

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: "Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de papa nativa variedad chaucha amarilla (*Solanum phureja*) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC. "

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Tupe Teca Sandy Gerabell

TUTOR: Ing. Jácome Sarchí Guillermo Alexander, MSc.

Tulcán, 2025

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Tupe Teca Sandy Gerabell con el número de cédula 0401962204 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de papa nativa variedad chaucha amarilla (*Solanum phureja*) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Jácome Sarchí Guillermo Alexander, MSc.

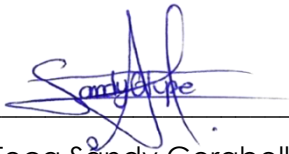
TUTOR

Tulcán, junio de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Tupe Teca Sandy Gerabell con cédula de identidad número 0401962204 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



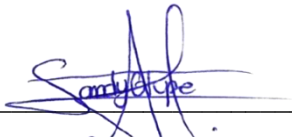
Tupe Teca Sandy Gerabell

AUTORA

Tulcán, junio de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Tupe Teca Sandy Gerabell declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de papa nativa variedad chaucha amarilla (*Solanum phureja*) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Tupe Teca Sandy Gerabell

AUTORA

Tulcán, junio de 2025

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios y a la Santísima Virgen del Rosario por darme la fuerza, salud y sabiduría para llegar hasta aquí. Su guía y protección fueron mi fortaleza en los momentos de incertidumbre. Este trabajo es testimonio de su gracia y de las oraciones que como rosas perfumaron mi travesía hacia este logro.

A mis padres y mi familia por su amor incondicional, por creer en mí, gracias por todos los sacrificios que han hecho, para que hoy pueda alcanzar este logro. Su ejemplo, esfuerzo y valores me han guiado en cada etapa de mi vida, me han ayudado a ser mejor persona. Gracias por creer siempre en mí, aun cuando las dificultades parecían grandes, y por brindarme el aliento necesario para no rendirme.

A mis amigas y compañeras Jeniffer y Arleth gracias por estar presentes en los momentos de tristeza y alegría, por el apoyo brindado en cada etapa de la carrera, por las risas y los consejos brindados, cada momento vivido fue una aventura inolvidable. Las quiero mucho.

A mi tutor MSc. Guillermo Jácome gracias por su dedicación, orientación y paciencia durante la elaboración de esta investigación, gracias por su tiempo, conocimientos y compromiso en cada revisión y sugerencia. Su acompañamiento ha representado un pilar indispensable para el desarrollo de este estudio.

A la honorable institución que me formó, mi querida Universidad Politécnica Estatal Del Carchi, por haberme brindado las herramientas académicas, éticas y humanas que forjaron mi crecimiento personal y profesional.

Tupe Teca Sandy Gerabell

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a quienes han sido mi motor y mi inspiración a lo largo de este camino.

Principalmente esta investigación la dedico a Dios mi guía y refugio, quien me sostuvo con su amor infinito, dándome la fuerza, la sabiduría para enfrentar cada obstáculo y la esperanza para no rendirme jamás. Fue el quien me enseñó a ser valiente en medio de las pruebas, a levantarme en las caídas y a seguir adelante.

A mis padres y a mis hermanos por su amor incondicional, por cada sacrificio, quienes han sido el pilar fundamental en mi formación tanto como personal como profesional. Su apoyo incondicional, amor constante y confianza en mis capacidades fueron la fuerza que me impulsó a seguir adelante en los momentos de dificultad. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, quienes con su amor y sacrificio sembraron la semilla de mi éxito.

A mis ángeles en el cielo, que partieron creyendo en mí, confiando plenamente en mi capacidad para triunfar, orando por mis sueños y guiando en silencio cada paso que doy, sus enseñanzas siguen vivas en cada página de esta investigación. Su amor y fe son mi eterno impulso.

A mi querida familia, dedico este logro con todo mi corazón a ustedes, que nunca dejaron de creer en mí, que estuvieron presentes en mis días más difíciles y celebraron conmigo cada pequeño paso. Su apoyo fue vital para cumplir este sueño.

“La felicidad no se encuentra en la meta, sino en el camino, en las personas que nos acompañan y en los sueños que aún nos inspiran.”

Tupe Teca Sandy Gerabell

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2. MARCO TEÓRICO	24
2.2.1 El cultivo de papa.....	24
2.2.2 Origen	24
2.2.3 Taxonomía del cultivo.....	25
2.2.4 Morfología.....	25
2.2.5 Requerimiento edafoclimático.....	26
2.2.6 Papas nativas	27
2.2.7 Bioestimulantes	28
2.2.8 Biol bovino.....	29
2.2.9 Bioestimulante Seaweed fluid.....	29
2.2.10 Fertilizante foliar Basfoliar Kelp.....	30
III. METODOLOGÍA	31

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	31
3.1.1. Enfoque	31
3.1.2. Tipo de Investigación.....	31
3.2. HIPÓTESIS	31
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	31
3.3.1. Definición de las variables	31
3.3.2. Operacionalización de las variables.....	32
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	34
3.4.1. Área de estudio	34
3.4.2. Tratamientos del diseño experimental.....	34
3.4.3. Características del diseño experimental	35
3.4.4. Distribución y características del experimento	35
3.4.5. Población y muestra de la investigación	36
3.4.6. Procedimientos	37
3.4.7. Variables evaluadas	38
3.4.7.1. Altura de planta	38
3.4.7.2. Diámetro del tallo.....	38
3.4.7.3. Número de tallos	38
3.4.7.4. Número de tubérculos	38
3.4.7.5. Clasificación por categorías	38
3.4.7.6. Peso parcela neta.....	39
3.4.7.7. Rendimiento.....	39
3.4.7.8. Análisis costo - beneficio	39
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. RESULTADOS	40
4.1.1. Altura de planta.....	40
4.1.2. Diámetro de tallo	41

4.1.3. Número de tallos.....	43
4.1.4. Número de tubérculos.....	45
4.1.5. Peso parcela neta	47
4.1.6. Peso de tubérculo por categoría.....	48
4.1.7. Rendimiento	50
4.1.8. Análisis costo - beneficio	52
4.2. DISCUSIÓN	54
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1. CONCLUSIONES	56
5.2. RECOMENDACIONES	56
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
VII. ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de papa nativa	25
Tabla 2. Composición del Biol elaborado en la UPEC	29
Tabla 3. Composición del bioestimulante Seaweed fluid	30
Tabla 4. Composición del fertilizante foliar Basfoliar Kelp.....	30
Tabla 5. Operacionalización de variables	32
Tabla 6. Tratamientos	34
Tabla 7. Características del experimento	35
Tabla 8. Análisis de varianza para la altura de planta (30, 45, 60, 75 y 90 días)	40
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta (30, 45, 60, 75 y 90 días)	41
Tabla 10. Análisis de varianza para el diámetro de tallo (30, 45, 60, 75 y 90 días)	41
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo, Factor Porcentaje de fertilización (30, 45, 60, 75 y 90 días)	42
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo, Factor tipo de bioestimulante (30, 45, 60, 75 y 90 días)	43
Tabla 13. Análisis de varianza para el número de tallos (30, 45, 60, 75 y 90 días)	43

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para el número de tallos, Factor Porcentaje de fertilización (30, 45, 60, 75 y 90 días)	44
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para el número de tallos, Factor tipo de bioestimulante (90 días).....	44
Tabla 16. Análisis de varianza para el número de tubérculos por categorías.....	45
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos categoría 1	46
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para el número total de tubérculos, Factor tipo de bioestimulante	46
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para el número total de tubérculos, Factor tipo de bioestimulante	47
Tabla 20. Análisis de varianza para el peso de parcela neta.....	47
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para el peso de parcela neta.....	48
Tabla 22. Análisis de varianza para el peso de tubérculo por categoría	49
Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para el peso de tubérculo, Factor Porcentaje de fertilización	49
Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para el peso de tubérculo Categoría 2, Factor tipo de bioestimulante	50
Tabla 25. Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo	50
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento del cultivo por unidad experimental.....	51
Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento del cultivo por hectárea	51
Tabla 28. Análisis costo/beneficio para el cultivo de papa amarilla	53
Tabla 29. Costos de producción por ha del cultivo de papa amarilla	66
Tabla 30. Verificación de supuestos: Normalidad y homogeneidad de varianzas	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variedad de papa Chaucha amarilla	28
Figura 2. Ubicación del experimento	34
Figura 3. Distribución del ensayo.....	36
Figura 4. Parcela neta.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	63
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	64
Anexo 3. Costos de producción por ha del cultivo de papa amarilla Tratamiento 1	66
Anexo 4. Análisis de suelo del sitio del experimento	67
Anexo 5. Análisis de biol bovino UPEC.....	68
Anexo 6. Proceso experimental	69
Anexo 7. Verificación de supuestos: Normalidad y Homogeneidad de varianzas	70
Anexo 8. Script para realizar el análisis estadístico en R Studio de un DBCA con arreglo factorial	70

RESUMEN

La agricultura actual enfrenta importantes desafíos relacionados con la sostenibilidad, la productividad y la necesidad de adaptarse a condiciones ambientales cambiantes. En este contexto, los bioestimulantes han surgido como una herramienta prometedora para mejorar el crecimiento y rendimiento de los cultivos de manera más sostenible y eficiente. La presente investigación tuvo como propósito analizar la influencia de los bioestimulantes en el desarrollo fenológico, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de papa (*Solanum phureja*) variedad nativa Chaucha Amarilla. Se evaluaron combinaciones de Seaweed Fluid, Biol y Basfoliar kelp (BasF) con tres niveles de fertilización edáfica (0%, 75% y 100%). El tratamiento T1 (100% de fertilización NPK + Seaweed Fluid) obtuvo resultados destacados, alcanzando una altura promedio de 54.53 cm, un diámetro de tallo de 8.5 mm y un promedio de 6.4 tallos por planta a los 90 días. Este tratamiento también mostró el mayor rendimiento, logrando 23,287 kg/ha, y presentó la mayor rentabilidad, con un retorno de 1.59 USD por cada dólar invertido, consolidándose como la alternativa más eficiente y rentable para el manejo del cultivo. Estos hallazgos confirman que la fertilización completa combinada con bioestimulantes como Seaweed Fluid no solo mejora el desarrollo fenológico y el rendimiento del cultivo, sino también su rentabilidad económica. La investigación contribuye a fomentar prácticas agrícolas sostenibles que optimicen la productividad y reduzcan el impacto ambiental, ofreciendo soluciones innovadoras para enfrentar los retos actuales en la producción de cultivos.

Palabras Claves: Bioestimulantes, Fertilización edáfica, Seaweed Fluid, Rendimiento agrícola, Sostenibilidad

ABSTRACT

Today's agriculture faces significant challenges related to sustainability, productivity, and the need to adapt to changing environmental conditions. In this context, biostimulants have emerged as a promising tool for improving crop growth and yield in a more sustainable and efficient manner. The purpose of this research was to analyze the influence of biostimulants on the phenological development, yield and profitability of the native potato crop (*Solanum phureja*), Chaucha Amarilla variety. Combinations of Seaweed Fluid, Biol, and Basfoliar kelp (BasF) were evaluated at three levels of soil fertilization (0%, 75%, and 100%). Treatment T1 (100% NPK fertilization + Seaweed Fluid) produced outstanding results, reaching an average height of 54.53 cm, a stem diameter of 8.5 mm, and an average of 6.4 stems per plant at 90 days. This treatment also showed the highest yield, achieving 23,287 kg/ha, and presented the highest profitability, with a return of USD 1.59 for every dollar invested, consolidating itself as the most efficient and profitable alternative for crop management. These findings confirm that complete fertilization combined with biostimulants such as Seaweed Fluid not only improves phenological development and crop yield, but also its economic profitability. The research contributes to promoting sustainable agricultural practices that optimize productivity and reduce environmental impact, offering innovative solutions to address current challenges in crop production.

Keywords: Biostimulants, Soil Fertilization, Seaweed Fluid, Agricultural Yield, Sustainability.

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola mundial enfrenta desafíos crecientes debido al uso intensivo de agroquímicos, una práctica comúnmente adoptada para incrementar la productividad y controlar plagas. Sin embargo, esta dependencia ha generado impactos negativos significativos en el medio ambiente y la salud pública, afectando la calidad del suelo, la biodiversidad y comprometiendo la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Castillo et al., 2020). En Ecuador, esta problemática se agrava con el predominio del monocultivo, especialmente en el caso de la papa, donde las variedades comerciales han desplazado a las nativas, relegándolas a zonas marginales y limitando su presencia en los mercados.

La variedad chaucha amarilla (*Solanum phureja*), una papa nativa de alto valor nutricional y culinario, ha sido históricamente subvalorada a pesar de sus cualidades. Su bajo rendimiento y tamaño reducido de tubérculos han contribuido a su escasa competitividad frente a variedades mejoradas como Superchola, Única y Fri papa, que actualmente dominan el mercado nacional (SIPA, 2022). Esta situación ha provocado una preocupante erosión genética y una pérdida de diversidad agrícola, afectando tanto la seguridad alimentaria como la identidad cultural de las comunidades rurales (Monteros et al., 2005).

A nivel nacional, la papa representa un cultivo estratégico por su importancia económica, social y alimentaria. En 2023, se sembraron 19.836 hectáreas, con una producción de 262.038 toneladas métricas y un rendimiento promedio de 13,21 t/ha. En la provincia del Carchi, la productividad fue superior, alcanzando 21,7 t/ha en 5.113 hectáreas cosechadas, lo que evidencia su potencial agrícola (ESPAC, 2023). No obstante, factores como la erosión del suelo, los altos costos de fertilizantes y la limitada adopción de tecnologías sostenibles continúan afectando la rentabilidad del cultivo.

En este contexto, los bioestimulantes emergen como una alternativa prometedora para mejorar la eficiencia productiva de manera sostenible. Estos productos, elaborados a partir de compuestos orgánicos como extractos de algas, aminoácidos y vitaminas, actúan sobre los procesos fisiológicos de las plantas, promoviendo un crecimiento más vigoroso, una mayor tolerancia al estrés abiótico y biótico, y una

mejor asimilación de nutrientes (Lara, 2009; Fertilizar, 2022). Además, su uso contribuye a la conservación del suelo y a la reducción del impacto ambiental, al disminuir la dependencia de agroquímicos convencionales.

Particularmente, el bioestimulante Seaweed Fluid ha demostrado ser eficaz en la mejora del rendimiento, la calidad y la salud de los cultivos, al estimular el enraizamiento, el desarrollo vegetativo y la resistencia a enfermedades, reduciendo así la necesidad de productos fitosanitarios (Catawba, 2021). Su implementación, junto con prácticas de fertilización edáfica adecuadas, representa una estrategia viable para optimizar la producción de papa nativa.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintos bioestimulantes sobre el rendimiento y desarrollo fenológico de la variedad chaucha amarilla, en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). Se aplicaron tratamientos con Seaweed Fluid y Biol en tres niveles de fertilización edáfica (0%, 75% y 100%) para identificar las combinaciones más efectivas. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con 100% de fertilización edáfica más Seaweed Fluid fue el más rentable, alcanzando el mayor rendimiento (23.287 kg/ha), el ingreso más alto (9.098,24 USD) y una destacada relación costo/beneficio de 2,59. Estos hallazgos son fundamentales para perfeccionar las prácticas agrícolas, incrementar la productividad y fomentar la sostenibilidad en los sistemas de producción de papa nativa. Asimismo, la investigación aporta al conocimiento sobre el uso de bioinsumos, promoviendo alternativas ecológicas que fortalecen la economía rural y reducen el impacto ambiental de la agricultura.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actividad agrícola global enfrenta preocupaciones crecientes por el uso intensivo de productos químicos, empleados para mejorar la producción, el desarrollo de los cultivos y controlar plagas. No obstante, el incremento en la demanda de plaguicidas prioriza el rendimiento sin considerar su toxicidad, lo que genera contaminación en suelos, aire y agua debido a residuos químicos (Castillo et al., 2020). Durante décadas, los países en desarrollo han recurrido a los plaguicidas para controlar plagas, optimizar el crecimiento de cultivos y aumentar rendimientos agrícolas. La creciente demanda global de estos productos refleja la prioridad de maximizar la producción agrícola. Según Kaur et al. (2019), los plaguicidas son sustancias químicas tóxicas o combinaciones de agentes biológicos liberados intencionalmente para erradicar formas de vida perjudiciales como insectos, hongos y roedores.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en 2020 la cantidad global de plaguicidas utilizados ascendió a 2,66 millones de toneladas, en comparación con los 1,69 millones de toneladas registradas en 1990. Durante las últimas tres décadas, el consumo promedio de plaguicidas fue de 1,58 kilogramos por hectárea, 0,37 kilogramos por persona (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2022). Se evidencia una tendencia preocupante del uso excesivo de plaguicidas, como insecticidas, herbicidas y fungicidas, con el fin de obtener cosechas de alta calidad. Las aplicaciones de estos insumos agrícolas ocasionan daños graves a la flora y fauna benéfica presente en el suelo ya que impactan de manera negativa al ambiente. El uso de plaguicidas con mayores residuos afecta al suelo llevándolo directamente a una erosión ya que acaban con la vida presente dentro de este recurso (Castillo et al., 2020).

