

# 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 arveja (*Pisum sativum*) variedad UDENAR Afila en el Centro Experimental San Francisco-UPEC. "**

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

AUTORA: Yopez Villota Jeniffer Marcela

TUTOR: Ing. Jácome Sarchi Guillermo Alexander, MSc.  
Tulcán, 2025.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Yepez Villota Jeniffer Marcela con el número de cédula 0401909270 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad UDENAR Afila 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 Sarchi 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, Yopez Villota Jeniffer Marcela con cédula de identidad número 0401909270 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



---

Yopez Villota Jeniffer Marcela

**AUTORA**

Tulcán, junio de 2025

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Yepez Villota Jeniffer Marcela declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad UDENAR Afila 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.



---

Yepez Villota Jeniffer Marcela

**AUTORA**

Tulcán, junio de 2025

## AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por haberme otorgado la salud y la oportunidad de seguir en la búsqueda de mis sueños y anhelos, por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres, Omaira Villota y Sigifredo Yopez, quienes han sido un pilar esencial en mi vida. Gracias por su constante apoyo y por creer en mi incluso en los momentos más difíciles. Sus enseñanzas y sacrificios han sido esenciales para alcanzar este logro.

A mis hermanos, por estar presentes con palabras de aliento, gestos de cariño y creer en mis capacidades. Ustedes han sido fuente constante de motivación para ser mejor cada día.

A mis amigas y compañeras de carrera, Arleth y Sandy, por todos los bonitos momentos compartidos en clase, por cada lagrima y cada risa, gracias infinitas por su amistad incondicional, las llevo en mi corazón.

A mi tutor, MSc. Guillermo Jácome, por su guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su acompañamiento fue de vital importancia para la consolidación de este proyecto.

A mi querida Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por brindarme una formación integral y la oportunidad de crecer tanto personal como profesionalmente en una institución con excelencia académica.

Yopez Villota Jeniffer Marcela

## **DEDICATORIA**

Con todo mi amor y gratitud dedico este importante logro a mis padres, Omaira Villota y Sigifredo Yepez, por ser mi mayor inspiración y fortaleza en cada paso de este largo camino. Su amor, sacrificio y fe inquebrantable me han sostenido en los momentos más difíciles y me han impulsado a nunca rendirme. Gracias por enseñarme a soñar en grande y luchar con el corazón. Todo lo que soy se los debo a ustedes.

Yepez Villota Jeniffer Marcela

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	17
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	18
1.4.1.    Objetivo General.....	18
1.4.2.    Objetivos Específicos .....	18
1.4.3.    Preguntas de Investigación.....	18
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	19
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	19
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	22
2.2.1    El cultivo de arveja.....	22
2.2.2    Origen.....	22
2.2.3    Taxonomía del cultivo.....	22
2.2.4    Morfología.....	22
2.2.5    Requerimiento edafoclimático.....	24
2.2.6    Variedades .....	24
2.2.7    Bioestimulantes .....	27
2.2.8    Biol bovino.....	27
2.2.9    Bioestimulante Fish Fertilizer .....	28
2.2.10   Fertilizante foliar Poliverdol .....	28
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	30
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO</b> .....	30

3.1.1. Enfoque .....	30
3.1.2. Tipo de Investigación.....	30
<b>3.2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....</b>	<b>30</b>
3.3.1. Definición de las variables .....	30
3.3.2. Operacionalización de las variables.....	31
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>33</b>
3.4.1. Área de estudio .....	33
3.4.2. Tratamientos del diseño experimental.....	33
3.4.3. Características del diseño experimental .....	34
3.4.4. Distribución y características del experimento .....	34
3.4.5. Población y muestra de la investigación .....	35
3.4.6. Procedimientos .....	36
3.4.7. Variables evaluadas.....	37
3.4.7.1. Altura de planta .....	37
3.4.7.2. Diámetro del tallo.....	37
3.4.7.3. Largo de vaina .....	37
3.4.7.4. Peso de vaina con grano .....	37
3.4.7.5. Peso de vaina sin grano .....	37
3.4.7.6. Peso de grano .....	37
3.4.7.7. Número de vainas por planta.....	37
3.4.7.8. Número de granos por vaina.....	38
3.4.7.9. Rendimiento por tratamiento.....	38
3.4.7.10. Análisis costo - beneficio .....	38
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>38</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1. RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
4.1.1. Altura de planta.....	39

