> <li>• Numero de tallos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuaderno de campo</li> <li>• Fotos</li> </ul>
Analizar la producción del cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) variedad chaucha con la aplicación de ácidos húmicos.	Evaluación en campo de producción del cultivo de papa.	Datos de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numero de tubérculos</li> <li>• Peso del tubérculo</li> <li>• Diámetro del tubérculo</li> <li>• Rendimiento del cultivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuaderno de campo</li> <li>• Fotografías</li> </ul>
Determinar la dosis adecuada de ácidos húmicos para la producción del cultivo de papa.	Desarrollo de un plan de fertilización. Aplicación del plan de fertilización. Interpretación de los datos de campo obtenidos.	Establecer la mejor dosis apropiada para la producción del cultivo de papa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuaderno de campo</li> <li>• Análisis de suelo</li> <li>• Plan de fertilización</li> <li>• Fotografía</li> </ul>
Realizar el análisis costo beneficio para conocer la factibilidad de los Bio-fertilizantes en la producción de papa	Elaboración de un análisis costo beneficio, para conocer los costos de producción del cultivo de papa con los Bio-fertilizantes.	Análisis costo beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis costo beneficio</li> </ul>

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1. Antecedentes del cultivo**

La investigación realiza por (Santiestevan & Tomalá, 2009) en la comuna Zapotal, provincia de Santa Elena, en la finca Agrozaisa con el tema titulado: “Comportamiento agronómico de variedades de *Solanum tuberosum*”, bajo dosis de nitrógeno, sistemas de riego en la comuna Zapotal, Provincia de Santa Elena”, el cual tuvo como objetivo fundamental evaluar el comportamiento agronómico de 4 variedades de *Solanum tuberosum* bajo dosis de nitrógeno y sistemas de riego, para de esta manera ir evaluando el rendimiento promedio de las variedades con respecto a la región sierra, este trabajo tiene semejanza con la investigación desarrollada en el presente documento.

Según (Isaki, 2001) a través de la aplicación de ácidos húmicos o combinadas con fertilizantes inorgánicos influyeron significativamente en altura de planta, producción de biomasa y área foliar, tuvo una respuesta positiva en la expresión de la variable rendimiento ya que incrementaron la producción total, al registrarse 37,89 ton/ha, en comparación del testigo absoluto tuvo un rendimiento de 27,28 ton/ha, por lo consiguiente esta investigación tiene semejanza con el ensayo desarrollado en el presente documento.

(Estevez, 2006) en su investigación titulada “Efectos de la aplicación de tres ácidos húmicos comerciales con diferentes dosis en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*), determino que le mayor porcentaje de prendimiento de las plantas se obtuvo con la aplicación P1 (EcoHumDX) D1 (11/ha), pudo comprobar que todos los productos que contienen ácidos húmicos utilizados en el ensayo, se destacan por sobre el testigo con el cual obtuvo menor porcentaje.

### **8.2. Origen de la papa**

El cultivo de papa se viene realizando aproximadamente desde hace unos ocho mil años y su lugar de origen sido uno de las controversias más discutidas, se llegó a determinar que este cultivo proviene de la región andina, posiblemente de Perú y también de la isla Chiloé que se encuentra ubicada al sur de Chile. A partir del siglo XVI los conquistadores españoles introducen la papa en el continente Europeo (Borba, 2008).

Desde entonces el cultivo de papa se comenzó a expandir por todo el hemisferio norte hasta llegar a transformarse en un alimento esencial para los mineros y obreros durante la Revolución

Industrial, los cuales necesitaban de grandes cantidades de energía para realizar sus jornadas, en la actualidad el cultivo de papa es uno de los alimentos que más demanda posee al nivel mundial. En Europa es uno de los lugares que más incidencias de consumo hay, pero el uso de este producto está en aumento en las regiones de África y Asia (Borba, 2008).

### 8.3. Clasificación botánica

**Tabla 2.** Categorización taxonómica de la papa (*Solanum tuberosum* L.).

Clasificación científica	
Reino	Plantae
División	Magoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanáceas
Genero	Solanum
Especie	S. Teberosum
Nombre científico	<i>Solanum tuberosum</i>

Fuente: (Carrera, 2018)

De acuerdo a diversas fuerzas se puede encontrar entre 8 y 9 especies reconocidas de papa, una de las más comunes es la “*Solanum tuberosum*”, la cual se encuentra dividida en dos subespecies, “*Solanum tuberosum tuberosum*” la cual es originaria de Chile la cual es un cultivo de cuatro estaciones de las cuales descienden la mayoría de cultivos en el mundo, y “*Solanum tuberosum andina*” común en los andes, pero poco conocida afuera (Carrera, 2018).

### 8.4. Características Botánicas

Según (Fausto Adrián, 2017), realiza la siguiente caracterización:

#### 8.4.1. Raíces

Las papas tienen la posibilidad de realizarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Una vez que se desarrollan desde una semilla, conforman una delicada raíz axonomorfas con ramificaciones laterales. Una vez que se desarrollan por medio de tubérculos, primero componen raíces adventicias en la base de cada brote y luego encima de los nudos en el fragmento de cada tallo, ocasionalmente están compuestas raíces en los estolones.

#### 8.4.2. Tallos

En la papa su sistema de tallos cuenta con tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen solo un tallo, fundamental en lo que las provenientes

de tubérculos-semilla tienen la posibilidad de crear diferentes tallos, los tallos laterales son ramas de los tallos primordiales. Las yemas que están formados en el tallo al grado de las axilas de las hojas tienen la posibilidad de realizar para llegar a conformar tallos laterales, estolones, inflorescencias y a veces tubérculos aéreos.

#### **8.4.3. Estolones**

Estos tienen la posibilidad de conformar tubérculos por medio de un agrandamiento de su extremo terminal, no todos los estolones llegan a conformar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede hacer en un tallo vertical con follaje usual.

#### **8.4.4. Tubérculos**

Estos son tallos modificados y conforman los primordiales órganos del cultivo de papa, un tubérculo tiene 2 extremos, el basal o extremo ligado al estolón que se denomina talón, y el extremo expuesto que se denomina extremo apical o dista.

#### **8.4.5. Flor**

El pedúnculo de la inflorescencia se encuentra dividido por lo general en dos ramas, cada una de las cuales se bifurca en otras dos ramas, formando así una inflorescencia llamada cimosas.

#### **8.4.6. Fruto, semilla**

El ovario al ser fertilizado se desarrolla para convertirse en un fruto el cual obtiene el nombre de baya, la cual contiene muchas semillas. El fruto suele ser esférico, en algunas variedades son ovoides o cónicos, a menudo de color verde, en algunos cultivares se presentan con manchas o rayas blancas o pigmentadas.

### **8.5. Importancia económica del cultivo de papa**

En el Ecuador la papa es de los principales cultivos con más de 82000 agricultores involucrados. La producción se ve enfocada primordialmente para el consumo interno, con un aproximado del 81% se comercializa como consumo fresco y las industrias utilizan el sobrante para procesamiento. La siembra y cosecha del cultivo de papa se realiza durante todo el año (INIAP, 2014).

El tubérculo pertenece a los más ricos en carbohidratos, además aporta con porciones significativas de proteína, con un óptimo balance de aminoácidos, vitaminas C, B6, B1, folato. Minerales como potasio, calcio y magnesio y los micronutrientes hierro y zinc. Posee una alta

concentración de fibra dietaria, especialmente cuando es consumido sin cáscara y es rico en antioxidantes (INIAP, 2014).

## **8.6. Requerimientos climáticos y edáficos**

### **8.6.1. Temperatura**

El cultivo de papa se ve favorecido en el área trópico por las condiciones climáticas que se da en las tierras altas, donde se tiene una temperatura subjetivamente fresca, ya que a que el cultivo de papa necesita temperaturas de 15 a 20° C para su tuberización y aumento (Cortez & Hurtado, 2002).

La papa es considerada una planta termo periódica, lo que nos indica que se requiere una temperatura diurna y nocturna de al menos 10°C. Si la diferencia es menor, se afecta el crecimiento y formación de tubérculos se ven afectados. Cuando estas situaciones se presentan a menudo, a lo largo del ciclo vegetativo el rendimiento y calidad son afectados, debido a que las altas temperaturas son ideales para el crecimiento óptimo de tallos y hojas, pero no para los tubérculos (Cortez & Hurtado, 2002).

La temperatura tiene una gran influencia en la brotación de los tubérculos semillas, n la perdida de agua, utilización de nutrientes y en las diversas etapas fenológicas del cultivo. Según (Filgueira, 1982) las mejores producciones en la región templada se obtienen bajo condiciones de las temperaturas ya antes mencionadas y con 12 a 16 horas luz, dependiendo de la especie cultivada.

### **8.6.2. Horas luz**

El cultivo de papa tiene un mejor comportamiento con periodos de 8 a 12 horas luz, la luminosidad que reciben las plantas durante el día incide en la función de los cloroplastos y desencadenan una serie de reacciones en las cuales interviene el dióxido de carbono y el agua, las cuales ayudan a la formación de los diferentes tipos de azúcares los que pasan a formar parte de os tubérculos. La luminosidad tiene predominación en la fotosíntesis y fotoperiodos requeridos por las plantas (Inostroza & Mendez, 2018).

### **8.6.3. Precipitación**

La precipitación o cantidad optima de agua que requiere el cultivo de papa es de 600mm, distribuida en todo su ciclo vegetativo; la mayor demanda es durante las fases de germinación

y crecimiento de los tubérculos, por lo que se recomienda riegos suplementarios en los periodos críticos o cuando no hay presencia de lluvia (FAO, 2008).