El manejo de plaguicidas conlleva un problema de salud pública a nivel mundial debido a los efectos negativos que estos productos químicos pueden causar en la salud, tanto en términos de enfermedades como de mortalidad. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que alrededor de 18,2 agricultores por cada 100.000 sufren intoxicaciones relacionadas con el uso de plaguicidas, y aproximadamente 168.000 personas fallecen como consecuencia de ello (Ssemugabo et al., 2017). Según el Ministerio de Salud Pública en el año 2020 en Ecuador se reportaron 2.113 casos con intoxicaciones, de las cuales fueron 425 casos, víctimas de los plaguicidas. Las personas afectadas fueron mayores de edad y el promedio de edades fueron entre 20 a 49 años (Verá y Avilés 2022).

El suelo, como recurso no renovable vital, enfrenta desgaste y degradación debido a factores como la pérdida de nutrientes y el aumento de elementos tóxicos, lo que afecta su productividad y contamina cuerpos de agua, incluso llevando al abandono de terrenos (Perera et al., 2020). Estos impactos negativos se agravan por prácticas como la agricultura en pendientes, el sobrepastoreo, la deforestación y el crecimiento poblacional (Thomas et al., 2018). Por milenios la papa ha sido un cultivo de alta prioridad en Ecuador, por lo que hoy en día los agricultores de nuestro país siembran anualmente cerca de 66.000 hectáreas de este cultivo. El desgaste de los suelos por monocultivo en Ecuador es considerado entre los problemas ambientales más serios del país (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Los elevados precios de los fertilizantes químicos representan un desafío para los agricultores, ya que incrementan considerablemente sus costos de producción. Asimismo, la falta de conocimiento sobre alternativas, como la biofertilización, limita la posibilidad de mejorar el rendimiento de sus cultivos. (Bloomberg, 2022).

El monocultivo de papa en Ecuador ha llevado a una preocupante erosión genética, según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA). Actualmente, tres variedades mejoradas predominan en los cultivos: Superchola (55%), Única (8%) y Fri papa (5%). Esto ha desplazado a las variedades nativas, relegándolas a áreas marginales en las parcelas de los agricultores, además de otorgarles una posición desventajosa en los mercados frente a las variedades mejoradas (SIPA, 2022). Las papas nativas poseen un sabor excepcional con una suavidad ideal para la cocción, una textura harinosa y valiosas propiedades nutritivas. Sin embargo, a pesar de estas cualidades, sus principales limitaciones radican en su rendimiento reducido y el tamaño más pequeño de sus tubérculos.

En Ecuador las variedades de papa nativas han caído en el olvido, cultivándose únicamente en pequeñas parcelas con extensiones limitadas, lo que refleja su posición inferior en comparación con las variedades mejoradas. Su bajo rendimiento, de apenas 7 toneladas por hectárea (SIPA, 2022), se ve agravado por su escasa presencia comercial en mercados mayoristas de ciudades como Ambato, Quito y Riobamba. En contraste, las variedades mejoradas han logrado una amplia cobertura, desplazando significativamente a las nativas (Monteros et al., 2005).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El uso inadecuado de plaguicidas, el monocultivo y la escasa producción de variedades nativas de papa ponen en riesgo la sostenibilidad ambiental y la conservación de la biodiversidad agrícola en Ecuador.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es un cultivo esencial en Ecuador, tanto por su relevancia económica como por su impacto social. En 2023, se registraron 19.836 hectáreas sembradas, con una producción total de 262.038 toneladas métricas y un promedio de 13,21 toneladas métricas por hectárea a nivel nacional. En Carchi, la productividad fue superior, alcanzando 21,7 toneladas métricas por hectárea en 5.113 hectáreas cosechadas. Este cultivo sustenta a 88.130 productores y está vinculado a unas 250.000 personas directa o indirectamente, generando 3,5 millones de jornales al año e ingresos aproximados de 70 millones de dólares, destacando como un pilar en la alimentación y economía de las familias campesinas (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), 2023).

En Ecuador, las papas nativas son altamente valoradas por científicos y agricultores debido a su importancia como componentes fitogenéticos. Son utilizadas en investigaciones de mejora genética que han dado lugar a variedades mejoradas con ventajas de adaptación y mayor productividad (Monteros, 2018). Aunque anteriormente fueron olvidadas por los consumidores urbanos, hoy en día se destacan en cocinas refinadas a nivel global como ingredientes para productos de alto valor, desde chips de colores hasta licores y vegetales "delicatessen". Según el Centro Internacional de la Papa (CIP), existe una oportunidad para reposicionar la papa nativa como un cultivo comercial de valor añadido, ampliando su uso en la industria de procesamiento y fomentando su comercialización en mercados urbanos y de exportación (Devaux et al., 2021).

El uso de bioestimulantes mejora la capacidad de los cultivos para adaptarse al estrés abiótico, reduciendo pérdidas en rendimiento y calidad mediante la conservación de energía. Su aplicación genera cambios rápidos, promoviendo cultivos vigorosos que enfrentan mejor las condiciones adversas y acortan los ciclos de producción, lo que facilita la oferta en climas desfavorables, asegura precios competitivos y reduce costos (Samudio, 2020). Los bioestimulantes son útiles para mitigar el estrés hídrico y potenciar el crecimiento, optimizando la cosecha en escenarios de alta demanda energética (Céspedes, 2020).

Los bioestimulantes, compuestos por reguladores vegetales, aminoácidos, nutrientes y vitaminas, mejoran los procesos enzimáticos y fisiológicos de las plantas, promoviendo una mayor producción y calidad en las cosechas. Actúan de forma similar a las hormonas naturales regulando el crecimiento y desarrollo vegetal (Lara, 2009). Además, representan una alternativa ecológica, ya que la mayoría están elaborados a base de residuos orgánicos, lo que contribuye a evitar la degradación del suelo, optimizar el desarrollo de los cultivos y reducir los costos de producción para los agricultores (Fertilizar, 2022).

El bioestimulante Seaweed Fluid destaca por su capacidad para mejorar la productividad, calidad y salud de los cultivos, al facilitar la asimilación de nutrientes y fortalecer la resistencia contra enfermedades, lo que disminuye la dependencia de productos fitosanitarios. Además, estimula genéticamente las plantas, promoviendo el enraizamiento, crecimiento y desarrollo, mientras activa su sistema inmunológico para mitigar el estrés fisiológico, tanto biótico como abiótico (Catawba, 2021). En este contexto, la implementación de bioinsumos surge como una alternativa competitiva frente a los fertilizantes convencionales, ofreciendo soluciones sostenibles que favorecen prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente y generan beneficios significativos en la producción.

La presente investigación se enfocó en determinar cómo influyen los bioestimulantes en el rendimiento de la variedad chaucha amarilla (*Solanum phureja*) y se aportará con información importante, para que los agricultores puedan implementar estas alternativas sostenibles que les facilitará incrementar la producción y rendimiento el este cultivo de papa, lo cual se garantizará mejora en la economía de los productores.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de papa nativa variedad chaucha amarilla (*Solanum phureja*) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar la influencia de los bioestimulantes en el desarrollo fenológico del cultivo de papa variedad nativa chaucha amarilla (*Solanum phureja*).
- Determinar la influencia de los bioestimulante en el rendimiento del cultivo de papa variedad nativa chaucha amarilla (*Solanum phureja*).
- Realizar un análisis económico para establecer la relación costo beneficio de los tratamientos.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo influyen los bioestimulantes en el desarrollo fenológico del cultivo de papa variedad nativa chaucha amarilla (*Solanum phureja*)?
- ¿Cuál es la influencia de los bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de papa variedad nativa chaucha amarilla (*Solanum phureja*)?
- ¿Qué relación costo-beneficio presentan los tratamientos aplicados según el análisis económico realizado?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Cordero (2018), Evaluó el efecto de la aplicación foliar del Cipler®, a base de *Ascophyllum nodosum* en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad Granola en la Zona Norte de Cartago. Se aplicaron tratamientos foliares con el producto comercial Cipler®, elaborado a partir del alga marina *Ascophyllum nodosum*. Se emplearon dos concentraciones del producto: 2,5 ml/L y 5 ml/L de agua, con tres y cinco aplicaciones durante el ciclo del cultivo, junto con un tratamiento testigo sin aplicación del producto. La evaluación incluyó la calidad y el peso de la cosecha, clasificados en categorías de primera y segunda calidad. Los resultados indicaron que, aunque no se encontraron diferencias significativas entre las dosis y el número de aplicaciones en ninguno de los sitios evaluados, todos los tratamientos con Cipler® superaron al testigo en términos de calidad y peso de la cosecha. Se concluyó que la dosis de 2,5 ml/L de agua aplicada tres veces en el ciclo del cultivo mejora tanto la calidad como el peso de la cosecha de papa con un rendimiento de 39,9 t/ha, superior al tratamiento testigo que alcanza 19,9 t/ha. Este efecto no parece depender de las condiciones específicas de los lugares evaluados, lo que permite recomendar el uso de Cipler® para la producción de papa en la Zona Norte de Cartago.

Benavides, E. (2019), analizó la respuesta de la papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), variedad "Amarilla redonda", en cuanto al rendimiento de los tubérculos y sus componentes, mediante la aplicación de tres dosis de humus de lombriz (0, 10 y 15 t ha⁻¹) y tres niveles de bioestimulante foliar "Orgabiol" (0, 1 y 2 aplicaciones). El estudio se llevó a cabo en una parcela del Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicada a una altitud de 2673 msnm. El humus de lombriz fue aplicado durante la siembra, mientras que el bioestimulante foliar se utilizó a los 45 y 70 días posteriores a esta. Las variables evaluadas incluyeron el número y peso total de tubérculos por planta, el número y peso de tubérculos

comerciales por planta, la altura de la planta, el número de tallos por planta y el contenido de materia seca. Los tubérculos fueron clasificados en tres categorías: primera (más de 4 cm de diámetro), segunda (entre 2 y 4 cm de diámetro) y tercera (menor a 2 cm de diámetro). El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA), complementado con la prueba de rango múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$) para identificar diferencias significativas entre los factores (humus y bioestimulante). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la interacción entre el humus y el bioestimulante. Sin embargo, el humus de lombriz mostró un efecto significativo en el rendimiento comercial ($p = 0,02$) y el rendimiento total ($p = 0,02$). Los resultados del rendimiento total oscilaron entre 11.4 t ha^{-1} y 18.2 t ha^{-1} , mientras que el índice de cosecha varió entre el 49.3 % y el 66.1 %.

Vallejos et al. (2021), evaluaron el impacto de los bioestimulantes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la región de Totorá, Cochabamba, mediante parcelas experimentales establecidas en colaboración con la empresa semillera SEPA. Los ensayos de campo siguieron un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con submuestreo y cuatro repeticiones. Se probaron seis tratamientos diferentes: T1, como testigo (sin aplicación); T2, con Tricobal aplicado a la semilla; T3, con Fostop aplicado a la semilla; T4, con Energy Top aplicado a la semilla; T5, que consistió en Maxim SEPA (Fludioxonil y Metalaxil-M) aplicado a la semilla más Energy Top aplicado al follaje; y T6, con Maxim SEPA aplicado a la semilla más Tricobal aplicado al follaje. Los resultados indicaron una alta correlación positiva entre el contenido de clorofila en las hojas y el rendimiento, lo que sugiere que estas variables están interrelacionadas y que los bioestimulantes afectan significativamente la fotosíntesis. Se observó que un mayor contenido de clorofila en las hojas conduce, en promedio, a un mayor rendimiento. Los tratamientos más efectivos fueron T6 (Maxim SEPA a la semilla más Tricobal al follaje), con un rendimiento de 30 t/ha , y T4 (Energy Top), con 26 t/ha . Ambos tratamientos también mostraron el mayor número de tubérculos por planta y la Tasa de Retorno Marginal más alta, alcanzando USD 3,53.

Mora et al. (2021), analizaron distintas estrategias de fertilización para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) de la variedad Superchola, empleando biol de producción local, microorganismos solubilizadores de fósforo y extractos de algas. El experimento se realizó en campo abierto, bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un total de siete tratamientos y cuatro repeticiones, sumando 28

unidades experimentales. Cada unidad incluyó 30 plantas, de las cuales se seleccionaron seis para constituir una muestra total de 168 plantas.

Las variables evaluadas incluyeron el porcentaje de emergencia, la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de tallos, el rendimiento por planta y la relación costo-beneficio (C/B). Las alternativas analizadas se combinaron con distintas fracciones de fertilización fosfórica (NPK) utilizadas en la región, permitiendo comparar la producción y los costos asociados al cultivo. El tratamiento T2 (100% NPK + Fosfotic) mostró el mejor rendimiento, alcanzando 2,29 kg de tubérculos por planta y produciendo 12,88 tubérculos de primera categoría por planta.

Los resultados confirmaron la efectividad de las alternativas de biofertilización, gracias a la interacción adecuada entre el NPK y los microorganismos solubilizadores de fósforo, que optimizan el aprovechamiento de los nutrientes presentes en el suelo. Esto permitió reducir los costos de producción y mantener una rentabilidad adecuada para los agricultores de la región. Según el análisis económico, el tratamiento T2 fue el más rentable, con una relación costo-beneficio (C/B) de -0,11 USD, superando al testigo T1 (100% NPK), que obtuvo una utilidad de -0,20 USD.

Medina et al. (2024) llevaron a cabo un estudio para evaluar el impacto de las aplicaciones de bioestimulantes en el desarrollo y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad 'CIP 39', bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Paipa, departamento de Boyacá, Colombia. La investigación utilizó un diseño completamente aleatorizado, que incluyó cuatro tratamientos basados en bioestimulantes comercialmente registrados: uno con ingrediente hormonal activo, otro con extracto de algas marinas (SWE), otro con ácidos carboxílicos y un control sin bioestimulantes. Las variables analizadas abarcaron el peso fresco y seco de raíces, brotes y biomasa total, el índice de área foliar (LAI), el rendimiento por calidad y el rendimiento total. Los resultados demostraron que la aplicación de bioestimulantes promovió una mejora en la respuesta fisiológica de las plantas. Particularmente, el bioestimulante formulado con SWE destacó por generar un mejor balance entre biomasa fresca y seca, además de optimizar el índice de área foliar, lo que se tradujo en un incremento significativo en la calidad y rendimiento del cultivo, alcanzando 46.7 t/ha, superior al tratamiento testigo que alcanzó 39.4 t/ha. Estos hallazgos sugieren que la integración de bioestimulantes en el manejo agrícola puede representar una estrategia eficaz para incrementar la productividad en sistemas de producción de papa.