4.1.2. Diámetro de tallo .....	40
4.1.3. Largo de vaina.....	41
4.1.4. Peso de vaina con grano .....	42
4.1.5. Peso de vaina sin grano .....	43
4.1.6. Peso de grano.....	44
4.1.7. Número de vainas por planta .....	45
4.1.8. Número de granos por vaina .....	46
4.1.9. Número de semillas en 100 g.....	48
4.1.10. Rendimiento .....	48
4.1.11. Análisis costo - beneficio .....	50
<b>4.2. DISCUSIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de arveja .....	22
Tabla 2. Composición del Biol elaborado en la UPEC .....	28
Tabla 3. Composición del bioestimulante Fish Fertilizer.....	28
Tabla 4. Composición del fertilizante foliar Poliverdol.....	29
Tabla 5. Operacionalización de variables .....	31
Tabla 6. Tratamientos .....	33
Tabla 7. Características del experimento .....	34
Tabla 8. Análisis de varianza para la altura de planta (30, 45, 60, y 75 días) .....	39
Tabla 9. Prueba de Duncan al 5% para la altura de planta (30, 45, 60, y 75 días) ....	40
Tabla 10. Análisis de varianza para el diámetro de tallo (30, 45, 60, y 75 días) .....	40
Tabla 11. Prueba de Duncan al 5% para el diámetro de tallo (30, 45, 60, y 75 días) .	41
Tabla 12. Análisis de varianza para el largo de vaina .....	41
Tabla 13. Prueba de Duncan al 5% para el largo de vaina, Factor Porcentaje de fertilización .....	42
Tabla 14. Análisis de varianza para el peso de vaina con grano .....	42
Tabla 15. Prueba de Duncan al 5% para el peso de vaina con grano.....	43
Tabla 16. Análisis de varianza para el peso de vaina sin grano .....	43
Tabla 17. Prueba de Duncan al 5% para el peso de vaina sin grano .....	44
Tabla 18. Análisis de varianza para el peso de grano .....	44
Tabla 19. Prueba de Duncan al 5% para el peso de grano .....	45
Tabla 20. Análisis de varianza para el número de vainas.....	46
Tabla 21. Prueba de Duncan al 5% para el número de vainas .....	46
Tabla 22. Análisis de varianza para el número de granos por vaina.....	47
Tabla 23. Prueba de Duncan al 5% para el número de granos por vaina. Factor Bioestimulante .....	47
Tabla 24. Prueba de Duncan al 5% para número de granos por vaina. Factor Porcentaje de fertilización.....	48
Tabla 25. Análisis de varianza para el número semillas en 100 g.....	48
Tabla 26. Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo .....	49
Tabla 27. Prueba de Duncan al 5% para el rendimiento del cultivo .....	49
Tabla 28. Análisis costo/beneficio para el cultivo de alverja .....	50
Tabla 29. Costos de producción por ha del cultivo de alverja Mejor Tratamiento T1	61

Tabla 30. Normalidad y homogeneidad de varianzas .....	65
--	----

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Variedad de arveja UDENAR Afila con incremento en la densidad de población y usando tutorado vertical .....	27
Figura 2. Ubicación del experimento .....	33
Figura 3. Distribución del ensayo.....	35
Figura 4. Parcela neta.....	35

### **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC .....	58
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas .....	59
Anexo 3. Costos de producción por ha del cultivo de alverja Tratamiento 1 .....	61
Anexo 4. Análisis de suelo del sitio del experimento .....	62
Anexo 5. Análisis de biol bovino UPEC.....	63
Anexo 6. Proceso experimental .....	64
Anexo 7. Verificación de supuestos: Normalidad y Homogeneidad de varianzas ....	65
Anexo 8. Script para realizar el análisis estadístico en R Studio de un DBCA con arreglo factorial .....	66