#### **8.6.4. Viento**

La presencia de viento debe ser moderado, debido a que ñas plantas no resisten vientos con velocidades mayores a 20 km/hora, sin que esta variación de corrientes presente daño o influya en los rendimientos (FAO, 2008).

#### **8.6.5. Altitud**

La altitud idónea para el desarrollo y producción del cultivo de la papa para el consumo se encuentra alrededor de los 1,500 a 2,500 msnm, pero puede cultivarse en alturas menores como Zapotitlán, la cual está situada a 460 msnm, la siembra se debe realizar durante la época seca (noviembre a febrero) cuando existen condiciones de bajas temperaturas (FAO, 2008).

#### **8.6.6. Suelos**

Los mejores suelos para la siembra son los francos, franco-arenosos, franco-limosos y franco-arcillosos, de textura liviana, además deben de contar con un drenaje y con una profundidad efectiva mayor de los 0.5 m que permitan el independiente incremento de los estolones y tubérculos además de facilitar la cosecha (FAO, 2008).

### **8.7. Valor nutritivo de la papa**

La papa es uno de los principales cultivos al nivel mundial debido a su gran producción por área y a la diversidad de formar en las que se puede preparar (cocida, frita, locro, como tortillas, puré, etc.). La papa es considerada como una fuente importante de vitaminas, minerales y Fito nutrientes debido a su alto consumo diario. El tubérculo de papa es rico en carbohidratos, además aporta con vitaminas y minerales; tiene un elevado contenido de fibra dietética, en especial una vez que es consumido con cascar y es rico en antioxidantes (poli fenoles, vitamina C, carotenoides, etc.), especialmente las papas rojas-moradas y de pulpa amarilla o morada, esto compuestos son reconocidos por prevenir el cáncer y enfermedades cardiovasculares. Las papas frescas son virtualmente libres de grasas y colesterol. El contenido de proteína presente en la papa tiene un excelente valor biológico comparable al del huevo (Ernesto & Waldo, 2013).

## **8.8. Nutrientes en la papa**

Para cubrir las necesidades metabólicas en el ser humano se requiere por lo menos 49 nutrientes, los cuales en su mayoría provienen del consumo de vegetales. La papa tiene la mayor parte de macro y micro nutrientes requeridos diariamente por el hombre.

- Las papas contienen cerca del 80% de agua y 20% de materia seca.
- En base seca el contenido de proteína es similar al de los cereales y es muy alto en comparación con otros tubérculos y raíces.

Una papa de tamaño mediano (200gr), aporta con el 26% del requerimiento diario (RD) de Cu, 17 al 18% de K, P Y Fe y entre el 5 al 13% de Zn, Mg y hasta el 50% de vitamina C (INIAP, 2013).

## **8.9. Necesidad nutricional de la papa**

La fertilización tiene la capacidad de proporcionar nutrimentos a los cultivos que no son aportados de forma natural por el suelo. Para una buena producción en términos de calidad y cantidad, usualmente los macronutrientes NPK son aplicados al cultivo de papa cuando las reservas del suelo son limitadas. Comúnmente para el cultivo se aplica una estrategia de fertilización en base a los resultados obtenidos del estudio del suelo y la necesidad del cultivo. El uso de fertilizantes debe permitir el ajuste de la dosis de modificadores con fuentes de materia orgánica y fertilizantes simples o compuestos (Sifuentes Ibarra, 2013).

### **8.9.1. Clasificación de los nutrientes**

Los nutrientes más importantes para el crecimiento de las plantas se clasifican, según sus concentraciones en: macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y micronutrientes (calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno) los macronutrientes son necesarios en grandes cantidades, sin embargo, nunca debemos olvidar que, aunque los micronutrientes están presentes en niveles de baja concentración son de igual importancia que los macronutrientes en el crecimiento del cultivo, a la falta de uno de estos micronutrientes por más reducido que sea puede afectar el desarrollo de las plantas (Romero Larrea, 2019).

## **8.10. Plagas y enfermedades**

El cultivo de papa es perjudicado por varios organismos que, en determinadas condiciones ocasionan mal económico. Los patógenos de la papa están afectando el rendimiento y la calidad

de las cosechas y son insectos, hongos, bacterias, nematodos y virus los cuales perjudican las hojas, tallos o tubérculos; alteran el crecimiento de las plantas, causan pudriciones o malformación, afecta la apariencia comercial y la calidad culinaria de los tubérculos (Rolando, 2013).

El conocimiento de los diversos síntomas de las plagas y enfermedades es fundamental para el manejo apropiado de las mismas. En las siguientes tablas se muestran las principales plagas y enfermedades que pueden presentarse en el cultivo de papa.

### 8.10.1. Plagas

**Tabla 3.** Principales plagas presentes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L).

Plaga	Nombre Científico	Control	Dosis
Gusano de tierra	<i>Lumbricidae</i>	Diazimon	20-30 Kg/ha
Gusano blanco	<i>Pemnotrypes vorax</i> , <i>Bothyrius mamimon</i>	Carbofuran	50-60 Kg/ha
Pulgonos	<i>Aulacorthu solani</i>	Actara	70 g/cil 0.1 Kg/ha
Trip	<i>Thrips tabaco</i> , <i>Flankliniella occidentalis</i>	Productos azufrados	
Araña roja	<i>Thetranychus cinnabarinus</i>	Torque	0.05 – 0.07% PC
Escarabajo de hoja	<i>Diabrotica de color Epicauta</i>	Cipermetrina	1-2 cc/L
Gusano ejercito	<i>Prodenia eridannia</i>	Lannate	0.5 Kg/ha
Minador de la hoja	<i>Liriomyza quadrata</i>	Agrimec 1.8 EC	0.4 – 0.5 L/ha
Barrenador	<i>Phthoriaea operculellia</i>	Karate 5 EC	0.075 PC
Polilla de la papa	<i>Tecia solanivora</i>	Lorsban	0.25% PC
Oruga del follaje	<i>Copitasia turebata</i>	Match	0.5 L/ha

Fuente: (Herrera & Nelson, 2009)

### 8.10.2. Enfermedades

**Tabla 4.** Principales enfermedades presentes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

Enfermedad	Nombre Científico	Control	Dosis
Costa negra	<i>Rizoctonia solani</i>	Benomyl + captan	05 kg/100L de agua
Lancha	<i>Phytophthora infestans</i>	Manzate 200 80 WP	2-3 kg/ha
Lancha temprana	<i>Alternaria solana</i>	Clarotalonil; metiran; prodiane	1cc/L: 1cc/L: 1cc/L
Pudrición lanosa	<i>Roselinia sp.</i>	Rotar cultivos	
Septoriosis (Mancha foliar)	<i>Septoria lycopersici</i>	Mancozeb Triziman	2 cc/L. 2 – 4 kg/ha
Pata negra, Pudrición blanda	<i>Erwinia carotovora</i>	Evitar la humanidad. Evitar el exceso de N.	
Podredumbre seca	<i>Fusarium</i>	Carbendazin	0.6 cc/L
Podredumbre gris	<i>Podredumbre gris</i>	Mancozeb 0.25% PC	0.25% PC
Mosaico leve	<i>(VXP) virus del mosaico rugoso o simplemente</i>	Utilizar semilla certificada. Eliminar plantas enfermas	

Fuente: (Herrera & Nelson, 2009)

### 8.11. Variedades de la papa cultivadas en el Ecuador

En medio de las variedades cultivadas en el Ecuador, originarias figuran: Chola, Bolona y Chaucha.

#### 8.11.1. Descripción de la papa chaucha

- a) Características morfológicas: Son plantas de desarrollo rápido, cubre bien el terreno, planta vigorosa; las hojas son pequeñas de color verde, tipo abiertas, con ocho folíolos primarios ovales y un terminal; las flores se presentan en cantidad moderada, la inflorescencia es cimosa; cáliz compuesto de cinco sépalos de color blanco y cinco pétalos rotados, color rojo morado medio. Los tubérculos son de forma ovalada, tamaño de medianos a grandes, piel roja y lisa, sin color secundario, ojos medianos, pulpa amarilla intensa, brotes vigorosos (Paca & Malca, 2009).

#### 8.11.2. Características de calidad

**Tabla 5.** Características de calidad de la papa chaucha.

Características	Promedio
Materia seca %	20.1
Almidón %	14.62
Proteína %	10.53
Tiempo de cocción (minutos)	15

Fuente: (Paca & Malca, 2009)

### 8.11.3. Características agro-técnicas de la papa chaucha

**Tabla 6.** Características agro-técnicas en la papa chaucha.

<b>Zonas sugeridas</b>	<b>Carchi, Pichincha y Chimborazo</b>
Días a la floración	90
Día a la cosecha	120 temprana
Habito de crecimiento	Semirrecto
N° de tubérculo por planta	18
N° de tallo por planta	4
Rendimiento en campos de productores	4 a 10 t/ha

Fuente: (Paca & Malca, 2009)

### 8.12. Ácidos húmicos

El ácido húmico es una sustancia húmica permanente y no puede ser degradado tan rápido por el microorganismo en el suelo. Es un aditivo natural para los fertilizantes el cual ayuda a mejorar la estructura del suelo y aumentar la fertilidad (INTAGRI, 2005).

#### 8.12.1. Funciones y beneficios

Mejorar la composición del suelo; incrementar el poder amortiguador del suelo. En suelos ligeros y arenosos, el ácido húmico aumenta la capacidad de intercambio catiónico para retener nutrientes y agua, lo que es importante para magnificar la capacidad de la raíz para tomar nutrientes (INTAGRI, 2005).