Valerio y Medina (2024), analizaron el efecto de dos bioestimulantes líquidos en el rendimiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota*), evaluando su influencia en parámetros clave relacionados con la producción. Para ello, se implementó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), conformado por 4 bloques, 3 tratamientos y un testigo simple. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: T0 (testigo sin aplicación), T1 (Biol 2 L/cil.), T2 (extracto de algas marinas 1 L/cil.) y T3 (Biol 1 L/cil. combinado con extracto de algas marinas 0.5 L/cil.). A lo largo del experimento, se evaluaron variables como el peso, el diámetro y la longitud de las raíces. Aunque los tratamientos no demostraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento total del cultivo, el tratamiento T2, basado únicamente en extracto de algas marinas, mostró los mejores resultados en todos los parámetros analizados. Este tratamiento alcanzó un rendimiento promedio de 2.02 kg/m lineal, equivalente a 45.34 toneladas por hectárea, además de registrar un diámetro promedio de raíces de 3.97 cm y una longitud de 15.1 cm. Estos resultados sugieren que, aunque no se observaron efectos significativos en comparación con el testigo, el uso del extracto de algas marinas tiene el potencial de mejorar el rendimiento y calidad del cultivo de zanahoria, convirtiéndose en una alternativa prometedora para sistemas de producción agrícolas.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 El cultivo de papa

La papa (*Solanum tuberosum*) es considerado el tercer cultivo alimenticio consumido más importante del mundo, después del arroz y del trigo. Se estima que 1.4 millones de personas consumen regularmente este alimento en un aproximado de 50 kg al año, y la producción en su totalidad a nivel global de la papa sobrepasa los 3000 millones de toneladas. La papa pertenece a la familia de las solanácea de plantas con flores (Centro Internacional de la papa (CIP), 2017).

2.2.2 Origen

La papa (*Solanum tuberosum*), un tubérculo originario de Sudamérica se ha difundido con el tiempo y actualmente es cultivada en la mayoría de los países del mundo. Su centro de origen y diversidad se encuentra en los Andes, donde fue domesticada hace entre 7.000 y 10.000 años, especialmente en la región del lago Titicaca, donde constituía un alimento básico para las civilizaciones de la época antes de expandirse a Europa, consolidando su alcance global (Castillo et al., 2021). Este cultivo se

extendió desde las regiones costeras y serranas del norte al sur de Perú, y posteriormente desde el sur de Colombia hasta la zona central de Chile. En las regiones andinas de Colombia y Ecuador, la papa se estableció aproximadamente 500 años antes de Cristo. Dentro de este contexto, la papa nativa chaucha amarilla, parte del grupo *Solanum phureja*, también tiene su origen en los Andes. Fue domesticada hace miles de años en áreas cercanas al lago Titicaca, integrándose como un componente esencial de la dieta andina (Morales, 2016).

2.2.3 Taxonomía del cultivo

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de papa nativa

Categoría	Nombre
Reino:	Plantae
División:	Magoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanácea
Género:	Solanum
Especie:	phureja

Fuente: (Morales, 2016)

2.2.4 Morfología

La papa pertenece a la familia de las solanáceas y se caracteriza por ser una planta herbácea dicotiledónea con crecimiento rastroso o erguido. Sus tallos, que alcanzan entre 0,60 y 1,50 metros de altura, son gruesos, leñosos y angulares, con entrenudos cortos. Además, presentan una estructura hueca o medulosa, siendo sólidos únicamente en los nudos, y su coloración puede variar entre verde y rojo púrpura. Las hojas, alternadas a lo largo del tallo, son compuestas y pinnadas, otorgándole al follaje una apariencia frondosa, especialmente en las variedades mejoradas. En estado joven, las plántulas pueden desarrollar hojas simples, pero en su madurez, estas evolucionan a hojas compuestas (Pumisacho & Sherwood, 2002).

De acuerdo con Pumisacho y Sherwood (2002), este tipo de planta muestra las siguientes estructuras:

- Raíces: Se propagan mediante reproducción asexual, ya sea por semillas o tubérculos. Las raíces axonomorfas con ramificaciones laterales se desarrollan a partir de semillas, mientras que los tubérculos generan raíces adventicias en la base de los brotes, en los nudos subterráneos de los tallos, e incluso en los estolones.

- Tallo: Incluye tallos principales, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semillas auténticas producen un único tallo principal, mientras que las derivadas de tubérculos-semilla generan múltiples tallos. Los tallos laterales son ramas de los principales.
- Tubérculos: Se forman en los extremos de los estolones y están compuestos por yemas y ojos. Su desarrollo es el resultado de la acumulación de tejido de reserva que incrementa el número de células. El tejido vascular adopta una estructura de haces bicolaterales que se expanden durante el crecimiento, almacenando carbohidratos en forma de gránulos de almidón en la corteza y médula.
- Brotes: Surgen de las yemas en los ojos del tubérculo, con colores que varían según la variedad. Los brotes blancos se tornan verdes bajo luz indirecta. Su base forma la parte inferior del tallo, capaz de desarrollar raíces, estolones laterales y nuevos tallos. La parte apical produce hojas y estimula el crecimiento del tallo.
- Hojas: Son compuestas, con un pecíolo que presenta varios folíolos laterales y uno terminal. Durante el crecimiento, sintetizan almidón que se transfiere a los estolones subterráneos. Además, realizan funciones esenciales como la fotosíntesis y la transpiración.
- Inflorescencia: La floración depende de factores climáticos como fotoperíodo y temperatura. Las flores terminales en racimos contienen androceo y gineceo, son pentámeras con pétalos y sépalos de variados colores. En algunas variedades, caen tras la fecundación. La autopolinización es común, mientras que la polinización cruzada es poco frecuente en tetraploides.
- Fruto y semilla: El ovario fertilizado genera un fruto llamado baya, que contiene de 200 a 300 semillas en dos lóculos. Aunque rara vez se emplean en cultivos comerciales, las semillas sexuales se usan en programas de mejoramiento genético con el objetivo de estandarizar generaciones y obtener características específicas en las papas.

2.2.5 Requerimiento edafoclimático

La papa es una planta que prospera en climas templado-fríos, con temperaturas ideales entre 14 y 18 °C para su desarrollo. Temperaturas entre 20 y 25 °C favorecen un mayor crecimiento vegetativo, aunque esto afecta negativamente la producción de tubérculos. A temperaturas inferiores a 6-8 °C, su desarrollo se detiene completamente, fenómeno conocido como cero vegetativo (InfoAgro, 2023). Este cultivo puede desarrollarse entre los 1000 y 4000 msnm, siempre que se mantenga una

humedad relativa del 70 al 80% y se utilicen suelos profundos, ricos en materia orgánica y con buen drenaje (Quintana, 2018). Asimismo, el pH del suelo debe encontrarse en un rango ligeramente ácido, entre 5,5 y 6,5, para facilitar la absorción de nutrientes. El suelo ideal debe tener una estructura porosa, lo que favorece la aireación y el desarrollo del sistema radicular de la planta. Además, es importante un adecuado manejo del agua, ya que un exceso de humedad puede causar pudrición en los tubérculos, mientras que la falta de agua afecta significativamente el rendimiento.

2.2.6 Papas nativas

En Ecuador, las principales regiones dedicadas al cultivo de papa son las provincias de Carchi, Chimborazo, Tungurahua, Pichincha y Bolívar, las cuales concentran el 66.33% de la superficie total cosechada. Destaca especialmente la provincia de Carchi, que aporta un significativo 41.27% de la producción nacional de papa (Cuesta et al., 2022).

Según Monteros y Reinoso (2010), las familias campesinas desempeñan un papel clave en la conservación de las variedades nativas de papa, ya que estas forman parte integral de su dieta y representan una fuente de sustento. En promedio, estas familias mantienen entre una y diez variedades nativas, y se espera que entre 18 y 20 de estas variedades estén disponibles en el mercado.

El rendimiento por hectárea de las papas nativas varía entre 6 y 8 toneladas, dependiendo de factores como la variedad, la forma y el tamaño de los tubérculos. Sin embargo, la producción suele verse limitada por el uso insuficiente de fertilizantes y prácticas de nutrición inadecuadas por parte de los agricultores. En contraste, las variedades mejoradas presentan un rendimiento significativamente superior, alcanzando entre 12 y 15 toneladas por hectárea. Cabe mencionar que las variedades nativas de papa se cultivan principalmente para el consumo familiar (Seminario, 2017).

2.2.6.1 Papa variedad Chaucha amarilla

La variedad de papa chaucha amarilla (*Solanum phureja*) se caracteriza por sus cualidades agronómicas y morfológicas que la convierten en una opción destacada en zonas de altitud elevada. Su maduración es intermedia, con un período de desarrollo de entre 120 y 149 días, y un contenido de materia seca del 20,1 %, lo que asegura una buena calidad de tubérculo. El rendimiento promedio por planta es de

aproximadamente 1,2 kg, mientras que su período de dormancia es relativamente corto, de solo 15 días. Es idónea para cultivarse en altitudes de entre 2900 y 3300 msnm, mostrando una moderada resistencia a la lancha, una condición importante en la región andina donde se cultiva frecuentemente. En cuanto a los usos, esta variedad es versátil: es ideal para consumo en fresco como papa cocida con cáscara, puré, papas al vapor y asadas. También se utiliza en el consumo procesado, especialmente para preparar papas fritas (Cuesta et al., 2022).

Desde un punto de vista morfológico, la chaucha amarilla presenta tallos vigorosos con pigmentación morada y alas rectas bien definidas, además de hojas disectadas que constan de tres pares de folíolos laterales y un par de interhojuelas. Sus flores son prominentes, con un color lila oscuro y acumen blanco en el envés, lo que las hace distintivas. Los tubérculos tienen forma elíptica, ojos profundos y una piel y pulpa de color amarillo intenso, características que resaltan su calidad visual y culinaria. Por otro lado, sus brotes son de color rojo con blanco en el ápice, lo que denota la riqueza genética y particularidad de esta variedad. Gracias a estas características, la chaucha amarilla se ha consolidado como una variedad apreciada en la región andina tanto por su rendimiento como por su adaptabilidad y su contribución al mercado de consumo y procesamiento (Cuesta et al., 2022).



Figura 1. Variedad de papa Chaucha amarilla

Fuente: (Cuesta et al., 2022)

2.2.7 Bioestimulantes

Los bioestimulantes desempeñan un papel crucial en el incremento de las funciones metabólicas y fisiológicas de las plantas, favoreciendo el desarrollo de raíces, tallos, hojas, flores y frutos. Estos productos también potencian la fotosíntesis, disminuyen los

efectos adversos de factores climáticos, mejoran el estado nutricional de las plantas y promueven un equilibrio hormonal al estimular la síntesis biológica de auxinas, giberelinas y citoquininas. Además, gracias a su contenido de aminoácidos libres de bajo peso molecular, que son rápidamente absorbidos y transportados, los bioestimulantes facilitan la síntesis de proteínas, permitiendo a la planta ahorrar energía y enfocarla en incrementar su rendimiento y producción (Guerrero, 2016).

2.2.8 Biol bovino

El biol, un producto orgánico altamente beneficioso, representa una excelente alternativa para mejorar las condiciones del suelo y fomentar el desarrollo saludable de las plantas. Además, potencia y activa la capacidad germinativa de las semillas. Aunque su proceso de elaboración puede ser relativamente lento, ya que se lleva a cabo en un biodigestor, los resultados obtenidos son altamente satisfactorios. Este biofertilizante no solo es una fuente rica en nutrientes, sino que también actúa como un fitoregulator de crecimiento. Gracias a su contenido de fitohormonas, promueve el vigor del follaje, estimula la floración y fructificación, y acelera la maduración de los cultivos, convirtiéndose en una herramienta valiosa para la agricultura sostenible (Pozo, 2019).

Tabla 2. Composición del Biol elaborado en la UPEC

Nutriente	Concentración % p/v
Nitrógeno (N)	0.0195
Fosforo (F)	0.0062
Azufre (S)	0.0248
Potasio (K)	0.2150
Calcio (Ca)	0.4536
Magnesio (Mg)	0.3530
Zinc (Zn)	0.0003
Cobre (Cu)	0.0001
Hierro (Fe)	0.0428
Manganeso (Mn)	0.0031
Boro (B)	0.0001
pH	6.93
Ce	5,28 mS/cm

Fuente: (Miño, 2023)

2.2.9 Bioestimulante Seaweed fluid

Según Catawba (2021), es un bioestimulante líquido elaborado a partir de *Aschophyllum nodosum*, reconocido por ser el más concentrado del mercado y por su alto contenido de antioxidantes naturales. Este producto estimula el inicio, la elongación y la ramificación de las raíces, lo que contribuye a un mejor

establecimiento de los cultivos, un crecimiento más acelerado de las plantas y un desempeño óptimo de la función fotosintética. También potencia la simbiosis con microorganismos benéficos, especialmente aquellos micorrícicos. Además, activa genéticamente la planta, mejorando su capacidad de enraizamiento, desarrollo y crecimiento. Asimismo, fortalece el sistema inmunológico de las plantas, ayudándolas a afrontar condiciones de estrés fisiológico, ya sea por factores bióticos o abióticos.

Tabla 3. Composición del bioestimulante Seaweed fluid

Componente Principal	Concentración % p/v
Nitrógeno	1
Fosfato P2O5	0
Potasio Soluble K2O	3

Fuente: (Catawba, 2021)

Catawba (2021), menciona que este tipo bioestimulante posee algunas funciones esenciales como:

- Protección antioxidante para reducir el daño oxidativo.
- Mejora en la absorción y transporte de nutrientes esenciales.
- Estimulación de la producción de fitohormonas, como auxinas y citoquininas.
- Optimización de la calidad comercial y nutricional de los cultivos.
- Optimización de la función fotosintética.

2.2.10 Fertilizante foliar Basfoliar Kelp

Es un biorregulador y promotor radicular extraído del alga marina *Ecklonia máxima*, formulado como concentrado líquido rico en auxinas de origen natural que estimulan la formación de raíces en las plantas. Es efectivo después de condiciones de estrés de cultivo, asegurando plantas más resistentes a enfermedades. Debido a la dominancia de auxinas sobre citoquininas, mejora la absorción de nutrientes desde el suelo y promueve un mejor follaje, resultando en una mayor producción y calidad de cosechas. (EDIFARM, 2016).

Tabla 4. Composición del fertilizante foliar Basfoliar Kelp

Composición	Concentración % p/v
Nitrógeno	0.2
Fosfato P2O5	1.5
Potasio Soluble K2O	0.03

Fuente: (EDIFARM, 2016)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque fue de carácter cuantitativo, se evaluaron variables numéricas como altura de planta, diámetro de tallo, número de tallos, categorías de tubérculo, rendimiento y el análisis costo/beneficio.

3.1.2. Tipo de Investigación

Experimental: se implementó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 4 x 3 -1 con 11 tratamientos y 4 repeticiones, con 44 unidades experimentales distribuidas aleatoriamente y una parcela neta de 16 plantas. Finalizada la investigación y con los datos recolectados se realizó en análisis estadístico para comprobar o refutar la hipótesis de estudio.