## RESUMEN

La agricultura moderna enfrenta desafíos significativos relacionados con la sostenibilidad, la productividad y la adaptación a condiciones ambientales cambiantes. En este contexto, el uso de bioestimulantes ha emergido como una estrategia prometedora para mejorar el crecimiento y rendimiento de los cultivos de manera sostenible. Esta investigación tuvo como objetivos analizar la influencia de los bioestimulantes en el desarrollo fenológico del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad UDENAR Afila, determinar su impacto en el rendimiento del cultivo y definir cuál de los tratamientos presenta mayor rentabilidad. Se evaluaron diferentes tratamientos de bioestimulantes, incluyendo Fish fertilizer, Biol y Poliverdol (Poly), aplicados en combinación con distintos porcentajes de fertilización edáfica (0%, 75% y 100%). Los resultados mostraron que el tratamiento T1 (100% de fertilización NPK + Fish fertilizer) obtuvo los mejores resultados en términos de desarrollo fenológico, con una altura promedio de 200.16 cm a los 75 días y un diámetro de tallo de 8.92 mm. Además, este tratamiento presentó el mayor rendimiento del cultivo, con un promedio de 16,501.66 kg por hectárea, y la mayor rentabilidad, con un costo-beneficio de 1,50 USD por cada dólar invertido. Estos hallazgos indican que la combinación de una fertilización edáfica completa y el uso de bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, mejora significativamente el desarrollo fenológico, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de arveja variedad UDENAR Afila. La investigación contribuye al conocimiento sobre el uso de productos biológicos en la agricultura, ofreciendo alternativas sostenibles para mejorar la producción agrícola y reducir el impacto ambiental.

**Palabras Claves:** Bioestimulantes, Fertilización edáfica, *Pisum sativum*, Rendimiento agrícola, Sostenibilidad

## ABSTRACT

Modern agriculture faces significant challenges related to sustainability, productivity, and adaptation to changing environmental conditions. In this context, the use of biostimulants has emerged as a promising strategy to sustainably improve crop growth and yield. The objectives of this research were to analyze the influence of biostimulants on the phenological development of the pea crop (*Pisum sativum*), UDENAR Afila variety, to determine their impact on crop yield, and to determine which treatment offers the greatest profitability. Different biostimulant treatments were evaluated, including Fish fertilizer, Biol, and Poliverdol (Poly), applied in combination with different soil fertilization percentages (0%, 75%, and 100%). The results showed that treatment T1 (100% NPK fertilization + Fish fertilizer) obtained the best results in terms of phenological development, with an average height of 200.16 cm at 75 days and a stem diameter of 8.92 mm. Furthermore, this treatment presented the highest crop yield, with an average of 16,501.66 kg per hectare, and the highest profitability, with a cost-benefit ratio of USD 1.50 for every dollar invested. These findings indicate that the combination of complete soil fertilization and the use of biostimulants, especially Fish fertilizer, significantly improves the phenological development, yield, and profitability of the UDENAR Afila pea variety crop. The research contributes to the knowledge about the use of biological products in agriculture, offering sustainable alternatives to improve agricultural production and reduce environmental impact.

**Keywords:** Biostimulants, Soil fertilization, *Pisum sativum*, Crop yield, Sustainability.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna enfrenta desafíos significativos relacionados con la sostenibilidad, la productividad y la adaptación a condiciones ambientales cambiantes. En este contexto, el uso de bioestimulantes ha emergido como una estrategia prometedora para mejorar el crecimiento y rendimiento de los cultivos de manera sostenible. Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que, cuando se aplican a las plantas o al suelo, estimulan los procesos naturales para mejorar la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés y la calidad del cultivo (Fertilizar, 2022).

La arveja (*Pisum sativum*) es un cultivo de gran importancia económica y nutricional en muchas regiones del mundo. La variedad UDENAR Afila, en particular, demostró un alto potencial para mejorar la productividad agrícola debido a sus características agronómicas favorables, adaptadas a las zonas productivas de alverja en Ecuador (Checa, 2021). No obstante, para maximizar su rendimiento y rentabilidad, fue fundamental explorar y optimizar el uso de bioestimulantes y biofertilizantes en su cultivo.