#### 8.12.2. Efecto de los ácidos húmicos en el suelo

La aplicación de ácidos húmicos al suelo favorece, la formación de agregados y de la estructura; disminuye la densidad aparente, la capacidad de almacenamiento de humedad aprovechable y da la facilidad de conducción, aumenta y se incrementa la capacidad de intercambio catiónico, disminuye el pH en los suelos alcalinos y se eleva la fertilidad natural al facilitar la absorción de los nutrientes y disminuir pérdidas por lixiviación o liberados en forma asimilable (Martínez & Cruz, 2001).

La existencia de ácidos húmicos en el suelo, en porciones altas, previene la formación de costras gigantes, o las deshace en el área del suelo, y da el equilibrio a los agregados que están compuestos en la capa preeminente del suelo. Además, los ácidos húmicos disminuyen la compactación del suelo y facilitan la labranza (Martínez & Cruz, 2001).

#### 8.12.3. Efecto de los ácidos húmicos en las plantas

(Gonzalez & LCG, 2017) señala que los ácidos húmicos producen un incremento en el contenido de clorofila, lo cual acelera la fotosíntesis total y se genera mayor producción de

materia seca, también señala que influyen en la estructura anatómica de la planta y en particular, acelerando la diferenciación del punto de crecimiento.

(Janampa, 2014) señala que la aplicación de Bio activadores húmicos (Humitron) al suelo incremento en un 4,4 % la producción de papa de primera categoría incrementando la uniformidad en cuanto a la calidad de los tubérculos considerados como papa comercial gigantes, primeras y segundas.

## 9. HIPÓTESIS

**Ho.** La aplicación de ácidos húmicos al cultivo de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L.) no tendrá efecto en el desarrollo y producción del cultivo.

**Ha.** La aplicación de ácidos húmicos al cultivo de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L.) tendrá efecto en el desarrollo y producción del cultivo.

## 10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 10.1. Ubicación y duración del ensayo

El presente ensayo se llevó a cabo en la finca “Dos hermanos” perteneciente al señor Manuel Reyes, durante los meses de octubre del 2021 a marzo del 2022 en el recinto “El Deseo” perteneciente al cantón Pangua provincia de Cotopaxi, situada en la zona límite entre el cantón “La Mana”.

### 10.2. Condiciones agro meteorológicas

**Tabla 7.** Condiciones agro meteorológicas en el recinto “El Deseo”.

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios</b>
Altitud m.s.n.m	410
Temperatura media anual °C	24
Humedad relativa%	88,00
Heliofanía, horas/luz/año	570.3
Precipitación, mm/año	2761,0
Topografía	Regular
Textura	Franco arcilloso

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

### 10.3. Tipo de investigación

#### 10.3.1. Experimental

La presente investigación es de tipo experimental porque se basa en la reacción de un ensayo experimental, mediante la identificación de las variables que permitan conocer el efecto de la

aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa mediante fertilización edáfica y foliar, valorándolo en el desarrollo fenológico del cultivo en las unidades experimentales bajo estudio, obteniendo datos aleatorios.

### **10.3.2. Documental**

La presente investigación es de tipo documental debido a la fundamentación teórica, además de se realiza una discusión de los resultados obtenidos con diversos autores citados en el presente estudio, se basa en la revisión bibliográfica de trabajos científicos tales como: tesis; artículos científicos, folletos u otros escritos que se encuentren relacionados con la problemática de esta investigación, así como también en el tema del trabajo.

### **10.3.3. Analítica**

El presente ensayo es de forma analítica debido al enfoque que se hace al análisis de datos tomados mediante la observación de las diversas variables de crecimiento y desarrollo en el cultivo de la papa, como contestación a la aplicación de las dosis de las sustancias húmicas más el uso de la fertilización común.

### **10.3.4. De campo**

La presente investigación es de campo debido a que se extrajeron los datos de forma directa de la realidad, por medio del establecimiento de un ensayo de campo donde, a través de técnicas de observación se registró el efecto que ocasionan las sustancias húmicas en diferentes dosis, en el desarrollo fenológico y de producción del cultivo de la papa.

## **10.4. Materiales**

### **10.4.1. Análisis de suelo**

Se realizó en el laboratorio (E.E. Tropical Pichilingue, 2021) con el fin de poder ejecutar un plan de fertilización que vaya acorde a los requerimientos nutricionales del cultivo, donde se muestra un pH de suelo de 5,6, suelo franco con una conductividad electromagnética de 1,0082.

**Tabla 8.** Análisis de suelo del área del cultivo.

<b>Análisis/ Unidades</b>	<b>Método de Extracción</b>	<b>*Niveles Óptimos del cultivo de papa</b>	<b>Resultado</b>
Materia Orgánica %			3,6
Textura			Franco
Conductividad (CE) ms/cm	Vol. 1:2	-	1,0082
pH (en KCl)	Vol. 1:2	-	5,6
Nitrógeno (N)	NH <sub>4</sub>	175	7
Fósforo (P)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	5
Potasio (K)	K <sub>2</sub> O	310	0,17
Magnesio (Mg)	MgO	40	1,7
Azufre (S)	SO <sub>4</sub>	20	10

Fuente: (E.E. Tropical Pichilingue, 2021)

#### 10.4.2. Características de los Bioestimulantes utilizados.

##### a. Bioestimulantes foliar

**Tabla 9.** Características del ácido húmico foliar.

<b>Contenido</b>	<b>Características</b>
Ácidos húmicos	21.0 % (peso/volumen)
Ácidos fulvicos	3.70 % (peso/volumen)
Potasio (K <sub>2</sub> O)	4.60 % (peso/volumen)

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

##### b. Bioestimulantes edáfico

**Tabla 10.** Características del ácido húmico edáfico.

<b>Contenido</b>	<b>Características</b>
Nitrógeno (N)	6.00%
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.00%
Calcio (Ca)	2.00%
Magnesio (Mg)	0.40%
Hierro (Fe)	1.00%
Azufre (S)	1.50%
Ácidos húmicos	40.00%
Ácidos fulvicos	5.00%
Estrato de algas marinas	5.00%
Total de materia orgánica	80.00%

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

#### 10.4.3. Otros materiales o equipos utilizados en la investigación

**Tabla 11.** Otros materiales o equipos utilizados en la investigación.

<b>Materiales</b>	<b>Unid.</b>	<b>Equipos</b>	<b>Unid.</b>
Ácidos húmicos	2	Gramera	1
Fertilizantes	1	Bomba de mochila	1
Machete	1	Computadora	1
Azadón	1	Impresora	1
Flexómetro	1		

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

## 10.5. Tratamientos

Se establecieron los siguientes tratamientos de acuerdo a las necesidades del cultivo en base al análisis de suelo.

**Tabla 12.** Descripción de los tratamientos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T0	Testigo	NPK 100%
T1	NPK+AHE1	NPK100%+ ácido húmico edáfico 100%
T2	NPK+AHE2	NPK100%+ ácido húmico edáfico 75%
T3	NPK+AHF1	NPK100%+ ácido húmico foliar 100%
T4	NPK+AHF2	NPK100%+ ácido húmico foliar 75%

**Elaborado por:** Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

## 10.6. Diseño experimental

En el presente estudio se estableció un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con un total de 5 tratamientos y 4 repeticiones (ver anexo 8).

## 10.7. Análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza, con su respectivo grado de libertad, se detalla a continuación:

**Tabla 13.** Esquema de análisis de varianza.

<b>Fuente de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Repetición	(r-1)	3
Tratamiento	(t-1)	4
Error	(r-1) (t-1)	12
<b>Total</b>	<b>(tr-1)</b>	<b>19</b>

**Elaborado por:** Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

## 10.8. Análisis estadístico

Para resolver el análisis estadístico se decidió emplear el software estadístico INFOSTAT, aplicando la prueba de rangos múltiples Tukey al 5% de probabilidad estadística.

## 10.9. Manejo del ensayo

### 10.9.1. Limpieza del terreno

Se procedió a limpiar las malezas del terreno lo cual se realizó de forma manual con un machete, se retiraron troncos y restos de otras plantas que se encontraban presente en el lugar del ensayo.

### **10.9.2. Análisis de suelo**

En la finca “Dos Hermanos” se tomó el respectivo muestreo para realizar el análisis de suelo, se recogió 5 sub muestras al azar en el área de estudio a una profundidad de 20 cm, posteriormente se depositaron en un recipiente plástico se mesclo y procedió a pesar 1 kg de suelo como muestra para enviar al laboratorio de INIAP Pichilingue, el cual se encuentra ubicado en la provincia de Quevedo en la vía El Empalme, una vez obtenido los resultados se realizó una interpretación de datos cuantitativa. (Ver Anexo 2)

### **10.9.3. Preparación de las parcelas**

Después de la limpieza del terreno se procedió a medir las parcelas, para esta parte se utilizó un flexómetro para tomar las medidas correspondientes y se utilizó una cuerda para tomar referencia de los puntos de distancia entre las esquinas de las parcelas. Las parcelas estarán distribuidas a una distancia de 3 x 3 con una separación de 0.60 m de distancia entre callejones, posterior a la medición de las parcelas se procedió a arar el suelo de cada uno de estas con la ayuda de un azadón dejando el terreno suelto “mullido”, por consiguiente, se realizó la preparación de las hileras para la respectiva siembra.

### **10.9.4. Siembra de los tubérculos semilla**

Se adquirió un quintal de papa de la cual se seleccionaron los mejores tubérculos para utilizarlos como semilla, ubicándolos en las hileras, a una distancia de 0,35 m entre tubérculos y 0,8 m entre hileras.

### **10.9.5. Fertilización**

En el presente ensayo se planteó un plan de fertilización mediante la utilización de fertilizantes convencionales de composición NPK más un ácido húmico (Ver anexo 7), para poder determinar las dosis de NPK, el plan de fertilización se basó en las necesidades del suelo, para ello se partió cuantificando los kg/ha de cada uno de los elementos requeridos por la planta, para posterior una vez conocido el aporte de suelo establecer la dosis de fertilizantes a utilizar.