3.2. HIPÓTESIS

Ho: El uso de bioestimulantes no influye en el crecimiento y rendimiento del cultivo de papa nativa chaucha amarilla

Ha: El uso de bioestimulantes influye en el crecimiento y rendimiento del cultivo de papa nativa chaucha amarilla

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

Variable Independiente:

- Bioestimulantes: Seaweed fluid, Biol, Basfoliar kelp
- Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%

Variable dependiente:

- Desarrollo fenológico del cultivo de papa
- Rendimiento del cultivo
- Análisis costo/beneficio

3.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumento
INDEPENDIENTE: Bioestimulantes	Biol	25 % (333 cc / litro). Aplicación a los 15 – 30- 45 – 60 – 75 días después de la siembra		
	Seaweed Fluid	2,5 cc / litro de agua Aplicación a los 15 – 45- 75 días después de la siembra	Aplicación foliar	Bomba de fumigar de mochila
	Basfoliar kelp	5 cc / litro de agua Aplicación a los 15 – 45- 75 días después de la siembra		
Fertilización edáfica	Fertilización edáfica NPK	0% (0 g/planta) 75% (52,5 g/planta) 100% (70 g/planta) Frecuencia: Aplicación a los 15 días después de la siembra	Aplicación manual en corona alrededor de la planta	Balanza
	Altura de planta	En cm a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra.	Desde la base hasta el ápice del tallo principal	Flexómetro Libreta de campo
	Diámetro de tallo	En mm a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra.	Medición en la parte basal del tallo.	Calibrador pie de rey Libreta de campo
	Número de tallos	Número a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra.	Conteo manual de cada tallo en las plantas de la parcela neta	Libreta de campo
	Número de tubérculos	Número al tiempo de cosecha	Conteo manual de tubérculos del total de plantas de la parcela neta	Libreta de campo
	Clasificación por categorías	En g al tiempo de cosecha Cat 1 de 101 a 150 g Cat 2 de 61 a 100 g Cat 3 de 10 a 60 g	Se clasifico y pesó los tubérculos de todas las plantas de la parcela neta	Libreta de campo

DEPENDIENTE: Desarrollo fenológico y rendimiento del cultivo	Rendimiento parcela neta	En kg al tiempo de cosecha.	Se pesó los tubérculos de todas las plantas de la parcela neta	Balanza Libreta de campo
	Rendimiento unidad experimental	En kg al tiempo de cosecha	Se pesó los tubérculos de todas las plantas de la unidad experimental	Balanza Libreta de campo
	Costo Beneficio	En USD Después de la cosecha	Se realizó el análisis costo beneficio de cada tratamiento	Computadora

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental San Francisco, perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicado en Huaca, Ecuador. Este lugar, localizado a una altitud de 2959 m.s.n.m., presenta un clima frío, con temperaturas promedio de 10°C, una precipitación anual de 1100 mm y una humedad relativa del 76%. Sus suelos, principalmente franco-arenosos y franco-limosos, poseen una excelente capacidad de retención de agua y buen drenaje, lo que los hace ideales para cultivos como papa, maíz, fréjol y hortalizas. Gracias a su relieve ondulado y pendientes moderadas, este centro se convierte en un sitio idóneo para realizar investigaciones agrícolas y fomentar prácticas sostenibles (Peña, 2012).

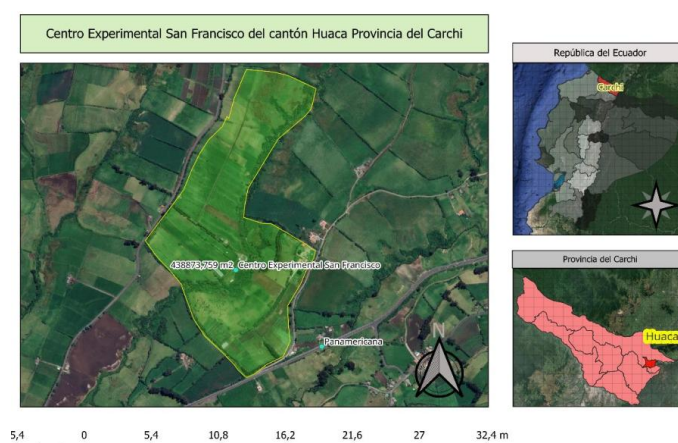


Figura 2. Ubicación del experimento

Fuente: (Peña, 2012)

3.4.2. Tratamientos del diseño experimental

La investigación incluyó un total de 14 tratamientos, cuya descripción detallada se presenta a continuación:

Tabla 6. Tratamientos

Tratamientos	Factor 1 Fertilización NPK	Factor 2 Bioestimulante	Frecuencia de aplicación Bioestimulante
T1	100% (70 g/planta)	Biol (333 cc/l)	15 – 30- 45 – 60 – 75 días después de la siembra
T2	100% (70 g/planta)	Seaweed Fluid (2,5 cc/l)	
T3	100% (70 g/planta)	Basfoliar kelp (5 cc/l)	
T4	100% (70 g/planta)	Sin bioestimulante	
T5	75% (52,5 g/planta)	Biol (333 cc/l)	
T6	75% (52,5 g/planta)	Seaweed Fluid (2,5 cc/l)	
T7	75% (52,5 g/planta)	Basfoliar kelp (5 cc/l)	
T8	0% (0 g/planta)	Seaweed Fluid (2,5 cc/l)	
T9	0% (0 g/planta)	Biol (333 cc/l)	
T10	0% (0 g/planta)	Basfoliar kelp (5 cc/l)	
T11	0% (0 g/planta)	Sin bioestimulante	

3.4.3. Características del diseño experimental

En la investigación se empleó un diseño de bloque completamente al azar con un arreglo factorial 4 x 3 -1, con 11 tratamientos, 4 repeticiones con un total de 44 unidades experimentales, de las cuales se evaluaron 15 plantas que constituyeron la parcela neta, cada unidad experimental midió 12 m².

Tabla 7. Características del experimento

DBCA con arreglo factorial 4x3 -1	Dimensiones
Tratamientos	11
Repeticiones	4
Unidades experimentales	44
Área unidad experimental	20 m ² (5 m * 4 m)
Área total del experimento	1628 m ²
Distancia entre plantas	0,50 m
Distancia entre surcos	1,0 m
Surcos por unidad experimental	4
Plantas por unidad experimental	40
Plantas por parcela neta	12
Plantas totales del experimento	1760

3.4.4. Distribución y características del experimento

El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 4 x 3 - 1. Se trabajó en una superficie total de 1628 m², que incluyó 11 tratamientos y 4 repeticiones, sumando un total de 44 unidades experimentales. Las parcelas tenían dimensiones de 5 x 4 m (equivalentes a 20 m²), con un espacio de 1 metro entre cada unidad experimental y 2 metros entre los bloques.

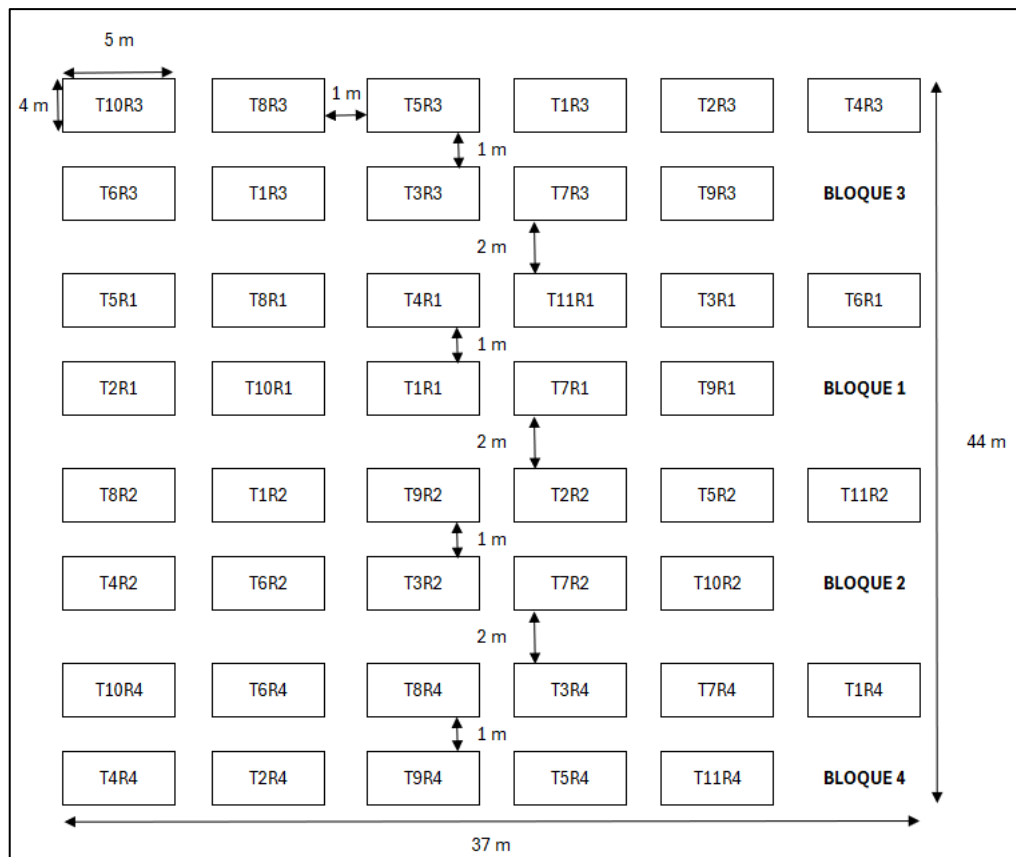


Figura 3. Distribución del ensayo

3.4.5. Población y muestra de la investigación

El diseño que se implementó en el experimento tuvo 44 unidades experimentales, 11 tratamientos y 4 repeticiones, la muestra la constituyo la parcela neta, es decir que de cada unidad experimental se tomó 16 plantas del centro de la unidad experimental para evaluar las diferentes variables de estudio.

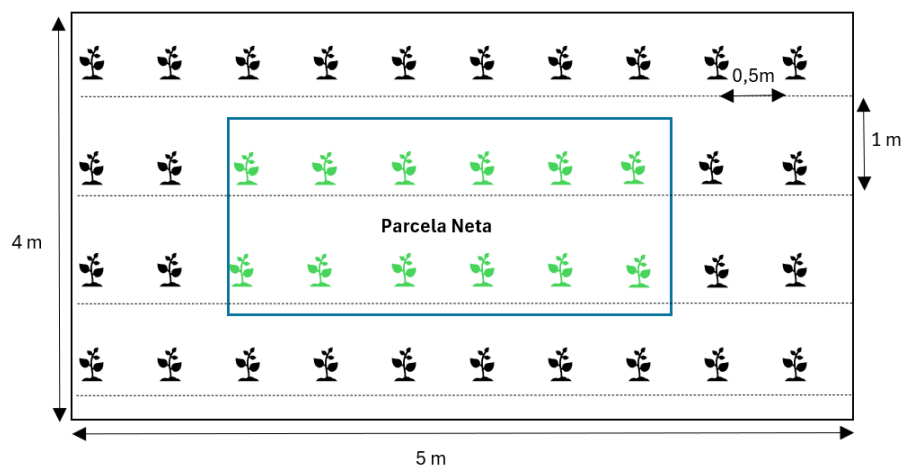


Figura 4. Parcela neta

3.4.6. Procedimientos

1. Análisis de suelo

Se tomó una muestra de suelo que fue enviada al laboratorio LABONORT, ubicado en la ciudad de Ibarra, para realizar el análisis físico-químico del área destinada al experimento. Este proceso permitió determinar aspectos esenciales del suelo, como su textura, estructura, pH y concentración de nutrientes. Con base en estos resultados, se efectuaron los cálculos correspondientes para la fertilización edáfica, adaptando las dosis de fertilizantes a las demandas particulares del cultivo.

2. Preparación del terreno

El acondicionamiento del terreno se realizó empleando maquinaria agrícola, específicamente arado y rastra. Este procedimiento facilitó la obtención de un suelo más suelto y apropiado para el desarrollo del cultivo.

3. Trazado

El experimento tuvo lugar a campo abierto en el Centro Experimental San Francisco, abarcando un lote de 1628 m². Se establecieron 44 unidades experimentales, organizadas en 11 tratamientos con 4 repeticiones, cada una con dimensiones de 5 m x 4 m (20 m²). Para diferenciar los tratamientos, se colocaron estacas y se utilizó piola, asegurando además caminos de 1 m entre las unidades experimentales y de 2 m entre los bloques.

4. Siembra

La siembra se llevó a cabo colocando una semilla por golpe, respetando una distancia de 0,50 m entre cada planta. Posteriormente, las semillas fueron desinfectadas y cubiertas adecuadamente. Para las 44 unidades experimentales, se emplearon 120 kg de semilla en total.

5. Fertilización

La fertilización edáfica se realizó a los 21 días después de la siembra colocando el fertilizante a chorro continuo en los surcos con el 18-46-0 la segunda aplicación se realizó a los 42 días después de la siembra la fórmula empleada fue 8-20-20, las cantidades aplicadas en cada unidad experimental variaron en función al factor B Dosis de fertilizante edáfico en dosis de 0%, 75% y 100%.

6. Aplicación de bioestimulantes

La aplicación comenzó 15 días después de la siembra y continuó en intervalos posteriores de 30- 45 – 60 – 75 días, mediante aplicaciones foliares. Las cantidades aplicadas en cada unidad experimental se ajustaron según el factor A, que incluyó los siguientes tipos de bioestimulantes: Biol (333 cc/l), Seaweed Fluid (2,5 cc/l) y Basfoliar Kelp (5 cc/l).

3.4.7. Variables evaluadas

3.4.7.1. Altura de planta

Se empleó un flexómetro para realizar mediciones en centímetros, desde la base hasta el ápice del tallo principal. Estas mediciones se efectuaron desde el día 30 hasta el día 90 posterior a la siembra, con una periodicidad de 15 días, abarcando las 12 plantas incluidas en cada tratamiento.

3.4.7.2. Diámetro del tallo

Se utilizó un calibrador pie de rey para realizar mediciones en milímetros en la base del tallo de la planta. Estas mediciones se llevaron a cabo entre el día 30 y el día 90 posteriores a la siembra, con una periodicidad de 15 días, abarcando las 12 plantas correspondientes a cada tratamiento.

3.4.7.3. Número de tallos

Se realizó un conteo manual. Estas mediciones se llevaron a cabo entre el día 30 y el día 90 posteriores a la siembra, con una periodicidad de 15 días, abarcando las 12 plantas correspondientes a cada tratamiento.

3.4.7.4. Número de tubérculos

Se llevó a cabo un conteo manual de los tubérculos recolectados de cada planta perteneciente a la parcela neta. Este registro se realizó el mismo día en que se efectuó la cosecha, garantizando una evaluación detallada de los resultados obtenidos.

3.4.7.5. Clasificación por categorías

Se realizó una clasificación manual de los tubérculos recolectados de la parcela neta, los cuales se pesaron utilizando una balanza en gramos. Estos tubérculos fueron distribuidos en tres categorías: Categoría 1, con pesos entre 101 y 150 g; Categoría 2, con pesos entre 61 y 100 g; y Categoría 3, con pesos entre 10 y 60 g.

3.4.7.6. Peso parcela neta

Se empleó una balanza para pesar en kilogramos los tubérculos cosechados de las tres categorías de cada planta de la parcela neta. Esta medición se llevó a cabo el día de la cosecha.

3.4.7.7. Rendimiento

Se empleó una balanza para pesar en kilogramos los tubérculos cosechados de las tres categorías de todas las plantas de la unidad experimental. Esta medición se llevó a cabo el día de la cosecha.