La presente investigación tuvo como objetivos analizar la influencia de los bioestimulantes en el desarrollo fenológico del cultivo de arveja variedad UDENAR Afila, determinar su impacto en el rendimiento y definir cuál de los tratamientos presentó mayor rentabilidad. Para ello, se evaluaron bioestimulantes como Fish fertilizer y Biol, aplicados en diferentes porcentajes de fertilización edáfica (0%, 75% y 100%), con el fin de identificar las combinaciones más efectivas para mejorar el crecimiento, rendimiento y rentabilidad del cultivo.

Los resultados obtenidos evidenciaron que el tratamiento más rentable fue el que combinó una fertilización edáfica al 100% con el bioestimulante Fish fertilizer (T1), alcanzando el mayor rendimiento (294,67 sacos/ha), el ingreso más alto (13.260,26 USD) y una destacada relación costo/beneficio de 2,50. En contraste, el tratamiento testigo sin fertilización ni bioestimulantes (T11) presentó los valores más bajos en rendimiento y beneficio. En general, los tratamientos con mayor porcentaje de fertilización y el uso de bioestimulantes, especialmente Fish, ofrecieron mejores

resultados económicos. Estos hallazgos son fundamentales para optimizar las prácticas agrícolas y promover una producción más sostenible y rentable de arveja.

## **I. EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Durante muchos años, alrededor del mundo se ha empleado de manera excesiva la fertilización química como estrategia emergente con el fin de aumentar la producción de los cultivos y brindar a la población alimentos de mejor calidad. La utilización de agroquímicos ha aumentado de manera significativa debido a la demanda de alimentos alrededor del mundo, este tipo de productos se han expandido de manera rápida, por tanto, la mayor parte de agricultores de países desarrollados consideran que este tipo de insumos puede generar cuantiosos aumentos de los productos agrícolas en cuanto a calidad y economía (Fernández, 2021).

El uso indiscriminado de agroquímicos no solamente causa contaminación y degradación del suelo, sino también pone en riesgo el bienestar de los agricultores y por ende la seguridad alimentaria de los consumidores (Rueda, 2022). La producción agrícola ha aumentado excesivamente por cual los agricultores buscan constantemente mejorar los suelos para alcanzar rendimientos más altos. Sin embargo, no siempre se toma en cuenta las cantidades exactas para lograr una concentración precisa de nutrientes en el cultivo, si bien es cierto, no aplicar dosis correctas de fertilizantes genera una considerable contaminación ambiental y perjuicios económicos (Torres, 2022).

El uso de dosis altas de pesticidas agrícolas hace que los insectos plaga incrementen, además, trae consigo un sinnúmero de complicaciones entre los cuales están la contaminación de capas freáticas y ríos cercanos en donde se sitúan los cultivos. Actualmente la mayor parte de agricultores optan por fertilizar sus cultivos con productos químicos, esto en gran parte se debe al desconocimiento de insumos orgánicos que pueden tener excelentes beneficios. La implementación desmesurada de productos de síntesis química trae consigo graves problemas como el aumento del monocultivo (Rueda, 2022).

Los costos excesivos de fertilizantes químicos con precios muy altos no benefician a los agricultores incrementando así sus costos de producción. Además, desconocen sobre el uso de alternativas como la biofertilización manteniendo bajos rendimientos en sus cultivos. (Bloomberg, 2022).

La provincia de Carchi es reconocida por su actividad agroganadera, pero presenta un uso excesivo de agroquímicos, como fertilizantes e insecticidas, que se aplican con frecuencia para alcanzar altos rendimientos y combatir plagas y enfermedades en los monocultivos específicamente de papa y alverja. Esta práctica genera un desequilibrio en los agroecosistemas, afectando tanto el suelo como el agua, que se ven expuestos a la contaminación. (García, 2015)