**Tabla 14.** Dosis de fertilizantes convencionales utilizados en la evaluación de la respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a la aplicación de ácidos húmicos.

<b>Fuente</b>	<b>Kg/ha</b>	<b>Aplicación (g/planta)</b>	<b>Aplicación 1 (g/planta)</b>	<b>Aplicación 2 (g/planta)</b>	<b>Aplicación 3 (g/planta)</b>
Urea	241,61	6,77	2,26	2,26	2,26
Muriato de Potasio	198,31	5,55	1,85	1,85	1,85
Súper fosfato triple	533,53	14,94	4,98	4,98	4,98
<b>Total</b>	<b>973,46</b>	<b>27,26</b>	<b>9,09</b>	<b>9,09</b>	<b>9,09</b>

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

Tal como se muestra en la tabla anterior se emplean 3 fuentes de nutrientes para cubrir la necesidad de NPK, 973,46 kg/ha se utilizaron para cubrir la necesidad del cultivo y 27,26 g/planta cubrirían la necesidad de acuerdo a la interpretación realizada.

En lo cual respecta al complemento de la fertilización con ácido húmico se tomó alusión las sugerencias del fabricante, dosificándose con base al componente dosis predeterminado en la etiqueta del producto, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 15.** Dosis de Ácidos húmicos empleada en la evaluación de la respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a la aplicación de ácidos húmicos.

<b>Fuente</b>	<b>Dosis planta</b>	<b>Dosis ensayo</b>
Ácido húmico edáfico 100%	0,7 g/planta	252 g/ensayo
Ácido húmico edáfico 75%	0,525 g/planta	189g/ensayo
Ácido húmico foliar 100%	0,084 cc/planta	30,24cc/ensayo
Ácido húmico foliar 75%	0,063 cc/planta	22,68cc/ensayo

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

Por lo consiguiente se emplearon 4 dosis de ácidos húmicos en el ensayo, los cuales se aplicaron a partir de los 20 días de haberse realizado la siembra, aplicándolos a la par del plan de fertilización a cada uno de los tratamientos en estudio de la siguiente manera:

**Tabla 16.** Plan de fertilización en la evaluación de la respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a la aplicación de ácidos húmicos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis NPK</b>	<b>Dosis ácido húmico</b>
T0	TESTIGO	9,09 g/planta	0 g/planta
T1	NPK100%+ A.H.E 100%	9,09 g/planta	0,7 g/planta
T2	NPK100%+ A.H.E 75%	9,09 g/planta	0,525 g/planta
T3	NPK100%+ A.H.F 100%	9,09 g/planta	0,084 cc/planta
T4	NPK100%+ A.H.F 75%	9,09 g/planta	0,063 cc/planta

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

### 10.9.6. Riego

No se efectuó riego, debido las condiciones climáticas que presentaba el lugar de la investigación, la cual coincidió con la época de lluvia.

### **10.9.7. Retape**

Esta labor se lo realizo a los 12 días de haber realizado a siembra, al ver la presencia de todos los brotes de los tubérculos, esta labor que permitió incorporar la fertilización además de controlar malezas.

### **10.9.8. Control de malezas**

Esta actividad se la realizo de forma manual con la ayuda de un azadón y de machete, una vez que las malezas tenían una altura mínima de 5cm o 5 hojas verdaderas.

### **10.9.9. Medio aporque**

Se realiza el primer colmo de tierra alrededor de las plantas y a lo largo de la línea de siembra se lo realizo a los 30 días después del retape. Esto se realizó para brindar soporte a las plantas aflojar el suelo y controlar malezas alrededor de las plantas.

### **10.9.10. Aporque**

El aporque se llevó a cabo a los 80 días después de la siembra, esta labor lleva las mismas funciones que el medio aporque, además ayuda a brindar un ambiente propicio para la tuberización, con esta labor se da la forma definitiva a los surcos.

### **10.9.11. Cosecha**

La cosecha se la realizo a los 120 días después de la siembra siendo esta una edad temprana para su respectiva cosecha. En la cual obtuvimos mediante los datos adquiridos un promedio de 39 tubérculos por unidad experimental.

## **10.10. Variables de estudio**

### **10.10.1. Altura de planta (cm)**

Se realizó la toma de los datos a los 40 y 90 días después de la siembra, seleccionando 3 objetos de prueba al azar, la medición de la altura de planta se llevó a cabo con la ayuda de una cinta métrica, donde se procedió a tomar los datos desde la base del tallo hasta el ápice de la planta.

### **10.10.2. Número de tallos por planta**

El conteo de números de tallos por planta se llevó a cabo a los 40 días después de la siembra, debido a que en este lapso de tiempo los tallos dejaron de desarrollarse.

### **10.10.3. Diámetro del tallo (mm)**

La medición del diámetro de los tallos se llevó a cabo a los 40 y 90 días después de la siembra, para esta labor se utilizó un pie de rey para la toma de datos, se tomó las respectivas mediciones 4 hojas más abajo del ápice de la planta.

### **10.10.4. Número de tubérculos por planta**

Se procedió a realizar el conteo del número de tubérculos por planta después de la cosecha a los 120 días, esta se realizó de forma manual contando cada uno de los tubérculos que procedía de las plantas.

### **10.10.5. Peso del tubérculo (g)**

Se realizó la toma del peso de los tubérculos por planta con la ayuda de una Gramera con la cual obtuvimos un promedio de 389 g por planta experimental.

### **10.10.6. Diámetro del tubérculo (mm)**

Después de la medición del peso de los tubérculos por planta se procedió a medir uno de los tubérculos por cada una de las unidades experimentales, se realizó la medición del diámetro con la ayuda de un pie de rey.

### **10.10.7. Análisis costo beneficio**

Se concluyó la productividad del cultivo tomando en cuenta el rendimiento por hectárea se buscará el costo bruto de la producción el cual es comparable con el respectivo precio de producción de cada tratamiento, para lo que se estimaron los próximos rubros:

#### **a. Ingreso bruto por tratamiento**

Este rubro se obtuvo de multiplicar la producción obtenida por valor comercial de venta de la misma, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$IB=Y* PV$$

Donde:

**IB**= ingreso bruto

**Y**= producto

**PY**= precio del producto

**b. Costos totales por tratamiento (CT)**

Para el cálculo de los precios totales se estima todos los valores invertidos para desarrollar las diversas ocupaciones e insumos empleados en el presente estudio, los mismo que fueron ubicados y sumados por todos los tratamientos.

**c. Beneficio neto (BN)**

Se estableció mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de cada tratamiento, con ayuda de la fórmula:

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

Donde:

**BN**= beneficio neto

**IB**= ingreso bruto

**CT**= costo total

**d. Relación costo beneficio (C/B)**

Se estableció la rentabilidad de los tratamientos mediante la división de los beneficios neto para el costo de producción de tratamiento, empleando la fórmula:

$$\mathbf{C/B = BN/CT}$$

Donde:

**BN**= beneficio neto

**CT**= costos totales por tratamientos

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **11.1. Altura de planta**

En la exploración de varianza efectuado para la primera medición a los 40 días luego de la siembra, no se localizó diferencia significativa entre tratamientos. En esta primera valoración, la máxima altura de planta se presentó en el T1 (NPK100%+ A.H.E 100%) y la mínima altura

se presenta en el T4 (NPK100%+ A.H.F 75%) con una diferencia entre ambos tratamientos de 6,87 cm. Para la segunda medición de igual manera no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el T1 (NPK100%+ A.H.E 100%) el que obtuvo mejor resultado, mientras que el T3 (NPK100%+ A.H.F 75%) resulto con la altura mínima, obteniendo una diferencia entre los tratamientos anteriores de 15,39 cm.

El valor con mayor crecimiento entre las plantas se obtuvo en la aplicación del T1 (NPK100%+ A.H.E 100%), lo que significa una alta repetitividad de la variable altura de planta al aplicar la mencionada fórmula, sin embargo, una mayor altura puede no ser un indicador de mayor rendimiento.

Con los anteriores resultados podemos afirmar que la aplicación de los ácidos húmicos en combinación con fertilizantes convencionales aplicados a la demanda del cultivo, influyen de manera directa en la altura de la planta, lo cual coincide con (Cruz Martínez, 2001) quien en su trabajo con papas observo que al incrementarse las dosis del Bio-activador húmico sin porcentajes de fertilización, la altura de planta se mantiene casi constante, en cambio, los tratamientos que contienen fertilización combinada la altura de plantas se incrementa; por otra parte (Gonzales, 2015), en un cultivo diferente (brócoli) observo que el crecimiento de las plantas no tuvieron diferencia significativa en la aplicación de ácidos húmicos, es decir crecieron de forma similar todos sus tratamientos, debido a que las sustancias húmicas proporcionaron un medio más idóneo para el crecimiento de las plantas, es decir los ácidos húmicos se acumularon en una mayor proporción en las raíces, lo cual proporciona nutrientes, mayor retención del agua y buena aireación. En la tabla número 17, se muestran los valores promedios de la altura de plantas obtenidos a los 40 y 90 días después de la siembra

**Tabla 17.** Altura de planta (cm).

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de plantas (cm)</b>			
	<b>40 días</b>		<b>90 días</b>	
T0=TESTIGO	33,77	a	75,93	a
T1=NPK100% + A.H.E 100%	34,09	a	76,61	a
T2=NPK100% + A.H.E 75%	29,67	a	66,72	a
T3=NPK100% + A.H.F 100%	28,15	a	66,39	a
T4=NPK100% + A.H.F 75%	27,22	a	61,22	a
<b>CV%</b>	<b>20,74</b>		<b>20,76</b>	

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

Tomando en cuenta lo anterior, se puede deducir que los ácidos húmicos con la cooperación de fertilizantes ayudan al desarrollo de los indicadores de crecimiento de la planta, se podría

modificar las dosis para obtener un mejor resultado que los que se obtuvieron en el presente ensayo.