3.4.7.8. Análisis costo - beneficio

Se llevó a cabo un análisis costo/beneficio expresado en dólares (\$), tomando como referencia el rendimiento por hectárea del cultivo. Este análisis consideró los ingresos provenientes de la venta del producto y los egresos derivados de los gastos correspondientes a cada tratamiento. Los cálculos se realizaron al concluir la investigación, proporcionando una evaluación precisa de la viabilidad económica de cada tratamiento.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el experimento se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial $4 \times 3 - 1$, que incluyó 11 tratamientos y 4 repeticiones, sumando un total de 44 unidades experimentales. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa R Studio, verificando los supuestos de normalidad a través de la prueba de Shapiro y de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Bartlett para cada variable. Para las variables que cumplieran con estos supuestos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el propósito de identificar diferencias significativas entre bloques, factores y su interacción. Además, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de nivel de significancia para comparar las medias

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Altura de planta

El análisis de varianza aplicado para evaluar la altura de las plantas desde los 30 hasta los 90 días posteriores a la siembra, presentado en la Tabla 8, mostró diferencias estadísticamente significativas entre bloques, tipos de bioestimulantes, niveles de fertilización y su interacción, con valores de $p < 0.05$. Los coeficientes de variación, que fueron inferiores al 15%, reflejaron una alta precisión en los datos recopilados. Además, las alturas promedio de las plantas crecieron de manera constante a lo largo del tiempo, alcanzando un máximo de 54.53 cm a los 90 días.

Tabla 8. Análisis de varianza para la altura de planta (30, 45, 60, 75 y 90 días)

F. v	GL	Altura 1 (30 dds)	Altura 2 (45 dds)	Altura 3 (60 dds)	Altura 4 (75 dds)	Altura 5 (90 dds)
p valor						
Bloque	2	6.86e-12 ***	3.68e-09 ***	4.17e-10 ***	8.13e-10 ***	9.48e-06 ***
Bioestimulantes	3	9.02e-08 ***	1.96e-11 ***	2.38e-13 ***	5.13e-15 ***	5.18e-11 ***
Fertilización	2	6.25e-11 ***	6.63e-13 ***	3.13e-15 ***	7.12e-16 ***	1.78e-12 ***
Fertilización *						
Bioestimulantes	6	8.10e-05 ***	7.34e-07 ***	7.30e-09 ***	7.82e-08 ***	1.64e-05 ***
Error	19					
Total	32					
Media (cm)		16.06	25.36	30.63	41.30	54.53
CV (%)		10.21	12.73	12.48	11.93	13.20

Nota. Significado de los códigos: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

La prueba de Tukey al 5% para la altura de planta entre los 30 y 90 días después de la siembra, presentada en la Tabla 9, evidenció que los tratamientos con fertilización edáfica al 100% y el uso del bioestimulante Seaweed Fluid (T1) lograron consistentemente las mayores alturas promedio de las plantas en todas las mediciones realizadas, perteneciendo al grupo 'a'. Esto los posiciona como los más efectivos para promover el crecimiento en altura. Por otro lado, los tratamientos con 100% de fertilización edáfica combinados con Biol (T2) y Basfoliar kelp (T3) también obtuvieron resultados altos, aunque con diferencias menores significativas, estando en los grupos 'ab' o 'abc' según las mediciones.

En contraste, los tratamientos sin fertilización (T8, T9, T10) y el testigo absoluto (T11) mostraron las menores alturas promedio, ubicándose principalmente en los grupos 'f' o 'gh', indicando una clara desventaja en comparación con los tratamientos que incluyen fertilización y bioestimulantes.

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta (30, 45, 60, 75 y 90 días)

Tratamientos	Altura 1 (30 dds)		Altura 2 (45 dds)		Altura 3 (60 dds)		Altura 4 (75 dds)		Altura 5 (90 dds)	
	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos	Media(cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos
T1 (100%+SeawF)	25,88	a	31,73	a	38,13	a	49,41	a	65,34	a
T2 (100%+ Biol)	20,75	bc	26,52	c	34,33	bc	45,66	b	62,15	abc
T3 (100% +BasF)	22,99	ab	29,57	b	35,37	b	47,4	ab	62,91	ab
T4 (100%)	12,01	efgh	22,58	ef	25,69	e	35,64	ef	47,32	f
T5 (75%+SeawF)	15,29	def	27,12	c	32,63	c	45,35	b	59,35	bcd
T6 (75%+ Biol)	16,01	cde	25,23	cd	33,07	c	42,34	c	54,87	de
T7 (75% +BasF)	18,76	bcd	26,65	c	32,54	c	42,82	c	57,58	cde
T8 (0%+SeawF)	14,25	defg	23,28	def	28,04	d	39,05	d	53,43	e
T9 (0%+ Biol)	10,45	gh	22,37	ef	25,65	e	35,66	ef	46,68	f
T10 (0% +BasF)	11,04	fgh	23,57	de	26,59	de	37,23	de	45,94	f
T11 (Testigo abs)	9,17	h	21,27	f	24,18	e	33,65	f	44,24	f

Nota: Días después de la siembra (dds). Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: SeawF (Seaweed Fluid), y Basfoliar kelp (BasF).

4.1.2. Diámetro de tallo

El análisis de varianza realizado para el diámetro del tallo desde los 30 hasta los 90 días después de la siembra, detallado en la Tabla 10, mostró diferencias estadísticamente significativas únicamente en los factores porcentaje de fertilización y bioestimulantes, con valores de $p < 0.05$. En contraste, los bloques y la interacción entre fertilización y bioestimulantes no evidenciaron diferencias significativas, registrando valores de $p > 0.05$. El coeficiente de variación fue inferior al 15%, lo que indica una alta precisión en los datos obtenidos. Además, los diámetros promedio de los tallos mostraron un crecimiento progresivo, alcanzando un valor de 7.748 mm a los 90 días posteriores a la siembra.

Tabla 10. Análisis de varianza para el diámetro de tallo (30, 45, 60, 75 y 90 días)

F.v	GL	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	Diámetro 4	Diámetro 5
		(30 dds)	(45 dds)	(60 dds)	(75 dds)	(90 dds)
		p valor				
Bloque	2	1.56e-08 ***	3.67e-09 ***	6.18e-10 ***	3.22e-08 ***	3.19e-08 ***
Bioestimulantes	3	0.00398 **	0.00654 **	8.57e-07 ***	0.000153 ***	0.0121 *
Fertilización	2	0.00056 ***	0.01186 *	0.0266 *	0.010564 *	0.0127 *
Fertilización *	6					
Bioestimulantes	6	0.18810	0.11311	0.3026	0.7384	0.4282
Error	19					
Total	32					
Media (mm)		3.141	4.366	5.455	6.582	7.744

CV (%)	13.07	9.37	6.93	7.25	6.50
--------	-------	------	------	------	------

Nota. Significado de los códigos: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

La prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo entre los 30 y 90 días posteriores a la siembra, reflejada en la Tabla 11, evidenció que el porcentaje de fertilización tiene un efecto significativo en el diámetro del tallo a lo largo de las mediciones realizadas entre los 30 y los 90 días después de la siembra. Los tratamientos con 100% de fertilización edáfica lograron los mayores diámetros promedio en todas las etapas, perteneciendo consistentemente al grupo 'a'. Los tratamientos con 75% de fertilización edáfica también mostraron buenos resultados, compartiendo en varias mediciones el grupo 'a' y perteneciendo al grupo 'ab' en otras, indicando que las diferencias con el 100% de fertilización no son estadísticamente significativas en todos los casos. En contraste, los tratamientos con 0% de fertilización edáfica presentaron los menores valores de diámetro promedio, ubicándose en el grupo 'b', lo que confirma una diferencia estadísticamente significativa respecto a los tratamientos con niveles más altos de fertilización.

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo, Factor Porcentaje de fertilización (30, 45, 60, 75 y 90 días)

Porcentaje de fertilización	Diámetro 1 (30 dds)		Diámetro 2 (45 dds)		Diámetro 3 (60 dds)		Diámetro 4 (75 dds)		Diámetro 5 (90 dds)	
	Media (mm)	Grupos	Media (mm)	Grupos	Media (mm)	Grupos	Media (mm)	Grupos	Media (mm)	Grupos
100%	3,61	a	4,71	a	5,63	a	6,85	a	7,99	a
75%	3,22	a	4,28	ab	5,57	ab	6,74	a	7,95	a
0%	2,69	b	4,18	b	5,18	b	6,19	b	7,33	b

La prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo entre los 30 y 90 días posteriores a la siembra, reflejada en la Tabla 12, indicó que el tipo de bioestimulante tiene un efecto significativo en el diámetro del tallo desde los 30 hasta los 90 días después de la siembra. Los tratamientos con Seaweed Fluid mostraron los mayores diámetros en todas las mediciones, perteneciendo consistentemente al grupo 'a', lo que los posiciona como el bioestimulante más efectivo en comparación con los demás. Por otro lado, los tratamientos con Biol presentaron diámetros intermedios, compartiendo el grupo 'ab' en varias mediciones, mientras que Basoliar kelp mostró diámetros menores, en su mayoría dentro del grupo 'b' o 'bc'. Finalmente, las plantas sin bioestimulante tuvieron los menores diámetros, ubicándose principalmente en el grupo 'b' o 'c', lo que indica una diferencia significativa respecto al uso de bioestimulantes más efectivos como Seaweed Fluid.

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo, Factor tipo de bioestimulante (30, 45, 60, 75 y 90 días)

Tipo bioestimulante	Diámetro 1 (30 dds)		Diámetro 2 (45 dds)		Diámetro 3 (60 dds)		Diámetro 4 (75 dds)		Diámetro 5 (90 dds)	
	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos
Seaweed Fluid	3,59	a	4,63	a	6,24	a	7,28	a	8,19	a
Biol	3,12	ab	4,56	a	5,53	b	6,63	b	7,84	ab
Basfoliar kelp	2,96	b	4,24	ab	5,08	bc	6,18	b	7,43	b
Sin bioestimulante	2,74	b	3,84	b	4,71	c	6,03	b	7,37	b

4.1.3. Número de tallos

El análisis de varianza realizado para el número de tallos, presentado en la Tabla 13, reveló que la fertilización tuvo un impacto significativo en todas las etapas evaluadas ($p < 0.05$), mientras que el tipo de bioestimulante fue relevante únicamente en las etapas finales, alcanzando significancia a los 90 días. Los bloques y la interacción entre fertilización y bioestimulantes no presentaron efectos significativos ($p > 0.05$), evidenciando que no hubo influencia conjunta de estos factores. Los coeficientes de variación estuvieron por debajo del 20%, lo que reflejó una adecuada precisión en los datos obtenidos. Los valores promedio del número de tallos crecieron progresivamente con el tiempo, alcanzando un valor de 8.909 a los 90 días después de la siembra.

Tabla 13. Análisis de varianza para el número de tallos (30, 45, 60, 75 y 90 días)

F.v	GL	# tallos 1 (30 dds)	# tallos 2 (45 dds)	# tallos 3 (60 dds)	# tallos 4 (75 dds)	# tallos 5 (90 dds)
		p valor				
Bloque	2	0.9863	0.7391	0.9847	0.8434	0.8122
Bioestimulantes	3	0.1964	0.1833	0.1001	0.0865	0.0239 *
Fertilización	2	0.0211 *	0.0176 *	0.0344 *	0.0267 *	0.0195 *
Fertilización * Bioestimulantes	6	0.5195	0.4734	0.6617	0.4542	0.4574
Error	19					
Total	32					
Media (#)		6.212	7.152	7.879	8.667	8.909
CV (%)		13.86	9.15	17.78	17.47	14.76

Nota. Significado de los códigos: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

La prueba de Tukey al 5% para el número de tallo entre los 30 y 90 días posteriores a la siembra, reflejada en la Tabla 15, evidenció que el tipo de bioestimulante tiene un efecto significativo en esta variable a lo largo del período evaluado. Los tratamientos con Seaweed Fluid registraron los mayores promedios en todas las etapas, perteneciendo consistentemente al grupo 'a', lo que demuestra su efectividad como

bioestimulante. Por su parte, los tratamientos con Biol mostraron valores intermedios, compartiendo el grupo 'a' en algunas mediciones y ubicándose en el grupo 'ab' en otras, aunque fueron superados por Seaweed Fluid en varias etapas. Los tratamientos con Basfoliar kelp presentaron promedios menores, ubicándose principalmente en los grupos 'b' o 'bc', mientras que las plantas sin bioestimulante alcanzaron los valores más bajos en el número de tallos, perteneciendo mayormente al grupo 'b' o 'c'. Esto evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, destacando la superioridad de Seaweed Fluid para alcanzar un mayor número de tallos.

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para el número de tallos, Factor Porcentaje de fertilización (30, 45, 60, 75 y 90 días)

Porcentaje de fertilización	# tallos 1 (30 dds)		# tallos 2 (45 dds)		# tallos 3 (60 dds)		# tallos 4 (75 dds)		# tallos 5 (90 dds)	
	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos	Media (cm)	Grupos
100%	7,44	a	8,44	a	9,11	a	9,88	a	10,22	a
75%	6,33	ab	7,08	ab	7,83	ab	8,83	ab	8,83	ab
0%	5,16	b	6,25	b	7	b	7,58	b	8	b

La prueba de Tukey al 5% para el número de tallos a los 90 días posteriores a la siembra, reflejada en la Tabla 15, mostró que el tipo de bioestimulante tiene un efecto significativo en esta variable. Seaweed Fluid registró el mayor número promedio de tallos, perteneciendo al grupo 'a', lo que lo posiciona como uno de los tratamientos más efectivos. Basfoliar kelp también se clasificó en el grupo 'a', demostrando un resultado comparable a Seaweed Fluid. Por su parte, Biol obtuvo un número de tallos intermedio, ubicándose en el grupo 'ab'. En contraste, las plantas sin bioestimulante presentaron el menor número promedio de tallos, perteneciendo al grupo 'b', lo que evidencia una diferencia estadísticamente significativa respecto a los tratamientos con bioestimulantes.

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para el número de tallos, Factor tipo de bioestimulante (90 días)

Tipo bioestimulante	Número de tallos 5 (90 dds)	
	Media (#)	Grupos
Seaweed Fluid	9,56	a
Basfoliar kelp	9,33	a
Biol	8,89	ab
Sin bioestimulante	7,33	b

4.1.4. Número de tubérculos

El análisis de varianza realizado para el número de tubérculos por categorías, presentado en la Tabla 16, reveló que la fertilización y el tipo de bioestimulante tuvieron un impacto significativo en la Categoría 1 y en el total de categorías ($p < 0.05$), subrayando su relevancia en la producción de tubérculos. Además, la interacción entre fertilización y bioestimulantes también presentó un efecto significativo en la Categoría 1 ($p < 0.05$), evidenciando que la combinación de estos factores influye de manera conjunta en esta categoría. En la Categoría 2, los bloques fueron el único factor con significancia estadística ($p < 0.05$), reflejando diferencias atribuibles a las condiciones experimentales. Para la Categoría 3, no se observaron efectos significativos en la interacción ni en otros factores evaluados ($p > 0.05$). Los coeficientes de variación (CV), todos menores al 15%, aseguran una adecuada precisión en los datos obtenidos con un promedio total de tubérculos de 12,94 kg.

Tabla 16. Análisis de varianza para el número de tubérculos por categorías

F.v	GL	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Total, Categorías
		p valor			
Bloque	2	0.925269	0.00474 **	0.0564	0.09201
Bioestimulantes	3	1.86e-05 ***	0.92820	0.6852	0.00873 **
Fertilización	2	8.82e-13 ***	0.30515	0.1973	1.71e-07 ***
Fertilización * Bioestimulantes	6	0.000128 ***	0.97037	0.7624	0.75959
Error	19				
Total	32				
Media (#)		12.58	10.06	10.64	12.94
CV (%)		9.91	9.10	10.54	7.36

Nota. Significado de los códigos: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

La prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos en la Categoría 1, presentada en la Tabla 17, evidenció que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica combinados con Seaweed Fluid (T1), Biol (T2) y Basfoliar kelp (T3) lograron los mayores números promedio de tubérculos, ubicándose consistentemente en el grupo 'a'. Esto refleja la efectividad de estos tratamientos al 100% en la producción de tubérculos de esta categoría. En contraste, los demás tratamientos, incluidos aquellos con niveles de fertilización del 75% y 0%, así como el testigo absoluto, registraron números promedio significativamente menores, agrupándose en el grupo 'b'. Estos resultados destacan una diferencia clara y significativa entre los tratamientos con 100% de fertilización combinados con ciertos bioestimulantes y los tratamientos con niveles más bajos de fertilización o ausencia de bioestimulantes.