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El monocultivo y el uso excesivo de agroquímicos acrecienta la contaminación ambiental, representa elevados costos de producción a los agricultores, asimismo, afecta la salud de los agricultores y por ende del consumidor.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La aplicación de bioestimulantes en diferentes cultivos aumenta la cantidad de materia orgánica en el suelo, además mejorara las condiciones químicas y físicas del suelo. Esto permitirá que la capacidad de retención del agua aumente y por ende ayudara a que los nutrientes de las plantas tengan mayor disponibilidad, de esta manera se aportara al bienestar del ecosistema brindando una agricultura más sostenible y menos agresiva con el medio ambiente (Vera, 2021). Este tipo de productos ayudaran a los agricultores a producir en grandes cantidades, mejorando los suelos y contribuyendo a una agricultura sostenible(Fernández, 2021).

Los bioestimulantes formaran parte de una alternativa amigable con el medio ambiente, además estos productos brindan los nutrientes necesarios para el desarrollo óptimo de cultivos, además, su uso evita la degradación del suelo, la mayor parte de estos productos están fabricados a base de residuos orgánicos lo que permite al agricultor un ahorro significativo en cuanto a costos de producción (Fertilizar, 2022).

En la presente investigación se busca implementar bioinsumos que permitan competir con los fertilizantes convencionales y proporcionen alternativas diferentes donde aporten grandes beneficios mediante fertilizaciones amigables con el ambiente que

permitan aumentar la productividad y rendimiento de los cultivos, además, mejorará y garantizará la economía de los agricultores (Rueda, 2022).

El bioestimulante Fish Fertilizer influye significativamente en la productividad, calidad y salud de los cultivos mejorando la asimilación de elementos nutricionales y generando un fuerte efecto respecto a la resistencia de enfermedades disminuyendo la inversión en productos fitosanitarios. Además, permite una mayor duración de postcosecha con una mayor calidad del producto (Catawba, 2021).

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### 1.4.1. Objetivo General

Evaluar bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad UDENAR Afila 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 arveja (*Pisum Sativum*) variedad UDENAR Afila
- Determinar la influencia de los bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum Sativum*) variedad UDENAR Afila
- Definir cuál de los tratamientos presenta mayor rentabilidad

##### 1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo influyen los bioestimulantes en desarrollo fenológico del cultivo de arveja?
- ¿Cuál es el efecto de los bioestimulantes en el rendimiento en el cultivo de arveja?
- ¿Cuál de los tratamientos implementados genera a los agricultores un mayor costo beneficio?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Arévalo (2019), en su investigación titulada "Evaluación de un biofertilizante líquido a base de excretas de cerdos en la producción de arveja (*Pisum sativum*) Variedad Quantum" en la Universidad Técnica de Ambato, utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se aplicaron tres dosis en tres frecuencias diferentes, utilizando un testigo. La aplicación del biofertilizante a base de excretas de cerdo se realizó cada 5, 10 y 15 días con sus respectivas dosis, desde los 20 días posteriores a la germinación de las plantas hasta 15 días antes de la cosecha. Al testigo se le aplicó 15-15-15, que es lo que frecuentemente aplican los agricultores.

Se observaron diferencias significativas en las variables de longitud de la planta, número de vainas, peso de las vainas y rendimiento. El tratamiento D2F2 (16,17 litros de biofertilizante por litro de agua con una frecuencia de cada 10 días) fue el mejor tratamiento, con resultados alentadores: 70,25 cm en longitud de la planta, 34,74 vainas por planta y 175 g de peso de las vainas verdes, en comparación con el testigo que tuvo 47,75 cm en longitud de la planta, 15,72 vainas por planta y 83,75 g de peso de vainas verdes. El mejor rendimiento alcanzado fue de 11,666.67 kg/ha, lo que indica que las variables mencionadas fueron afectadas positivamente por la aplicación del biofertilizante.

Lopez (2021), en su investigación titulada "Efectos de bioestimulantes con dos dosis en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad Alderman en Huancavelica", tuvo como objetivo evaluar los efectos de dos dosis de bioestimulantes en variables como la altura de la planta, el número de vainas por planta y el rendimiento de vainas verdes. Se utilizaron como bioestimulantes Vigor Plus y microbiota en dos dosis, además de un testigo. Se implementó un diseño experimental de bloques al azar, compuesto por cinco tratamientos, incluyendo el testigo, y tres repeticiones.