### 11.2. Número de tallos

En la presente variable, al realizar la medición a los 40 días después de la siembra, se registró un comportamiento semejante entre tratamientos, lo que nos indica que actuaron de manera idéntica.

Se puede observar que en las mediciones realizadas los valores más altos los encontramos en el T1 (NPK100%+ A.H.E 100%), obteniendo valores de 5,83 tallos, el tratamiento con los resultados más bajos fue el testigo con valores de 4,58 tallos. Estos resultados confirman lo señalado por (Gonzalez & LCG, 2017), el cual menciona que los ácidos húmicos producen un incremento en el contenido de clorofila, lo cual acelera la fotosíntesis total y se genera mayor producción de materia seca, también señala que influyen en la estructura anatómica de la planta y en particular, acelerando la diferenciación del punto de crecimiento, lo cual se transforma en una mayor área foliar.

**Tabla 18.** Número de tallos.

Tratamientos	Número de tallos	
	40 días	
T0=TESTIGO	4,58	a
T1=NPK100% + A.H.E 100%	5,83	a
T2=NPK100% + A.H.E 75%	4,58	a
T3=NPK100% + A.H.F 100%	4,67	a
T4=NPK100% + A.H.F 75%	5,42	a
<b>CV%</b>	<b>35,88</b>	

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

### 11.3. Diámetro del tallo

En la tabla 19, se muestran los valores promedio de la primera y segunda medición hecha a los 40 y 90 días después de la siembra, en las cuales no se encuentra diferencia estadística significativa entre tratamientos.

El Testigo se manifestó como el mejor tratamiento con diámetros de tallo de 1,96 mm a los 40 días y 4,18 mm a los 90 días, mientras que el tratamiento con menor diámetro fue T1 (NPK100%+ A.H.E 100%) con un valor 1,48 mm a los 40 días y 3,27 mm a los 90 días, obteniéndose diferencias de 0,48 mm entre ambos tratamientos la primera vez y 0,90 mm la segunda vez.

De acuerdo con (Sánchez & Torres, 2016) el diámetro de tallo es uno de los indicadores del crecimiento vegetal, lo que significa que las plantas lograran un mayor vigor vegetal con la utilización de Bio-estimulantes (ácidos húmicos), lo que discrepa con el presente estudio debido a que el mayor efecto en el diámetro de tallos se ve presenta en la aplicación de una fertilización convencional.

**Tabla 19.** Diámetro de tallos (mm).

Tratamientos	Diámetro de tallos (mm)			
	40 días		90 días	
T0=TESTIGO	1,96	a	4,18	a
T1=NPK100% + A.H.E 100%	1,48	a	3,27	a
T2=NPK100% + A.H.E 75%	1,63	a	3,54	a
T3=NPK100% + A.H.F 100%	1,92	a	4,16	a
T4=NPK100% + A.H.F 75%	1,58	a	3,32	a
<b>CV%</b>	<b>32,03</b>		<b>29,59</b>	

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

#### 11.4. Número de tubérculos por planta

En la presente variable al realizar el conteo de tubérculos por planta se estableció que no hay una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, el mejor resultado fue de T1 (NPK100%+ A.H.E 100%) con 46 tubérculos por planta, mientras que el T3 (NPK100%+ A.H.F 100%) alcanzo 32 tubérculos por planta siendo el de menor valor.

Lo cual está de acuerdo con (Chumacero & Guerrero, 2018) quien manifiesta que la aplicación de ácidos de húmico estimula el incremento de la producción, puesto que al efectuar la aplicación de ácidos húmicos observo un incremento en el número de granos por mazorca de maíz logrando obtener un mayor rendimiento con respecto al testigo que se realizó sin la aplicación del Bio-estimulante, además que donde se llevó a cabo la aplicación de los ácidos húmicos superaron las 10 toneladas métricas/ha. Pese a que son cultivos diferentes, se respalda la teoría que manifiesta que los Bio-estimulantes estimulan a la producción de mayores números de frutos, granos o tubérculos, en este caso en particular.

**Tabla 20.** Número de tubérculos por planta.

Tratamientos	Número de tubérculos por planta	
	T0=TESTIGO	36,67
T1=NPK100% + A.H.E 100%	46,67	A
T2=NPK100% + A.H.E 75%	40,00	A
T3=NPK100% + A.H.F 100%	32,67	B
T4=NPK100% + A.H.F 75%	40,92	A
<b>CV %</b>	<b>28,06</b>	

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

### 11.5. Peso del tubérculo (g)

Con el análisis estadístico se pudo establecer que no existe diferencia significativa, en la tabla 21, se puede observar que el tratamiento con mejores resultados fue T1 (NPK100%+ A.H.E 100%) el cual obtuvo un promedio de 554,75 g de peso por tubérculo, mientras que el tratamiento con menor resultado fue T3 (NPK100%+ A.H.F 100%) en cual se obtuvo un promedio de 418,08 g de peso por tubérculo, dándonos una diferencia entre estos tratamientos de 136,67 g de peso.

Lo cual afianza lo establecido por (Chumacero & Guerrero, 2018) quien manifestó que bajo la influencia de la aplicación de los ácidos húmicos los resultados de peso de mazorcas fueron estadísticamente superior con respecto al testigo quien empleaba una fertilización convencional, lo cual evidencia la influencia del ácido húmico en peso de frutos, o tubérculos para este caso en particular.

**Tabla 21.** Peso de tubérculos por planta (g).

	<b>Peso de tubérculos por planta (g)</b>	
<b>Tratamientos</b>		
T0=TESTIGO	470,83	A
T1=NPK100% + A.H.E 100%	554,75	A
T2=NPK100% + A.H.E 75%	480,67	A
T3=NPK100% + A.H.F 100%	418,08	B
T4=NPK100% + A.H.F 75%	508,33	A
<b>CV %</b>	<b>23,32</b>	

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

### 11.6. Diámetro de tubérculos (mm)

En la presente variable se puede notar que tras el análisis estadístico no se encuentra una diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento T3 (NPK100%+ A.H.F 100%) el cual obtuvo una media de 26,17 mm de diámetro por tubérculo, el tratamiento con menores resultados fue el TESTIGO el cual obtuvo 22,58 mm de diámetro por tubérculo, mostrando una diferencia entre los tratamientos mencionados de 3,59 mm.

Según (Pérez & Herrada, 2021) la aplicación de Bio-estimulantes influye en varias respuestas fisiológicas de los cultivos, lo que ocasiona un incremento de la biomasa fresca y seca de las plántulas, de la misma manera influye en el incremento de frutos, por planta, longitud, diámetro y peso, lo que tiene clara similitud con el presenté estudio, ya que vemos un aumento en el diámetro del tubérculo cuyo tratamiento se empleó ácido húmico.

**Tabla 22.** Diámetro de tubérculos (mm).

	<b>Diámetro de tubérculos (mm)</b>	
<b>Tratamientos</b>		
T0=TESTIGO	22,58	a
T1=NPK100% + A.H.E 100%	24,92	a
T2=NPK100% + A.H.E 75%	24,92	a
T3=NPK100% + A.H.F 100%	26,17	a
T4=NPK100% + A.H.F 75%	23,33	a
<b>CV %</b>	<b>13,64</b>	

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

### 11.7. Rendimiento

En cuanto al rendimiento, el análisis estadístico establece que no existe diferencia significativa entre tratamientos, siendo T1 (NPK100%+ A.H.E 100%) el mayor rendimiento con una producción de 11,10 t/ha, el de menor rendimiento fue el T3 (NPK100%+ A.H.F 100%) con un rendimiento de 8,36 t/ha. Los resultados descritos se encuentran por encima del promedio descrito por (Paca & Malca, 2009), quien menciona que el rendimiento de papa chaucha se encuentra entre las 4 a 10 t/ha, por otra parte la presente investigación concuerdan con (García, 1992) quien menciona que la aplicación de sustancias húmicas incrementa el rendimiento de tubérculos, en combinación con la fertilización convencional.

**Tabla 23.** Rendimiento del cultivo de papa (kg/ha) y (t/ha).

	<b>Rendimiento</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>kg/ha</b>	<b>t/ha</b>	
T0=TESTIGO	9416,60	9,42	a
T1=NPK100% + A.H.E 100%	11095,00	11,10	a
T2=NPK100% + A.H.E 75%	9613,40	9,61	a
T3=NPK100% + A.H.F 100%	8361,60	8,36	b
T4=NPK100% + A.H.F 75%	10166,60	10,17	a
<b>CV %</b>	<b>23,32</b>		

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

Se pudo evidenciar además que esta variable está directamente relacionada con el número de tallos, ya que coinciden los tratamientos de mayor número de tallos.

### 11.8. Análisis costo - beneficio de los tratamientos

En el análisis costo beneficio de los tratamientos, para el cálculo de los costos de producción se tomó en cuenta los costos de insumos y tareas, basándonos a partir de la perspectiva comercial (ver anexo 9), así como también el precio oficial de \$ 17 por quintal de acuerdo con lo establecido por el mercado mayorista de la ciudad de Ambato (Mercado Mayorista de Ambato, 2022).