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para el número de tubérculos categoría 1

Tratamientos	Categoría 1	
	Media (#)	Grupos
T1 (100%+SeawF)	20,33	a
T2 (100%+ Biol)	19,66	a
T3 (100% +BasF)	18,33	a
T4 (100%)	10,66	b
T5 (75%+SeawF)	10,66	b
T6 (75%+ Biol)	11,33	b
T7 (75% +BasF)	10,66	b
T8 (0%+SeawF)	9,66	b
T9 (0%+ Biol)	9,33	b
T10 (0% +BasF)	9,33	b
T11 (Testigo abs)	8,33	b

Nota: Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: SeawF (Seaweed Fluid) y Basfoliar kelp (BasF).

La prueba de Tukey al 5% para el número total de tubérculos, reflejada en la Tabla 18, evidenció que el porcentaje de fertilización tiene un efecto significativo en esta variable. Los tratamientos con 100% de fertilización edáfica registraron el mayor número promedio de tubérculos, clasificándose en el grupo 'a', lo que destaca su eficacia para optimizar la producción total. Los tratamientos con 75% de fertilización edáfica mostraron resultados intermedios, perteneciendo al grupo 'ab', lo que indica diferencias no significativas frente al 100%. En contraste, los tratamientos con 0% de fertilización edáfica registraron el menor número promedio de tubérculos, ubicándose en el grupo 'b', reflejando una diferencia estadísticamente significativa respecto a los tratamientos con niveles más altos de fertilización.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para el número total de tubérculos, Factor tipo de bioestimulante

Porcentaje de fertilización	Número de tubérculos Total	
	Media (#)	Grupos
100%	36,89	a
75%	35,00	ab
0%	27,92	b

La prueba de Tukey al 5% para el número total de tubérculos, presentada en la Tabla 19, evidenció que el tipo de bioestimulante tiene un efecto significativo en esta variable. Los tratamientos con Seaweed Fluid y Basfoliar kelp lograron los mayores números promedio de tubérculos, perteneciendo consistentemente al grupo 'a', lo que refleja su efectividad en la producción total. Por su parte, Biol obtuvo un resultado

intermedio, ubicándose en el grupo 'ab', mientras que los tratamientos sin bioestimulante registraron el menor número promedio de tubérculos, clasificándose en el grupo 'b'. Estos resultados resaltan la superioridad de los tratamientos con bioestimulantes, particularmente Seaweed Fluid y Basfoliar kelp, frente a los tratamientos sin bioestimulantes en la optimización de la producción total de tubérculos.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para el número total de tubérculos, Factor tipo de bioestimulante

Tipo bioestimulante	Número de tubérculos Total	
	Media (#)	Grupos
Seaweed Fluid	34,56	a
Basfoliar kelp	33,44	a
Biol	33,00	ab
Sin bioestimulante	29,67	b

4.1.5. Peso parcela neta

El análisis de varianza realizado para el peso de parcela neta, presentado en la Tabla 20, demostró que la fertilización, el tipo de bioestimulante y su interacción ejercieron un impacto significativo en todas las categorías evaluadas ($p < 0.05$), con la excepción del bioestimulante en la categoría 3. Estos resultados destacan cómo la combinación de dichos factores contribuye de manera conjunta al peso total. Los coeficientes de variación, todos inferiores al 15%, garantizan la precisión y confiabilidad de los datos obtenidos, con un peso promedio total de 2,62 kg.

Tabla 20. Análisis de varianza para el peso de parcela neta

F.v	GL	Categoría			Total, Categorías
		1	2	3	
					p valor
Bloque	2	0.34344	0.00135 **	0.0179 *	0.00351 **
Bioestimulantes	3	0.01155 *	2.19e-07 ***	0.1239	1.45e-14 ***
Fertilización	2	5.35e-09 ***	2.34e-13 ***	2.03e-14 ***	< 2e-16 ***
Fertilización *	6	0.00637 **	0.00919 **	4.53e-07 ***	3.45e-09 ***
Error	19				
Total	32				
Media (Kg)		1.26	0.78	0.27	2.62
CV (%)		7.22	4.30	11.30	5.72

Nota. Significado de los códigos: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

La prueba de Tukey al 5% para el peso de parcela neta, reflejada en la Tabla 21, evidenció que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica combinados con Seaweed Fluid (T1) obtuvieron los mayores rendimientos en las categorías 1 y 2, así

como en el promedio total, clasificándose en el grupo 'a'. Los tratamientos con 100% de fertilización edáfica combinados con Biol (T2) y Basoliar kelp (T3) también lograron buenos resultados, ubicándose en el grupo 'b'. Por otro lado, los tratamientos con niveles más bajos de fertilización (75% y 0%), junto con el testigo absoluto, registraron menores pesos promedio, clasificándose en los grupos 'c' y 'd', lo que evidencia una diferencia estadísticamente significativa respecto a los tratamientos al 100%. En la categoría 3, destaca que T7 (75% + BasF) alcanzó el mayor peso promedio, perteneciendo al grupo 'a', lo que subraya la importancia de ciertos bioestimulantes incluso con niveles de fertilización reducidos.

Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para el peso de parcela neta

Tratamientos	Categoría 1		Categoría 2		Categoría 3		Total, Categorías	
	Media (Kg)	Grupos	Media (Kg)	Grupos	Media (Kg)	Grupos	Media (Kg)	Grupos
T1 (100%+SeawF)	1,52	a	0,98	a	0,11	g	3,9	a
T2 (100%+ Biol)	1,45	abc	0,9	abc	0,15	fg	3,5	b
T3 (100% +BasF)	1,48	ab	0,95	ab	0,13	fg	3,56	b
T4 (100%)	1,31	bcd	0,78	de	0,35	cd	2,42	c
T5 (75%+SeawF)	1,30	bcd	0,85	bcd	0,47	ab	2,62	c
T6 (75%+ Biol)	1,29	cd	0,8	de	0,4	bc	2,48	c
T7 (75% +BasF)	1,29	cd	0,84	cd	0,5	a	2,64	c
T8 (0%+SeawF)	1,15	de	0,71	ef	0,26	de	2,12	d
T9 (0%+ Biol)	1,11	e	0,62	fg	0,22	ef	1,94	d
T10 (0% +BasF)	1,11	e	0,65	fg	0,25	e	2,01	d
T11 (Testigo abs)	0,85	f	0,6	g	0,2	efg	1,65	e

Nota: Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: SeawF (Seaweed Fluid) y Basfoliar kelp (BasF).

4.1.6. Peso de tubérculo por categoría

El análisis de varianza realizado para el peso de tubérculo por categoría, presentado en la Tabla 22, evidenció que la fertilización tuvo un impacto significativo en las categorías 1 y 2 ($p < 0.05$), no se observaron diferencias significativas en la categoría 3, subrayando su importancia en la determinación del peso de los tubérculos. Por su parte, el tipo de bioestimulante mostró un efecto significativo únicamente en la Categoría 2 ($p < 0.05$), mientras que no se observaron diferencias significativas en las Categorías 1 y 3. La interacción entre fertilización y bioestimulantes no presentó efectos significativos en ninguna de las categorías evaluadas ($p > 0.05$). Los coeficientes de variación inferiores al 10%, aseguran una adecuada precisión en los datos obtenidos. Las medias generales reflejaron un mayor peso promedio de los tubérculos en la Categoría 1 (120.9 g), seguido por la Categoría 2 (79.18 g) y finalmente la Categoría 3 (26.73 g).

Tabla 22. Análisis de varianza para el peso de tubérculo por categoría

F.v	GL	Categoría		
		Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
			p valor	
Bloque	2	0.9324	0.26596	0.10478
Bioestimulantes	3	0.1642	0.00361 **	0.85703
Fertilización	2	0.0222 *	2.77e-06 ***	0.0925
Fertilización * Bioestimulantes	6	0.8371	0.75254	0.47567
Error	19			
Total	32			
Media (g)		120.9	79.18	26.73
CV (%)		9.23	9.44	7.67

Nota. Significado de los códigos: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1.

La prueba de Tukey al 5% para el peso de tubérculo, presentada en la Tabla 23, evidenció que el porcentaje de fertilización tiene un efecto significativo en esta variable en todas las categorías evaluadas. Los tratamientos con 100% de fertilización edáfica registraron los mayores pesos promedio de tubérculos en las tres categorías, clasificándose en el grupo 'a'. Por su parte, los tratamientos con 75% de fertilización edáfica mostraron resultados intermedios, ubicándose en el grupo 'ab' en las categorías 1 y 3, mientras que en la categoría 2 mantuvieron su clasificación en el grupo 'a'. En contraste, los tratamientos con 0% de fertilización edáfica presentaron los menores pesos promedio de tubérculos en todas las categorías, perteneciendo al grupo 'b', lo que evidencia diferencias estadísticamente significativas respecto a los niveles más altos de fertilización. Estos resultados destacan la importancia de los mayores porcentajes de fertilización para maximizar el peso de los tubérculos.

Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para el peso de tubérculo, Factor Porcentaje de fertilización

Porcentaje de fertilización	Categoría 1		Categoría 2		Categoría 3	
	Media (g)	Grupos	Media (g)	Grupos	Media (g)	Grupos
100%	127,91	a	88,83	a	28,56	a
75%	119,78	ab	82,67	a	26,33	ab
0%	114,83	b	66,92	b	25,75	b

La prueba de Tukey al 5% para el peso de tubérculo en la Categoría 2, presentada en la Tabla 24, evidenció que el tipo de bioestimulante tiene un efecto significativo en esta variable. Los tratamientos con Seaweed Fluid y Biol lograron los mayores pesos promedio de tubérculos, ubicándose en el grupo 'a', lo que destaca su eficacia para optimizar esta categoría. Por su parte, Basoliar kelp mostró un rendimiento intermedio,

clasificándose en el grupo 'ab'. En contraste, los tratamientos sin bioestimulante obtuvieron el menor peso promedio de tubérculo, clasificándose en el grupo 'b', reflejando una diferencia estadísticamente significativa respecto a los tratamientos con bioestimulantes.

Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para el peso de tubérculo Categoría 2, Factor tipo de bioestimulante

Tipo bioestimulante	Peso de tubérculo (Cat 2)	
	Media (g)	Grupos
Seaweed Fluid	85,78	a
Biol	80,67	a
Basoliar kelp	77,89	ab
Sin bioestimulante	69,00	b

4.1.7. Rendimiento

El análisis de varianza realizado para el rendimiento del cultivo, presentado en la Tabla 25, mostró que la fertilización, el tipo de bioestimulante y su interacción tuvieron un impacto significativo en todas las categorías analizadas ($p < 0.05$). Asimismo, en la Categoría 2 y el total de categorías, se identificaron diferencias significativas asociadas a los bloques, mientras que en la Categoría 1 este factor no demostró relevancia estadística ($p > 0.05$). Los coeficientes de variación, todos inferiores al 20%, reflejan una alta precisión en los datos obtenidos, siendo especialmente confiables en las mediciones del total de categorías. El rendimiento promedio total alcanzó los 27.71 kg/UE, lo que equivale a 13,854 kg/ha.

Tabla 25. Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo

F.v	GL	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Total, Categorías
		p valor			
Bloque	2	0.17297	0.000135 ***	0.00155 **	0.000256 ***
Bioestimulantes	3	1.66e-11 ***	4.72e-09 ***	7.19e-11 ***	6.61e-11 ***
Fertilización	2	< 2e-16 ***	2.53e-14 ***	0.03032 *	< 2e-16 ***
Fertilización *	6	0.00615 **	0.00744 **	1.14e-05 ***	0.00823 **
Error	19				
Total	32				
Media (Kg/UE)		17.52	7.89	2.29	27.71
Media (Kg/ha)		8759	3946	1149,2	13854
CV (%)		7.72	10.87	18.19	6.35

Nota. Significado de los códigos: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.
Unidad experimental (UE), hectárea (ha)

La prueba de Tukey al 5% para el rendimiento del cultivo, presentada en la Tabla 26, y 27 reveló que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica combinados con

Seaweed Fluid (T1) alcanzaron el mayor rendimiento promedio en las categorías 1 y 2, así como en el total de categorías, clasificándose consistentemente en el grupo 'a'. Este tratamiento sobresale por su capacidad para maximizar el rendimiento general. Por otro lado, los tratamientos con 100% de fertilización combinados con Biol (T2) y Basoliar kelp (T3) también lograron buenos resultados, ubicándose en el grupo 'bc' y 'b', respectivamente, en el total de categorías, destacando su efectividad, aunque con menor rendimiento que T1. En la categoría 3, los rendimientos fueron más variados, y se observa que T4 (100% de fertilización sin bioestimulante) obtuvo el mayor valor promedio, clasificándose en el grupo 'a', lo que resalta su relevancia específica para esta categoría. Por el contrario, los tratamientos con niveles de fertilización más bajos (75% y 0%) y el testigo absoluto presentaron rendimientos significativamente menores, ubicándose en los grupos 'c', 'd', 'e', y 'f' dependiendo de la categoría evaluada, evidenciando diferencias claras respecto a los tratamientos con 100% de fertilización.

Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento del cultivo por unidad experimental

Tratamientos	Categoría 1		Categoría 2		Categoría 3		Total, Categorías	
	Media (Kg)	Grupos	Media (Kg)	Grupos	Media (Kg)	Grupos	Media (Kg)	Grupos
T1 (100%+SeawF)	31,90	a	13,47	a	1,21	d	46,57	a
T2 (100%+ Biol)	24,67	bc	10,88	bc	1,6	cd	37,16	bc
T3 (100% +BasF)	26,62	b	12,17	ab	1,11	d	39,9	b
T4 (100%)	18,20	de	8,53	cd	5,46	a	32,2	c
T5 (75%+SeawF)	21,79	cde	10,07	bc	1,82	cd	33,69	c
T6 (75%+ Biol)	17,83	e	6,78	de	1,78	cd	26,41	d
T7 (75% +BasF)	21,95	cd	9,16	cd	1,23	d	32,36	c
T8 (0%+SeawF)	10,44	f	5,62	ef	2,13	cd	18,19	e
T9 (0%+ Biol)	7,13	f	3,48	fg	2,59	bc	13,19	e
T10 (0% +BasF)	9,20	f	5,35	ef	2,69	bc	17,24	e
T11 (Testigo abs)	2,92	g	1,29	g	3,62	b	7,87	f

Nota: Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: SeawF (Seaweed Fluid) y Basoliar kelp (BasF).

Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento del cultivo por hectárea

Tratamientos	Categoría 1		Categoría 2		Categoría 3		Total, Categorías	
	Media (Kg)	Grupos	Media (Kg)	Grupos	Media (Kg)	Grupos	Media (Kg)	Grupos
T1 (100%+SeawF)	15949,58	a	6733,4	a	604,02	d	23287	a
T2 (100%+ Biol)	12338,06	bc	5441,36	bc	804,14	cd	18583,6	bc
T3 (100% +BasF)	13312,01	b	6083,95	ab	557,38	d	19953,3	b
T4 (100%)	9101,13	de	4263,23	cd	2733,33	a	16100,7	c
T5 (75%+SeawF)	10896,84	cde	5037	bc	911,65	cd	16845,5	c
T6 (75%+ Biol)	8918,90	e	3393,33	de	894,98	cd	13207,2	d
T7 (75% +BasF)	10978,67	cd	4582,65	cd	618,19	d	16179,5	c
T8 (0%+SeawF)	5223,17	f	2808,48	ef	1065,25	cd	9096,9	e
T9 (0%+ Biol)	3566,86	f	1738,51	fg	1293,24	bc	6598,61	e
T10 (0% +BasF)	4600,73	f	2675,14	ef	1347,02	bc	8622,9	e
T11 (Testigo abs)	1459,53	g	647,05	g	1811,98	b	3918,67	f

Nota: Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: SeawF (Seaweed Fluid) y Basfoliar kelp (BasF).