El bioestimulante Vigor Plus, aplicado en dosis alta, mostró un mayor efecto en el crecimiento de las plantas, con un promedio de 144.08 cm de altura, superando en un 17.36% al tratamiento testigo. Asimismo, se observó una mayor producción de vainas, con 213 gramos por planta, lo que representa un 32% más que el testigo.

Huaman (2022), en su investigación titulada "Efecto de cinco bioestimulantes foliares en el rendimiento y comportamiento agronómico en arveja verde (*Pisum sativum* L. var. Quantum) en el centro agronómico Kayra - San Jerónimo - Cusco", utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con seis tratamientos y tres repeticiones, sumando un total de 18 unidades experimentales. Los resultados mostraron que la aplicación de estos cinco bioestimulantes foliares tuvo efectos positivos en todos los tratamientos evaluados en comparación con el testigo, demostrando la importancia de su uso en el comportamiento agronómico y el rendimiento. El bioestimulante Atonik obtuvo los mejores resultados en cuanto al comportamiento agronómico, número de inflorescencias (13 unidades), número de flores (41 unidades), número de vainas (35 unidades) y longitud de raíz (102.27 mm). El bioestimulante Mixhor-Plus mostró mejores resultados en la longitud de vaina (72.73 mm) y granos por vaina (7 unidades). El bioestimulante Cytex obtuvo los mejores resultados en el peso fresco de planta (84 g) y peso seco de planta (18.12 g). El rendimiento del cultivo se incrementó con el uso de los bioestimulantes; sin embargo, el mejor resultado fue obtenido con Atonik (14.55 t/ha). No todos los bioestimulantes foliares tienen el mismo efecto debido a sus diferentes componentes, demostrando que no existe una relación directa entre el rendimiento y el comportamiento agronómico.

Guamán (2023), en su investigación titulada "Evaluación del efecto del bioestimulante FertuMax sobre la germinación, altura y componentes de rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Temprana en el Cantón Tisaleo", evaluó tres dosis diferentes del bioestimulante (1,5 cc/l, 2,5 cc/l y 3,5 cc/l) y un testigo sin bioestimulante. La aplicación se realizó a la semilla y en la etapa de floración. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos y cuatro repeticiones, además de un testigo. Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Duncan al 5%. La aplicación de D2 (FertuMax 2,5 cc/l) fue el tratamiento que presentó diferencias estadísticas significativas, influyendo positivamente en las variables de altura a los 30 días, número de granos por vaina, peso de vainas y rendimiento en verde, obteniendo medias de 7 cm, 6,43 granos por vaina, 597 g y 0,60 kg, respectivamente. En las variables porcentaje de germinación

y altura de planta a los 60 y 90 días, la prueba de Duncan al 5% mostró que los resultados son estadísticamente iguales; sin embargo, se observaron diferencias numéricas. Los mejores tratamientos fueron D2 (FertuMax 2,5 cc/l) y D3 (FertuMax 3,5 cc/l), con un 92,75% de germinación, 16,50 cm y 37,75 cm, respectivamente.

Chirito (2024), en su investigación titulada "Aprovechamiento de fertilizante a base de residuos de pescado para obtener mayor rendimiento ecológico de lechuga (*Lactuca sativa* L.)", planteó como objetivo determinar la dosis adecuada de biol a base de residuo de pescado para obtener un mayor rendimiento en lechuga. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres bloques y un total de cinco tratamientos: T1 = 0, T2 = 0.5, T3 = 1, T4 = 1.5, y T5 = 2.0 litros de biol por 200 litros de agua, aplicados a los 20 y 34 días después del trasplante. Los resultados mostraron que el tratamiento T5 destacó en altura de planta con 28.30 cm, peso de la lechuga con 310.52 g, rendimiento comercial con 46.10 t/ha, y diámetro de planta con 19.83 cm<sup>2</sup>. El tratamiento T4 destacó en longitud de raíz con 11.65 cm, mientras que T5 mostró la mayor rentabilidad con un 313.43%. Se concluyó que una mayor dosis de biol complementa los nutrientes de manera óptima, fortaleciendo la planta frente al estrés ambiental. Esto se reflejó en un rendimiento de 46.10 t/ha, con una diferencia del 26.22% respecto al T1, que tuvo un rendimiento de 34.01 t/ha. Por lo tanto, esta medida no solo obtuvo un mayor rendimiento y frutos ecológicos, sino que también redujo la contaminación ambiental.