Referente a la interacción beneficio/costo, con base a los rendimientos logrados y al costo comercial por libra de papa conforme con la categorización comercial según su pluralidad. En la tabla 24 se aprecia el precio de los tratamientos aplicados en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y la utilidad obtenida de cada uno de los mismos, en donde se obtuvo como consecuencia que el tratamiento en donde hubo mayor beneficio fue en el T1 (NPK100%+ A.H.E 100 %) con una relación B/C de 0,58, mientras que en donde se obtuvo una menor utilidad fue en el T3 (NPK100%+ A.H.F 75%) con una relación B/C de 0,21.

**Tabla 24.** Análisis económico de los tratamientos.

<b>Tratamientos</b>	<b>qq/ha</b>	<b>Precio qq \$</b>	<b>IB \$</b>	<b>CT/ha\$</b>	<b>BN \$</b>	<b>R (B/C)</b>
T0=TESTIGO	94	17	1598	1178	420	0,36
T1=NPK100% + A.H.E 100%	111	17	1887	1195	692	0,58
T2=NPK100% + A.H.E 75%	96	17	1632	1191	441	0,37
T3=NPK100% + A.H.F 100%	84	17	1428	1179	249	0,21
T4=NPK100% + A.H.F 75%	102	17	1734	1178	556	0,47

**Elaborado por:** Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

## **12. IMPACTOS: TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS**

### **12.1. Impacto técnico**

La aplicación de los ácidos húmicos en el cultivo de papa en combinación con la fertilización química es una opción para la nutrición de las plantas, esto basándose en los requerimientos del cultivo para el aprovechamiento máximo de los nutrientes que el suelo le pueda brindar a las plantas en su desarrollo fenológico y producción.

### **12.2. Impacto social**

Mediante la aplicación de los ácidos húmicos se mejora la calidad de los tubérculos dando a la sociedad una producción con baja incidencia de productos químicos sintéticos, además de minimizar los impactos negativos, introduciendo a la canasta básica familiar un producto con menos contaminación química.

### **12.3. Impacto ambiental**

Al aplicar ácidos húmicos en los cultivos se puede reducir el uso de fertilizantes convencionales para así evitar la erosión de los suelos, al reducir esta forma convencional de tratar al cultivo estaríamos reduciendo la afectación de los diversos ecosistemas.

### **12.4. Impacto económico**

Gracias a la aplicación de los ácidos húmicos reduciríamos la utilización de fertilizantes, de esta manera podremos reducir los costos de producción.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

En la tabla 25 se detalla el presupuesto de la investigación ejecutada.

**Tabla 25.** Presupuesto para la propuesta del proyecto.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
			USD	USD
Arriendo del terreno	mes	4	20,00	80,00
Jornales	día	8	15,00	120,00
<b>Equipos:</b> computadora e internet	horas	120	0,50	60,00
<b>Transporte:</b> autobús y moto		16	1,15	18,40
<b>Insumos</b>				
Acido húmico foliar	litro	1	15,00	15,00
Acido húmico edáfico	qq	1	24,80	24,80
Fertilizante formula completa	kg	14	1,00	14,00
Machete	unidad	1	7,00	7,00
Bomba de mano	unidad	1	5,00	5,00
Gramera	unidad	1	15,00	15,00
Pie de rey	unidad	1	1,50	1,50
Análisis de suelo	unidad	1	40,00	40,00
Azadón	unidad	1	10,00	10,00
Cinta métrica	unidad	1	0,50	0,50
Flexómetro	unidad	1	2,00	2,00
<b>Material bibliográfico</b>				
Lapiceros	unidad	2	0,30	0,60
Cuaderno de campo	unidad	1	1,00	1,00
<b>Gastos varios</b>				
Alimentación e imprevistos	unidad	10	2,00	20,00
<b>Subtotal</b>				434,80
<b>10%</b>				43,48
<b>Total</b>				<b>478,28</b>

Elaborado por: Herrera Kevin y Lozano Galo (2022)

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1. Conclusiones

- Como resultado del presente ensayo se obtuvo que mediante la aplicación de bioestimulantes como el ácido húmico más la fertilización química favorece al desarrollo de las plantas, ya que mejora los indicadores de crecimiento vegetal tales como; altura de planta, diámetro del pseudotallo, la emisión foliar y fructificación de una manera más eficaz, debido a que las plantas aprovechan de mejor forma las sustancias húmicas, debido a que estas permiten una mejor absorción de nutrientes e trueque catiónico en el suelo.
- Se pudo concluir que el tratamiento con la mejor productividad fue el T1 (NPK 100% + A.H.E 100%) con un rendimiento de 11,10 t/ha, lo que demuestra que la aplicación de ácidos húmicos más fertilización química aumenta la producción en el cultivo de papa chaucha.
- En la relación Beneficio/Costo donde se obtuvo mayor rentabilidad se dio en el tratamiento T1 (NPK100%+ A.H.E 100 %) con 0,58, con base al precio de sustentación de \$ 17 el quintal establecido por el Ministerio de Agricultura a inicios del 2021.
- Con base en los resultados obtenidos corroboramos la hipótesis alternativa que “La aplicación de ácidos húmicos al cultivo de papa chaucha (*Solanum tuberosum*) tendrá efecto positivo en el desarrollo y producción del cultivo”.

#### **14.2. Recomendaciones**

- Repetir el ensayo en épocas de baja precipitación para ratificar que los resultados obtenidos mediante la aplicación de ácidos húmicos más fertilización química en dosis (NPK 100% + A.H.E 100%) a principio de época de lluvia sean similares o en su defecto comparar ambos promedios de producción.
- En función de los resultados obtenidos se recomienda aplicar la mejor dosis (NPK 100 % + A.H.E 100%) en el cultivo de papa chaucha.

## 15. Bibliografía o Literatura citada

- Andrade, h. M. (1995). Balance nutricional y bioactivador humico en el suelo calcáreo cultivado con papa en arteaga, coah. Uaaan.
- Borba, n. (2008). La papa un alimento básico. Rap-al uruguay, 3.
- Carrera, j. (2018). La papa . Allpa, 2.
- Chumacero, z., & guerrero, e. (2018). Efecto del ácido húmico en la fertilización nitrogenada amoniacal sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (zea MAYS 1.). Universidad Nacional de Piura, 80.
- Condori, b. (2016). Modelación de la papa en latinoamérica. Euroclima, 9-13.
- Cortez, m. R., & hurtado, g. (2002). Guía técnica/ cultivo de la papa . Centa , 14.
- Cruz martínez, j. (2001). Ácidos húmicos y fúlvicos en papa (Solanum tuberosum L.) en la sierra de arteaga, coahuila. Universidad Autonoma Agraria “Antonio Narro”, 62.
- Ernesto, s. I., & waldo, o. B. (2013). Nutrición del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) considerando variabilidad climática en el "Valle del fuerte", Sinaloa, México. Scielo, 4.
- Estevez, v. (2006). Efectos de la aplicación de tres ácidos húmicos comerciales con diferentes dosis en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var.itálica). Universidad técnica de Ambato, 70.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2008). Año internacional de la papa. Fao, 5.
- Fausto adrián, v. V. (2017). Evaluación de tres tipos de sustratos en la producción de semilla básica de papa variedad súper chola (Solanum tuberosum L), bajo condiciones de invernadero.”. Universidad Técnica de Babahoyo , 13-14.
- Filgueira, j. (1982). Producción y consumo de papa . Mag, 32-34.

- García, a. J. (1992). Evaluación de ácidos húmicos (humiplex plus) a diferentes dosis en el desarrollo del cultivo de la papa, en la región de galeana, n.l. MACGRAW - hill. 4° edición. México, d.f. .
- Gonzales, j. (2015). Dosis de ácidos húmico granulado de leonardita y ácidos húmicos y fulimicos con macro y micro elementos en el cultivo de brocoli (*Brassica o/eracea*). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, 53.
- Gonzalez, m., & lcg, g. (2017). Efecto de ácidos húmicos sobre el crecimiento y la composición bioquímica de *Arthrospira platensis* (cianobacteria). Scielo, 2-3.
- Herrera, y., & nelson, s. (mayo DE 2009). Evaluación del volumen de almacenamiento en silo verdeador en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L), con tres tratamientos de desinfección para la obtención de semilla, sector Salache, provincia Cotopaxi. Obtenido de repositorio digital universidad técnica de Cotopaxi: [HTTP://REPOSITORIO.UTC.EDU.EC/HANDLE/27000/952](http://REPOSITORIO.UTC.EDU.EC/HANDLE/27000/952)
- El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (mayo DE 2020). Encuesta DE superficie Y producción agropecuaria continua (spac 2019). Quito, pichincha, ecuador: inec.
- El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (mayo DE 2020). Boletín técnico n° - 01 - 2019 espac. encuesta de la superficie agropecuaria continua, 2019. Quito, pichincha, ecuador: inec.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2002). EL CULTIVO DE LA PAPA EN EL Ecuador. Iniap, 33.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2013). Repositorio DIGITAL (iniap). Obtenido de instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias, iniap: [HTTPS://REPOSITORIO.INIAP.GOB.EC/HANDLE/41000/3294](https://REPOSITORIO.INIAP.GOB.EC/HANDLE/41000/3294)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2014). Programa DE PAPA. Iniap/ estación experimental santa catalina , 1.
- Inostroza, j., & mendez, p. (2018). Botánica y morfología de la papa. Intagri, 13.

- Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (INTAGRI). (2005). Ácido húmico. INTAGRI, instituto para la innovación tecnologica en la agricultura, 4-5.
- Isaki, h. (05 DE 2001). Ácidos húmicos y fúlvicos en papa (*Solanum tuberosum* L.) en la sierra de arteaga, coahuila. Obtenido de repositorio.UAAAN: [HTTP://REPOSITORIO.UAAAN.MX:8080/XMLUI/BITSTREAM/HANDLE/123456789/1196/acidos%20humicos%20y%20fluvicos%20en%20papa%20%28solanum%20TUBEROSUM%20lierra%20de%20arteaga%2c%20coahuila.PDF?Sequence=1](http://REPOSITORIO.UAAAN.MX:8080/XMLUI/BITSTREAM/HANDLE/123456789/1196/acidos%20humicos%20y%20fluvicos%20en%20papa%20%28solanum%20TUBEROSUM%20lierra%20de%20arteaga%2c%20coahuila.PDF?Sequence=1)
- Janampa, n. (2014). Variación de sustancias húmicas de abonos orgánicos en cultivos de papa y maíz. ciencia del suelo, 2.
- Larrea carlos, a. R. (2019). Rendimiento de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha roja, proveniente del sistema de producción aeropónico. Universidad técnica de ambato, 62.
- Larrea, c. A. (2019). “Rendimiento de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha roja, proveniente del sistema de producción aereopónico”. Universidad técnica DE ambato, 27.
- Mancero, l. (2006). Estudio de la cadena de la papa en Ecuador. Fao-esa / cip, 8.
- Martínez, j., & cruz, m. (2001). Ácidos húmicos y fúlvicos en papa (*Solanum tuberosum* L.) . Universidad Autonoma Agraria “Antonio Narro”, 20.
- Mejía, d. (2017). Perddidas poscosecha en la cadena de valor del rubro papa, un estudio de caso en la provincia del carchi. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 11.
- Mercado mayorista de Ambato. (27 DE enero DE 2022). Lista de precios. Obtenido de lista de precios por fecha: <http://ambato-ema.gob.ec/listaprecios/>
- Paca, j., & malca, h. (2009). Respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha a la aplicacion de cuatro dosis de abinis en tres dosis. Escuela politecnica DE chimborazo, 3-6-7.

- Pérez, j. J., & herrada, m. R. (2021). Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. Terra latinoamericana.
- Rodríguez, f. (2015). Sustancias húmicas: origen, caracterización y uso en la agricultura. Intagri (instituto para la innovación tecnológica en la agricultura, nuestra meta es innovar, transferir y capacitar.), 5}.
- Rolando, e. B. (2013). Manejo integrado de plagas Y enfermedades en el cultivo de "papa". Agrobanco, 5.
- Romero larrea, c. (2019). Rendimiento de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha roja. Universidad Técnica de Ambato facultad de Ciencias Agropecuarias, 8.
- Sánchez, j. A., & torres, w. (2016). Efectos de diferentes distancias de plantación y calibres de tubérculos-semilla sobre algunas características morfo-productivas de la papa en huambo, angola. Scielo - scientific electronic library online.
- Santiestevan, m. S., & tomalá, g. V. (2009). “Comportamiento agronómico de variedades de *Solanum tuberosum*, bajo dosis de nitrógeno, sistemas de riego en la comuna zapotal, provincia de santa elena”. Upse, 43.
- Sifuentes ibarra, e. (2013). Nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) considerando variabilidad climática en el “Valle del fuerte” Sinaloa, México. Remexca, 4.
- Vivar, m., & andrade, h. (1995). El sistema de cultivo de la ppa en la provincia de Cotopaxi. Iniap - estación experimental Santa Catalina, 13-20.
- Yara. (2022). Nutrición vegetal. obtenido de yara: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/papa/la-produccion-mundial-de-PAPAS/#:~:TEXT=la%20PRODUCCION%20GLOBAL%20DE%20PAPAS,alemania%2c%20países%20bajos%20Y%20belar%20BAS>.

## 16. ANEXOS

### Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derechos de autor

#### 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, Herrera Gallo Kevin Xavier con C.C. N° 050390905-3, de estado civil soltero con domicilio en el Cantón La Maná y Lozano Mora Galo Fernando con C.C. N° 050371933-8, de estado civil soltero y con domicilio en Cantón La Maná, a quienes en lo sucesivo se los denominarán LAS/LOS CEDENTES; y, de otra parte, el PhD. 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. - LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha a la aplicación de ácidos húmicos.” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. abril 2016 – marzo 2022.

Aprobación HCA. –

Tutor. - Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean M Sc.

Tema: “Respuesta agronómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha a la aplicación de ácidos húmicos”

**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.

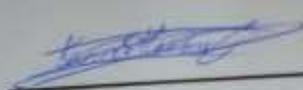
**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse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

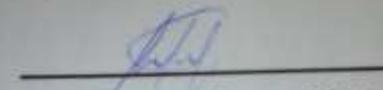
**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento 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 marzo del 2022.

**PhD. Cristian Tinajero Jiménez**  
**EL CESIONARIO**



Kevin Xavier Herrera Gallo  
050390905-3



Galo Fernando Lozano Mora  
050371933-8

**Anexo 2.** Certificación de anti plagio URKUND

---

**Document Information**

---

<b>Analyzed document</b>	Herrera Tesis.pdf (D132962231)
<b>Submitted</b>	2022-04-07T18:47:00.0000000
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	kleber.espinosa@utc.edu.ec
<b>Similarity</b>	6%
<b>Analysis address</b>	kleber.espinosa.utc@analysis.urkund.com

### Anexo 3. Aval de traducción



CENTRO  
DE IDIOMAS

#### AVAL DE TRADUCCIÓN

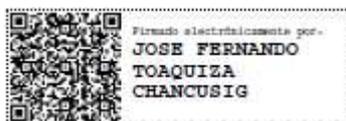
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD CHAUCHA A LA APLICACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS.”**, presentado por: Herrera Gallo Kevin Xavier y Lozano Mora Galo Fernando, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, 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 las peticiones hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, marzo del 2022

**Atentamente,**



-----  
Mg. Fernando Toaquiza  
**DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**C.I: 0502229677**

**Anexo 4.** Hoja de vida del tutor.**UNIVERSIDAD TÉCNICA DECOTOPAXI****DATOS INFORMATIVOS DEL DOCENTE****DATOS PERSONALES****Apellidos:** Pincay Ronquillo**Nombres:** Wellington Jean**Estado civil:** Soltero**Cedula de ciudadanía:** 120638458-6**Número de cargas familiares:** 0**Lugar y fecha de nacimiento:** Vinces, Ecuador 04noviembre1988**Dirección domiciliar:** Rcto. Bagatela, parroquia Antonio Sotomayor, Canon Vinces, provincia de Los Ríos**Teléfono convencional:**                   **Teléfono celular:** 0980754794**Email institucional:** [wellington.pincay4586@utc.edu.ec](mailto:wellington.pincay4586@utc.edu.ec)**Tipo de discapacidad****-# de carnet CONADIS:**

Nivel	Título obtenido	Fecha de registro	Código del registro CONESUP o SENESCYT
Tercer	Ingeniero Agrónomo	28/10/2013	1006-13- 1245059
Cuarto	Master Universitario en Agronomía	25/10/206	724188980

**UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADEMICA EN LA QUE LABORA:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Área del conocimiento en la cual se desempeña:** Tecnologías y Ciencias Agrícolas.**Fecha de ingreso a la U.T.C:**5 de noviembre 2019

Anexo 5. Hoja de vida del investigador-estudiante.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
COTOPAXI**

**DATOS PERSONALES INFORMATIVOS**  
**AUTOR**

**Datos personales**

**Apellidos:** Herrera Gallo

**NOMBRES:** Kevin Xavier

**Estado civil:** Soltero

**Cedula de ciudadanía:** 050390905-3

**Número de cargas familiares:** 0

**Lugar y fecha de nacimiento:** Cotopaxi, La Maná, LA Maná

**dirección domiciliar:** Parroquia el Triunfo, Calles Atenas y Ambato, a una cuadra del patronato

**Teléfono convencional:**                      **Teléfono celular:** 0982782268

**Email institucional:** [kevin.herrera9053@utc.edu.ec](mailto:kevin.herrera9053@utc.edu.ec)

**Tipo de discapacidad**

**-# de carnet CONADIS:**



<b>Nivel</b>	<b>Institución</b>	<b>Título obtenido</b>	<b>Fecha de registro</b>	<b>Código del registro CONESUP o SENESCYT</b>
<b>Básica</b>	Unidad Educativa Narciso Cerda Maldonado	Primaria		
<b>Bachiller</b>	Unidad Educativa La Maná	Bachillerato General Unificado		

## Anexo 6. Hoja de vida del investigador-estudiante.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
COTOPAXI**

**DATOS PERSONALES INFORMATIVOS**

**AUTOR**

**DATOS PERSONALES****Apellidos:** Lozano Mora**Nombres:** Galo Fernando**Estado civil:** Soltero**Cedula de ciudadanía:** 050371933-8**Número de cargas familiares:** 1**Lugar y fecha de nacimiento:** Cotopaxi, La Maná, La Maná**Dirección domiciliar:** Rcto. El Moral y Acacias**Teléfono convencional:**           **Teléfono celular:** 0959777142**Email institucional:** [galo.lozano9330@utc.edu.ec](mailto:galo.lozano9330@utc.edu.ec)**Tipo de discapacidad****-# de carnet CONADIS:**

Nivel	Institución	Título obtenido	Fecha de registro	Código del registro CONESUP o SENESCYT
<b>Básica</b>	Unidad Educativa Néstor Mogollón López	Primaria		
<b>Bachiller</b>	Unidad Educativa Fisco misional José María Vélez, S.J.	Bachillerato General Unificado		

Anexo 7. Análisis de suelo.