4.1.8. Análisis costo - beneficio

El análisis costo/beneficio del cultivo de papa amarilla presentada en la Tabla 28 evidenció que el tratamiento más eficiente fue aquel que combinó una fertilización edáfica al 100% con el bioestimulante Seaweed Fluid (100%:S FLUID), logrando el mayor rendimiento (23.287 Kg/ha), el ingreso total más elevado (9.098,24 USD) y una sobresaliente relación costo/beneficio de 2,59, lo que se tradujo en una ganancia de 1,59 USD por cada dólar invertido. En el extremo opuesto, el tratamiento menos favorable fue el 0%: SIN BIO (testigo absoluto), sin aplicación de fertilizantes ni bioestimulantes, que registró el rendimiento más bajo (3.918,67 Kg/ha), el ingreso más reducido (1.017,51 USD) y una relación costo/beneficio negativo de 0,50, lo que generó pérdidas. En términos generales, los tratamientos que incluyeron un mayor nivel de fertilización edáfica junto con bioestimulantes, en especial Seaweed Fluid y Basfoliar kelp, ofrecieron un desempeño económico superior.

Tabla 28. Análisis costo/beneficio para el cultivo de papa amarilla

Tratamientos	Rend Kg/Ha	Rend Sacos/ Ha	Rend Cat1 Sacos/ Ha	Rend Cat2 Sacos/ Ha	Rend Cat3 Sacos/ Ha	Venta Cat 1 USD/sa co	Venta Cat 2 USD/sa co	Venta Cat 3 USD/sa co	Ingreso Cat 1 USD	Ingreso Cat 2 USD	Ingreso Cat 3 USD	Ingreso Total USD	Costo por tratamiento USD	Costo Beneficio USD	Beneficio Directo USD
T1 (100%+SeawF)	23287	465,74	318,99	134,67	12,08	22	15	5	7017,82	2020,02	60,402	9098,24	3516,108	2,59	1,59
T2 (100%+ Biol)	18583,56	371,67	246,76	108,83	16,08	22	15	5	5428,75	1632,41	80,414	7141,57	3568,608	2,00	1,00
T3 (100% +BasF)	19953,34	399,07	266,24	121,68	11,15	22	15	5	5857,28	1825,19	55,738	7738,21	3239,858	2,39	1,39
T4 (100%)	16100,7	322,01	182,02	85,26	54,67	22	15	5	4004,5	1278,97	273,333	5556,80	3093,608	1,80	0,80
T5 (75%+SeawF)	16845,51	336,91	217,94	100,74	18,23	22	15	5	4794,61	1511,1	91,165	6396,87	3254,858	1,97	0,97
T6 (75%+ Biol)	13207,22	264,14	178,38	67,87	17,90	22	15	5	3924,32	1018	89,498	5031,81	3307,358	1,52	0,52
T7 (75% +BasF)	16179,52	323,59	219,57	91,65	12,36	22	15	5	4830,61	1374,8	61,819	6267,23	2978,608	2,10	1,10
T8 (0%+SeawF)	9096,9	181,94	104,46	56,17	21,31	22	15	5	2298,19	842,544	106,525	3247,26	2467,358	1,32	0,32
T9 (0%+ Biol)	6598,61	131,97	71,34	34,77	25,86	22	15	5	1569,42	521,553	129,324	2220,30	2519,858	0,88	-0,12
T10 (0% +BasF)	8622,9	172,46	92,01	53,50	26,94	22	15	5	2024,32	802,542	134,702	2961,57	2191,108	1,35	0,35
T11 (Test abs)	3918,67	78,37	29,19	12,94	36,24	22	15	5	642,193	194,115	181,198	1017,51	2044,858	0,50	-0,50

Nota: Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: SeawF (Seaweed Fluid) y Basfoliar kelp (BasF).

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos destacan que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica generaron los mayores rendimientos promedio, alcanzando 13,854 kg/ha en el rendimiento total. Este hallazgo coincide con lo señalado por Mora et al. (2021), quienes reportaron que el tratamiento con 100% NPK + Fosfotic alcanzó un rendimiento de 2.29 kg de tubérculos por planta, produciendo en promedio 12.88 tubérculos de primera categoría por planta, lo que optimiza el aprovechamiento de nutrientes y reduce los costos asociados. En cambio, en la presente investigación, los tratamientos con niveles de fertilización reducidos (75% y 0%) mostraron descensos significativos, con rendimientos totales de 16,845 kg/ha y 9,096 kg/ha, respectivamente. Esto pone de manifiesto la necesidad de mantener niveles adecuados de fertilización para cumplir con las demandas nutricionales del cultivo de papa. En línea con estos resultados, Vallejos et al. (2021) observaron que los tratamientos más efectivos lograron rendimientos de 30 t/ha al usar Maxim SEPA más Tricobal, consolidando así la fertilización eficiente como una práctica clave para sistemas agrícolas sostenibles.

Los bioestimulantes, especialmente aquellos basados en extractos de algas marinas como Seaweed Fluid, demostraron un impacto significativo en parámetros clave como el peso y rendimiento total. En la presente investigación, T1 (100% + Seaweed Fluid) alcanzó el rendimiento más alto, con 23,287 kg/ha, clasificándose como el tratamiento más efectivo en todas las categorías. Estos resultados concuerdan con los de Medina et al. (2024), quienes reportaron un rendimiento de 46.7 t/ha al utilizar un bioestimulante basado en extractos de algas marinas (SWE), en comparación con el tratamiento testigo que obtuvo 39.4 t/ha. De igual manera, Cordero (2018) destacó que la aplicación de Cipler® (derivado de algas marinas) incrementó la calidad y el peso de la cosecha, alcanzando un rendimiento de 39.9 t/ha, significativamente superior al tratamiento testigo con 19.9 t/ha. Incluso en otros cultivos, como la zanahoria, Valerio y Medina (2024) encontraron que el extracto de algas marinas incrementó el rendimiento promedio a 45.34 t/ha, resaltando la versatilidad y efectividad de estos productos en diversas especies agrícolas.

La interacción entre la fertilización y los bioestimulantes evidenció efectos significativos en varias categorías, particularmente en el rendimiento total y en la Categoría 1 ($p < 0.05$). En la presente investigación, tratamientos como T1 (100% +

Seaweed Fluid) lograron un rendimiento total de 23,287 kg/ha, destacando la sinergia entre ambos factores. Este fenómeno puede explicarse por la capacidad de los bioestimulantes para mejorar la disponibilidad y la absorción de nutrientes, optimizando el desarrollo del cultivo. Aunque Benavides (2019) no encontró efectos significativos al evaluar la interacción entre humus de lombriz y el bioestimulante Orgabiol, nuestros resultados sugieren que combinaciones cuidadosamente seleccionadas pueden ser esenciales para maximizar el rendimiento en cultivos con altos requerimientos nutricionales como la papa.

Si bien los resultados generales fueron positivos, las categorías evaluadas revelaron diferencias marcadas. La Categoría 3, por ejemplo, mostró los rendimientos más bajos, con un promedio de 1,149.2 kg/ha, significativamente inferior a las otras categorías. Esto podría deberse a factores como la competencia por nutrientes o limitaciones durante las etapas iniciales de desarrollo. Vallejos et al. (2021) demostraron que un mayor contenido de clorofila, vinculado a una mayor eficiencia fotosintética, tiene una correlación directa con el rendimiento. Esto sugiere que variables fisiológicas como la acumulación de biomasa y la fotosíntesis deben considerarse para optimizar la producción en categorías específicas.

Los hallazgos de la presente investigación tienen implicaciones prácticas directas para el sector agrícola, reafirmando que tratamientos como T1 (100% + Seaweed Fluid) representan estrategias efectivas y consistentes para maximizar el rendimiento. Este tratamiento logró rendimientos de hasta 23,287 kg/ha, manteniéndose como el más rentable, tal como reportaron también Medina et al. (2024). Por otro lado, Mora et al. (2021) demostraron que la combinación de NPK con biofertilizantes optimiza tanto la productividad como la sostenibilidad económica, alcanzando una relación costo-beneficio favorable y resultados consistentes en las pruebas de campo. La presente investigación confirma que la fertilización completa, junto con la aplicación estratégica de bioestimulantes, tiene el potencial de transformar la producción de papa, haciéndola más sostenible y rentable. Estos hallazgos, con un respaldo sólido en estudios previos, validan la aplicabilidad de estas prácticas en diversos entornos agroecológicos y refuerzan su relevancia para el futuro de la agricultura moderna.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El tratamiento T1 (100% + Seaweed Fluid) destacó con los mejores resultados en el desarrollo fenológico del cultivo, logrando una altura promedio de 85.2 cm, un diámetro de tallo de 8.5 mm y un número promedio de 6.4 tallos por planta a los 90 días, superando notablemente a los tratamientos con niveles más bajos de fertilización o sin bioestimulantes.
- En cuanto al rendimiento, el tratamiento T1 (100% + Seaweed Fluid) sobresalió con un promedio total de 23,287 kg/ha, siendo significativamente más alto en comparación con los demás tratamientos analizados.
- Desde el punto de vista económico, el tratamiento T1 (100% + Seaweed Fluid) resultó ser el más rentable, con un retorno de 1.59 USD por cada dólar invertido, consolidándose como la alternativa más eficiente. No obstante alternativas como el T5 (75% + Seaweed Fluid) también mostraron una rentabilidad aceptable con una inversión menor, con un beneficio directo de 0.97 USD por cada dólar invertido.
- Este estudio concluye que la combinación de una fertilización edáfica completa con bioestimulantes, especialmente Seaweed Fluid, contribuye de manera notable al desarrollo fenológico, al aumento del rendimiento y a la mejora de la rentabilidad del cultivo de papa variedad nativa Chaucha Amarilla. Estos resultados son fundamentales para implementar prácticas agrícolas sostenibles que maximicen la productividad.

5.2. RECOMENDACIONES

- Llevar a cabo investigaciones adicionales que permitan identificar las dosis más adecuadas del bioestimulante Seaweed Fluid para distintas fases del desarrollo fenológico en diversas variedades de papa, con el objetivo de optimizar la productividad.

- Realizar experimentos con otros cultivos agrícolas relevantes, evaluando diferentes concentraciones de Seaweed Fluid para analizar su efecto en el desarrollo fenológico, el rendimiento y la calidad de los productos obtenidos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bloomberg. (2022). El aumento de los costos de fertilizantes está alcanzando a los productores de arroz. AGRONEGOCIOS. <https://www.agronegocios.co/agricultura/el-aumento-de-los-costos-de-fertilizantes-esta-alcanzando-a-los-productores-de-arroz-3344695>
- Benavides, E. (2019). Rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*, grupo phureja), cultivar amarilla redonda, con tres dosis de humus y tres niveles de bioestimulante foliar. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2977/RENDIMIENTO%20DE%20LA%20PAPA%20%28Solanum%20tuberosum%20grupo%20Phureja%29%20con%20tres%20dosis%20de%20humus%20y%20tres%20niveles%20d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, B., Ruiz, J. O., Manrique, M. A., & Pozo, C. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete. *Revista ESPACIOS*, 41(10). <https://www.revistaespacios.com/a20v41n10/20411011.html>
- Castillo, C., Cuesta, X., Racines, M. (2021). Manual del cultivo de papa para pequeños productores (3.ª edición). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MANUAL%20DE%20PAPA%202020%203era%20edici%C3%B3n.pdf>
- Catawba. (2021). Fertilizante para peces. <https://www.catawbabrand.com/SeawFertilizer/>
- Centro Internacional de la papa (CIP), (2017). DATOS Y CIFRAS DE LA PAPA. International Potato Center. <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>
- Céspedes, S. (2020). Respuesta de la papa criolla (*Solanum phureja*) a la aplicación de un bioestimulante en condiciones de estrés hídrico. Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2845>
- Cordero, E. A. F. (2018). Evaluación del efecto del Cipler® a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* en la calidad de la papa en la Zona Norte de Cartago. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10502/evaluacion_efecto_cipler_calidad_papa.pdf?sequence=1
- Cuesta X., Monteros, C., Racines M. y Rivadeneira, J. (2022). Catálogo de variedades de papa. Segunda edición. Publicación Miscelánea No. 427. Quito (Ecuador). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 28 p


- Devaux, A., Hareau, G., Ordinola, M., Andrade, J., y Thiele, G. (2021). Las papas nativas: de ser un cultivo olvidado al boom culinario e innovación de mercado. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 25(2), 3-14. <https://doi.org/10.37066/ralap.v25i2.429>
- EDIFARM. (2016). Vademécum agrícola. Fertilizantes, Bioestimulantes, Reguladores. Obtenido de: <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/OLIAR KELPSUSPENSIVO%20D3N%201616121B1Zn-20180126-125834.pdf>
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). (2023). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Superficie y producción del cultivo de papa: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Fertilizar. (2022). Bioestimulantes un aporte a producciones sostenible. <https://fertilizar.org.ar/bioestimulantes-un-aporte-a-producciones-sostenible/#:~:text=Un bioestimulante es cualquier sustancia, independientemente de su composición nutricional.>
- Guerrero, M. (2016). Rendimientos de papa en Ecuador. Recuperado el 10 de octubre del 2023, de https://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_papa.pdf
- InfoAgro, P. (2023, March 28). Anatomía de la papa y sus requerimientos edafoclimáticos. *Revista InfoAgro México*. <https://mexico.infoagro.com/anatomia-de-la-papa-y-sus-requerimientos-edafoclimaticos/>
- Kaur, R., Mavi, G., Raghav, S., y Khan, I. (2019). Clasificación de los plaguicidas y su impacto en el medio ambiente. *Revista Internacional de Microbiología Actual y Ciencias Aplicadas*, 8, 1889-1897. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.224>
- Lara, (2009). "Evaluación de Varios Bioestimulantes Foliares en la Producción del Cultivo de Soya, & de Los Ríos", en la Z. de B. P. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Edu.Ec. Recuperado el 20 de noviembre del 2020, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6573/1/D-39141.pdf>
- Medina Avendaño, JD, Pinzón-Sandoval, EH y Torres-Hernández, DF (2024). Mejora del crecimiento y productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) mediante el uso de bioestimulantes. *Agronomía Colombiana*, 42 (2), e114683. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v42n2.114683>
- Miño E, (2023). Reporte de análisis de suelo "Campo: Biol Bovino". LABONORT. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/null.pdf>

- Monteros, A et al (2005). Las papas nativas en el Ecuador. Cipotato.org. Recuperado el 10 de octubre del 2023, de https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/papas_nativas_ecuador.pdf
- Monteros, J., y Reinoso, R. (2010). Biodiversidad y oportunidades de mercado para las papas nativas ecuatorianas. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/3117/1/iniapsc328b.pdf>
- Monteros, J., y Reinoso, R. (2010). Biodiversidad y oportunidades de mercado para las papas nativas ecuatorianas. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/3117/1/iniapsc328b.pdf>
- Monteros, A. (2018). Conservación en finca de variedades locales de papa en Ecuador. *Agronomía Colombiana*, 36(3), 189-200. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v36n3.66640>
- Mora, S., Flores, S., Chulde, J., Puetate, L., & Revelo, V. (Enero - junio de 2021). Alternativas de fertilización empleando bioestimulantes y biofertilizantes para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En Montúfar – Carchi. *Sathiri: Sembrador* (16)1, 132-143. <https://doi.org/10.32645/13906925.1045>
- Morales, F. (2016). Sociedades precolombinas asociadas a la domesticación y cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en Sudamérica. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.37066/ralap.v14i1.139>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2022). Uso de plaguicidas, comercio de plaguicidas e indicadores de plaguicidas. Tendencias mundiales, regionales y nacionales, 1990-2020. FAOSTAT Analytical Briefs: <https://www.fao.org/3/cc0918en/cc0918en.pdf>
- Peña, J. (2012). Zonificación de la hacienda San Francisco y el aprendizaje de los estudiantes de la escuela de desarrollo integral agropecuario [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5475/3/Mg.DCEv.Ed.1705.pdf>
- Perera, K. H., Udeshani, W. A., Piyathilake, I. D., Wimalasiri, G. E., Kadupitiya, H. K., Udayakumara, E. P., y Gunatilake, S. K. (2020). Evaluación de la calidad del suelo y de los riesgos de erosión en el distrito de Moneragala (Sri Lanka). *Applied Sciences*, 2(12), 2175. <https://doi.org/10.1007/s42452020-03926-1>
- Pozo, G. (2019). Caracterización del biol producido en biodigestores de tipo tradicional y de cúpula fija [Universidad Estatal Amazónica Departamento Ciencias de la Tierra Ingeniería Agropecuaria]. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/632/1/T.A>


Facultad ciencias de la salud y servicios sociales. Edu.Ec. Recuperado el 10 de octubre del 2023, de <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/6660/1/VERA%20SALAVARRIA%20FERNANDA%20LEONOR.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


ESTUDIANTE: Tupe Teca Sandy Gerabel		CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401962204	
PERIODO ACADÉMICO: 2025 A		PRESIDENTE TRIBUNAL: MSC. HERRERA RAMÍREZ CARLOS DAVID	
DOCENTE: PHD. MORA QUILISMAL RAMIRO SEGUNDO		DOCENTE TUTOR: MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER	
TEMA DEL TIC: Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de papa nativa variedad chaucha amarilla (Solanum phureja) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC.			

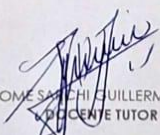
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,67	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,67	Actualizar el marco teórico en base a la variedad de papa del experimento.
3	METODOLOGÍA	8,67	
4	RESULTADOS	8,67	
5	DISCUSIÓN	8,67	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,67	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,67	Argumentar la venta de las categorías de papa.
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,67	

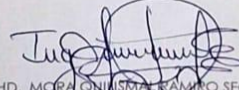
Obteniendo una nota de: **8,67** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 11 de junio de 2025**


 MSC. HERRERA RAMÍREZ CARLOS DAVID
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
 DOCENTE TUTOR


 PHD. MORA QUILISMAL RAMIRO SEGUNDO
 DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN
AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Sandy Gerabell Tupe Teca				
DATE: Lunes, 16 de junio de 2025				
Topic: Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de papa nativa variedad chaucha amarilla (Solanum phureja) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: Sandy Gerabell Tupe Teca

Fecha de recepción del abstract: Lunes, 16 de junio de 2025

Fecha de entrega del informe: Lunes, 16 de junio de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
MARTHA ARACELY
VIVEROS ALMEIDA

Validar electrónicamente con FirmADIC

MA. Martha Viveros
Docente responsable del
CIDEN

Anexo 3. Costos de producción por ha del cultivo de papa amarilla

Tabla 29. Costos de producción por ha del cultivo de papa amarilla Mejor Tratamiento T1

Sistema: Área: 80 m²		Semi-tecnificado		Centro Experimental San Francisco	UPEC
Materiales		Unidades	Medida	Lugar Responsable Costo unitario	Sandy Tupe Costo total
Mano de obra					16.89
Preparación de terreno (Tractor)	1	Unidad	1.31	1.31	
Trazado de parcelas	2	Personal	0.26	0.52	
Surcado	2	Personal	0.26	0.52	
Aplicación de cal	1	Personal	0.26	0.26	
Desinfección de suelo semilla	1	Personal	0.22	0.22	
Siembra	2	Personal	0.26	0.52	
Labores culturales					
Retape, aporque, deshierba	6	Personal	0.52	3.12	
Control Fitosanitario	12	Personal	0.26	3.12	
Aplicación Bioestimulantes	5	Personal	0.26	1.30	
Cosecha	4	qq	1.50	6.00	
Materiales					6.24
Piola cono de fibra	1	Unidad	0.22	0.22	
Estacas	12	Unidad	0.32	3.84	
Letreros	3	Unidad	0.36	1.08	
Costales	4	Unidad	0.22	0.88	
Cabuya	1	Unidad	0.22	0.22	
Equipos					5.97
Tanque de 200 l	1	Unidad	25	25	
Bomba de mochila	1	Unidad	20	30	
Flexómetro	1	Unidad	5	5	
Calibrador pie de rey	1	Unidad	18	18	
Azadones	2	Unidad	15	30	
Balanza	1	Unidad	13,50	13.50	
Insumos					26.06
Cal agrícola	12	kg	0.08	0.96	
<i>Solanum phureja</i> (Semilla)	5.45	kg	0.24	1.31	
Abono (Formula Especial)	8.4	Kg	1	8.4	
Seaweed Fluid	1	Lt	9.01	9.01	
Funguicidas			6.38	6.38	
Análisis					0.344
Análisis de suelo	1	Unidad	43	43	
Costo Total T1				\$55.50	

Anexo 4. Análisis de suelo del sitio del experimento



LABORIOS NORTE

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO Nombre: Centro Experimental UPEC Ciudad: Huaca Teléfono: 0982501591 Fax:		DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Huaca Parroquia: Sitio: Centro Experimental UPEC	
DATOS DEL LOTE Sitio: Centro Experimental UPEC Superficie: Número de Campo: Muestra #1 Cultivo Actual: A Cultivar:		DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11762 Tipo de Análisis: Completo + T Muestra: Suelo, muestra 1 Fecha de Ingreso: Fecha de Reporte:	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	43.75	ppm	
P	9.57	ppm	
S	10.00	ppm	
K	0.32	meq/100 ml	
Ca	8.27	meq/100 ml	
Mg	0.82	meq/100 ml	
Zn	3.08	ppm	
Cu	0.87	ppm	
Fe	191.36	ppm	
Mn	2.81	ppm	
B	0.32	ppm	
pH	5.05		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.160	mS/cm	
MO	14.50	%	

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural		
Mg	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
10.09	2.56	28.41	9.41		53.20	36.00	10.80	Franco arenoso

Dr. Quím. Edison M. Miño M.
 Responsable Laboratorio *[Signature]*



Anexo 5. Análisis de biol bovino UPEC



LABORIOS NORTE

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD				
Nombre: Centro Experimental San Francisco					Provincia: Carchi				
Ciudad:					Cantón: Tulcán				
Teléfono:					Parroquia: Santa Marta de Cuba				
Fax:					Sitio: Centro Experimental San Francisco				
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO				
Sitio: Centro Experimental San Francisco					Nro Reporte.: 11569				
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo				
Número de Campo: BIOL BOVINO					Muestra: ORGÁNICA: BIOL				
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2023-08-17				
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2023-08-23				
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION						
N	195.0	ppm							
P	61.60	ppm							
S	248.0	ppm							
K	5.50	meq/100 ml							
Ca	11.60	meq/100 ml							
Mg	9.03	meq/100 ml							
Zn	3.16	ppm							
Cu	1.28	ppm							
Fe	427.50	ppm							
Mn	31.08	ppm							
B	1.13	ppm							
pH	6.93		<p>0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0</p> <p>Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino</p>						
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml							
Al		meq/100 ml							
Na		meq/100 ml							
Ce	5.28	mS/cm	<p>BAJO MEDIO ALTO</p> <p>No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino</p>						
MO		%							
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural	
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
1.28	1.64	3.75	26.13						
Dr. Quim. Edison M. Miño M.									
Responsable Laboratorio									

Anexo 6. Proceso experimental



Figura 5. Preparación de terreno



Figura 6. Trazado de parcelas y aplicación de cal



Figura 7. Surcado y rotulación de parcelas



Figura 8. Siembra



Figura 9. Insumos utilizados



Figura 10. Aplicación de bioestimulantes



Figura 11. Toma de datos



Figura 12. Cosecha

Anexo 7. Verificación de supuestos: Normalidad y Homogeneidad de varianzas

Tabla 30. Verificación de supuestos: Normalidad y homogeneidad de varianzas

VARIABLES	No.	NORMALIDAD		HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS	
		Prueba de Shapiro		Prueba de Bartlett	
		SI	NO	SI	NO
	1	0.2398		0.9913	
	2	0.4201		0.8723	
Altura de planta	3	0.6954		0.9006	
	4	0.0566		0.9032	
	5	0.306		0.4101	
	1	0.3902		0.9307 - 0.4421	
	2	0.1202		0.9849 - 0.4683	
Número de tallos	3	0.0793		0.6723 - 0.5234	
	4	0.406		0.6617 - 0.8333	
	5	0.0797		0.8693 - 0.7314	
	1	0.1061		0.5888 - 0.6823	
	2	0.4284		0.8467 - 0.7031	
Diámetro de tallo	3	0.5514		0.6421 - 0.5483	
	4	0.5533		0.9575 - 0.4038	
	5	0.874		0.9904 - 0.4212	
	Peso C1 PN	0.07351		0.1361	
	Peso C2 PN	0.1061		0.4051	
Peso C3 PN	0.3511		0.9942		
Peso PN	0.5263		0.9872		
# Tubérculos C1 PN	0.0869		0.5051		
# Tubérculos C2 PN	0.4694		0.9502		
# Tubérculos C3 PN	0.7946		0.5203		
# Tubérculos PN	0.1222		0.06284 - 0.2779		
Peso prom C1 PN	0.4285		0.8559		
Peso prom C2 PN	0.3494		0.6982 - 0.9452		
Peso prom C3 PN	0.337		0.2637		
Peso promedio PN	0.4151		0.3692		
Rendimiento C1 UE	0.1562		0.7643		
Rendimiento C2 UE	0.3121		0.3694		
Rendimiento C3 UE	0.0569		0.6653		
Rendimiento UE	0.3387		0.8547		
Rendimiento C1 ha	0.1579		0.7646		
Rendimiento C2 ha	0.3108		0.3664		
Rendimiento C3 ha	0.0577		0.6642		
Rendimiento ha	0.3393		0.8558		

Anexo 8. Script para realizar el análisis estadístico en R Studio de un DBCA con arreglo factorial

```
# Instalar librerías 1 sola vez
install.packages("tidyverse")
# Activar librería
library(agricolae)
# Cargar los datos
dbca <- read.delim("clipboard", header=TRUE, colClasses=c("factor", "factor", "factor",
"numeric"))
attach(dbca)
str(dbca)
summary(dbca)
boxplot(Corte.1 ~ Bioest * Fert)
# Ejecutar el ANOVA
anova <- aov(Corte.1 ~ Bloq + Fert * Bioest, data=dbca)
```

```

summary(anova)
cv.model(anova)
# Supuestos
plot(anova, 2)
shapiro.test(residuals(anova))
shapiro.test(anova$residuals)
plot(anova, 1)
bartlett.test(Corte.1 ~ Bioest, data=dbca)
bartlett.test(Corte.1 ~ Fert, data=dbca)
bartlett.test(Corte.1 ~ interaction(Bioest, Fert), data=dbca)
# Duncan para cada factor
duncan_test_fert <- duncan.test(anova, "Fert", console=TRUE)
duncan_test_Bioest <- duncan.test(anova, "Bioest", console=TRUE)
# Duncan para la interacción
duncan_test_interaction <- duncan.test(y=Corte.1,
                                     trt=interaction(Bioest, Fert),
                                     DFerror=anova$df.residual,
                                     MSerror=deviance(anova)/anova$df.residual,
                                     group=TRUE,
                                     console=TRUE)

# Gráfica factores
# PRIMER FACTOR FERT
# Comparación de medias
duncan_e <- duncan.test(anova, "Fert", console=TRUE)
duncan_e$groups
# Resumir los datos
# Activar libreria
library(tidyverse)
resumen <- dbca %>% group_by(Fert) %>%
  summarise(promedio=mean(Corte.1), de=sd(Corte.1), r=length(Corte.1)) %>%
  arrange(desc(promedio))
# Pasar las letras de agrupación Duncan (0.05)
resumen$grupo <- duncan_e$groups$groups
# Elaborar la gráfica de barras
# Activar libreria
library(ggplot2)
resumen$Fert <- factor(resumen$Fert, levels = resumen$Fert[order(-
resumen$promedio)])
ggplot(resumen, aes(x = Fert, y = promedio)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill = "gray", colour = "black", width = 0.50) +
  geom_errorbar(aes(ymin = promedio - de, ymax = promedio + de), width = 0.25) +
  geom_text(aes(y = promedio + de, label = grupo), vjust = -0.5) +
  geom_text(aes(y = 0, label = round(promedio, 2)), vjust = -0.5) +
  labs(x = "Tratamientos", y = "Altura de planta (cm)") +
  theme_classic()
# SEGUNDO FACTOR BIOEST
# Comparación de medias
duncan_e <- duncan.test(anova, "Bioest", console=TRUE)
duncan_e$groups
# Resumir los datos
# Activar libreria

```

```

library(tidyverse)
resumen <- dbca %>% group_by(Bioest) %>%
  summarise(promedio=mean(Corte.1), de=sd(Corte.1), r=length(Corte.1)) %>%
  arrange(desc(promedio))
# Pasar las letras de agrupación Duncan (0.05)
resumen$grupo <- duncan_e$groups$groups
# Elaborar la gráfica de barras
# Activar librería
library(ggplot2)
resumen$Bioest <- factor(resumen$Bioest, levels = resumen$Bioest[order(-
resumen$promedio)])
ggplot(resumen, aes(x = Bioest, y = promedio)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill = "gray", colour = "black", width = 0.50) +
  geom_errorbar(aes(ymin = promedio - de, ymax = promedio + de), width = 0.25) +
  geom_text(aes(y = promedio + de, label = grupo), vjust = -0.5) +
  geom_text(aes(y = 0, label = round(promedio, 2)), vjust = -0.5) +
  labs(x = "Tratamientos", y = "Altura de planta (cm)") +
  theme_classic()
# GRÁFICA INTERACCIÓN
# Comparación de medias
duncan_e <- duncan.test(y=Corte.1,
  trt=interaction(Bioest, Fert),
  DFerror=anova$df.residual,
  MSerror=deviance(anova)/anova$df.residual,
  group=TRUE,
  console=TRUE)
duncan_e$groups
# Resumir los datos
# Activar librería
library(tidyverse)
resumen <- dbca %>% group_by(interaction(Bioest, Fert)) %>%
  summarise(promedio=mean(Corte.1), de=sd(Corte.1), r=length(Corte.1)) %>%
  arrange(desc(promedio))
# Pasar las letras de agrupación Duncan (0.05)
resumen$grupo <- duncan_e$groups$groups
# Elaborar la gráfica de barras
# Activar librería
library(ggplot2)
# Reordenar el factor 'Trat' según el promedio de mayor a menor
resumen$`interaction(Bioest, Fert)` <- factor(resumen$`interaction(Bioest, Fert)` , levels
= resumen$`interaction(Bioest, Fert)`[order(-resumen$promedio)])
ggplot(resumen, aes(x = `interaction(Bioest, Fert)`, y = promedio)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill = "gray", colour = "black", width = 0.50) +
  geom_errorbar(aes(ymin = promedio - de, ymax = promedio + de), width = 0.25) +
  geom_text(aes(y = promedio + de, label = grupo), vjust = -0.5) +
  geom_text(aes(y = 0, label = round(promedio, 2)), vjust = -0.5) +
  labs(x = "Tratamientos", y = "Altura de planta (cm)") +
  theme_classic()

```