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Telef. 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b>                  Nombre : HERRERA GALLO KEVIN XAVIER                  Dirección : LA MANA / COTOPAXI                  Ciudad : LA MANA                  Teléfono : 0968519208                  Fax : herraera237o@hotmail.com</p>	<p><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>                  Nombre : 2 Hermanos                  Provincia : Cotopaxi                  Cantón : La Maná                  Parroquia : El Deseo                  Ubicación :</p>	<p><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b>                  Cultivo Actual :                  N° Reporte : 8462                  Fecha de Muestreo : 29/06/2021                  Fecha de Ingreso : 01/07/2021                  Fecha de Salida : 16/07/2021</p>
---	---	--

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		ppm																					
	Identificación	Area	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B											
103952	Manual Reyes		7	B	5	B	0.17	B	7	M	1.7	M	10	M	1.7	B	7.4	A	134	A	3.9	B	0.18	B



La muestra está guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo de espera 28 días.

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
<b>MAc</b> = Muy Acido	<b>LAi</b> = Liger Acido	<b>pH</b>	= Suelo: agua (1:2.5)	Clasen Modificado	
<b>Ac</b> = Acido	<b>PN</b> = Prec. Neutro	<b>N,P,B</b>	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
<b>MeAc</b> = Medin. Acido	<b>N</b> = Neutro	<b>S</b>	= Turbidimetría	Fosfatos de Calcio Muebianisco	
			= Absorción atómica	B,S	

+ *[Signature]*

[Signature]

**RESPONSABLE LABORATORIO**

**RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS**

## Anexo 8. Interpretación del análisis del suelo y plan de fertilización.

### Necesidades nutricionales de la papa (40 TM/ha máximo de producción)

Recomendaciones Kg/Ha

N	175	Kg/ha
P2O5	80	Kg/ha
K2O	310	Kg/ha
MgO	40	Kg/ha
SO4	20	Kg/ha

### Datos de análisis de suelos

Textura	Franco arcilloso	
Da	1,35	Gr/cc
N	3,6	%( a partir MO)
P	5	Ppm
K	0,17	meq/100ml
Mg	1,7	meq/100ml
S	10	Ppm

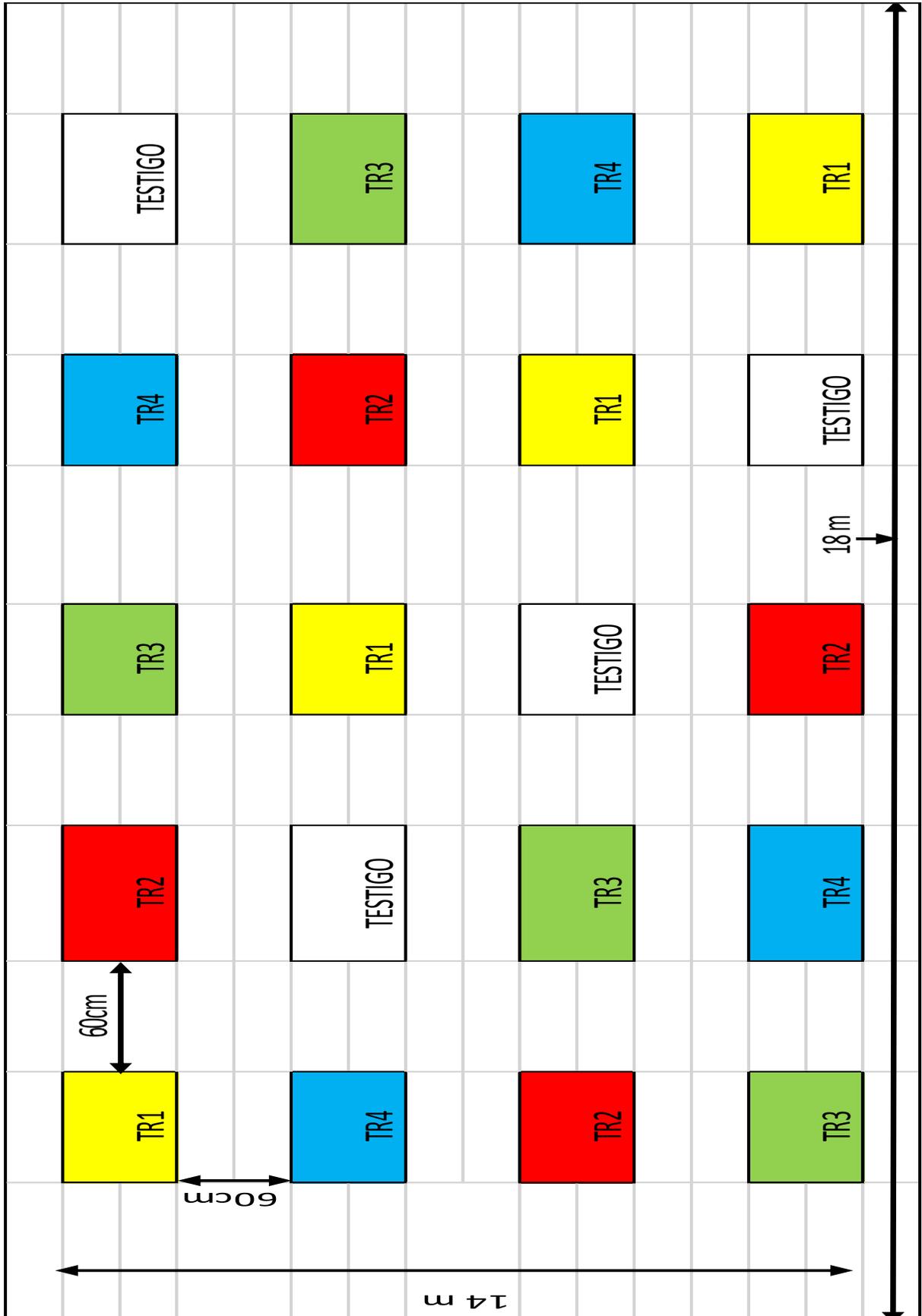
### Balance nutricional y plan de fertilización de la papa

ELEMENTO	Aporte de suelo (Kg/ha)	Necesidad del cultivo (Kg/ha)	Falta (Kg/ha)	Eficiencia del nutriente	Aplicar (Kg/ha)
N	97,20	175	77,80	0,7	111,14
P2O5	30,92	80	49,09	0,2	245,43
K2O	214,81	310	95,19	0,8	118,99
MgO	914,33	40	-874,33		
SO4	81,00	20	-61,00		

### Distribución de los tratamientos por tratamiento

Tratamiento	Descripción	Dosis NPK	Dosis ácido húmico
T0	TESTIGO	27,26 gr/planta	0 cc/planta
T1	NPK100%+ A.H.E 100%	27,26 gr/planta	0,7 gr/ensayo
T2	NPK100%+ A.H.E 75%	27,26 gr/planta	0,525 gr/ensayo
T3	NPK100%+ A.H.F 100%	27,26 gr/planta	0,084cc/ensayo
T4	NPK100%+ A.H.F 75%	27,26 gr/planta	22,68 cc/ensayo

Anexo 9: Distribución del diseño experimental .



**Anexo 10:** Análisis de costo comercial tratamiento.

<b>Costos fijos</b>					
<b>rubro</b>	<b>nombre</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>c/u(\$)</b>	<b>subtotal(\$)</b>
	tubérculos semillas	quintal	1	25	25
	labores culturales	jornal	8	15	120
<b>total costos fijos</b>					<b>145</b>
<b>total costos fijos por tratamientos</b>					<b>29</b>
<b>costos variables</b>					
<b>tratamiento 0</b>					
	urea	kg	0,677	0,35	0,24
	muriato de K	kg	0,555	0,5	0,28
	super fossfato	kg	1,494	0,3	0,45
<b>total de tratamiento T0</b>					<b>0,96</b>
<b>costos variables</b>					
<b>tratamiento 1</b>					
	urea	kg	0,677	0,35	0,24
	muriato de K	kg	0,555	0,5	0,28
	super fossfato	kg	1,494	0,3	0,45
	acido humico edafico	kg	0,252	0,99	0,25
<b>total por tratamiento T1</b>					<b>1,21</b>
<b>tratamiento 2</b>					
	urea	kg	0,677	0,35	0,24
	muriato de K	kg	0,555	0,5	0,28
	super fossfato	kg	1,494	0,3	0,45
	acido humico edafico	kg	0,189	0,99	0,19
<b>total por tratamiento T2</b>					<b>1,15</b>
<b>tratamiento 3</b>					
	urea	kg	0,677	0,35	0,24
	muriato de K	kg	0,555	0,5	0,28
	super fossfato	kg	1,494	0,3	0,45
	acido humico foliar	kg	0,03	0,45	0,01
<b>total por tratamiento T3</b>					<b>0,98</b>
<b>tratamiento 4</b>					
	urea	kg	0,677	0,35	0,24
	muriato de K	kg	0,555	0,5	0,28
	super fossfato	kg	1,494	0,3	0,45
	acido humico foliar	kg	0,022	0,45	0,01
<b>total por tratamiento T4</b>					<b>0,97</b>
<b>costo T0</b>					<b>29,96</b>
<b>costo T1</b>					<b>30,21</b>
<b>costo T2</b>					<b>30,15</b>
<b>costo T3</b>					<b>29,98</b>
<b>costo T4</b>					<b>29,97</b>
<b>costo del ensayo</b>					<b>150,27</b>

<b>Costo por tratamientos en hectáreas</b>					
	<b>t0</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t3</b>	<b>t4</b>
<b>Jornal</b>	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
<b>Semillas</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>NPK + A.H</b>	0,24	0,30	0,29	0,25	0,24
<b>Total (36m)</b>	4,24	4,30	4,29	4,25	4,24
<b>Total (ha)</b>	1178	1195	1191	1179	1178

**Anexo 11: Preparación del terreno.**



**Anexo 12:** Preparación de surcos.



**Anexo 13:** Siembra de semillas tubérculos.



**Anexo 14:** Emergencia de plántulas.



**Anexo 15.** Toma de datos.