Astete (2024), en su investigación titulada "Uso de biol a base de residuos de pescado para mayor rendimiento ecológico de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)", planteó como objetivo determinar la dosis adecuada de fertilización ecológica de biol a base de residuos de pescado para el rendimiento de espinaca. Empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres bloques y cinco tratamientos: T1 con 0, T2 con 0.5, T3 con 1.0, T4 con 1.5 y T5 con 2 litros de biol por 200 litros de agua, aplicados a los 15, 21 y 28 días posteriores a la siembra. Los resultados mostraron que el tratamiento T5 destacó en altura de planta con 27.01 cm, peso de planta con 107.49 g, rendimiento comercial con 18.121 t/ha, peso de hojas con 58.63 g y área foliar con 81.63 cm<sup>2</sup>. El tratamiento T4 destacó en longitud de raíz con 8.84 cm y rentabilidad con 156.4%. Se concluyó que una mayor dosis de biol, como en el tratamiento T5, logró un rendimiento de 18.12 t/ha, lo que representó una diferencia del 25.31% respecto al testigo. La aplicación de biol complementó los nutrientes de manera óptima, fortaleciendo las plantas frente a factores de estrés ambiental,

obteniendo así un mayor rendimiento, reduciendo costos de producción y disminuyendo la contaminación ambiental.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 El cultivo de arveja

La arveja (*Pisum sativum*) es un cultivo multifuncional que se usa para el consumo humano ya sea como grano seco o como verdura fresca con el fin de aprovechar sus vainas y granos maduros. El cultivo de arveja para consumo fresco se localiza principalmente en latitudes templadas y en zonas con altas latitudes cercanas al Ecuador. Este tipo de planta es una dicotiledónea anual, y pertenece a la familia de las leguminosas. La producción de arveja por su calidad ha logrado conquistar el mercado nacional y los nichos del mercado de las principales localidades en el Ecuador (Checa, 2021).

### 2.2.2 Origen

La arveja fue una de las primeras plantas domesticadas en el mundo, su origen viene del Medio Oriente, en el norte de Iraq, sur este de Turquía y Siria se ha encontrado algunas evidencias en villorrios neolíticos, lo que indica que su cultivo y uso como alimento data entre los 7000 y 6000 A.C. Tiempo después se reporta la presencia en sitios del sur de Europa (Saavedra, 2023).

### 2.2.3 Taxonomía del cultivo

**Tabla 1.** Taxonomía del cultivo de arveja

<b>Categoría</b>	<b>Nombre</b>
Reino	Plantae
Phylum	Espermatofita
Subplylum	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Vicieae
Género	Pisum
Especie	sativum
Nombre científico	Pisum sativum L.
Nombre vulgar	Arveja, alverja, Guisante

Fuente: (Checa, 2021)

### 2.2.4 Morfología

La arveja (*Pisum sativum*) es una planta anual, herbácea, glabra, presenta un tipo de longitud variable en sus tallos, posee una forma cilíndrica con 6 o 20 nudos vegetativos, muestra una o varias ramificaciones. Su rutina de crecimiento depende

de cuando las flores se forman más en el meristema apical y de crecimiento indeterminado cuando las flores se forman en las yemas axilares.

Según Checa et al. (2021) este tipo de planta herbácea muestra las siguientes estructuras:

- Tallo: Trepadores y angulosos, este tipo de cultivo da lugar a tres tipos de variedades Arbustivas: tallo corto menor a 70 cm con entrenudos cortos; Semiarbustivas: con un tallo medio de 70 a 130 cm con varios entre nudos cortos; Voluble con un tallo largo mayor de 130 cm con entrenudos largos.
- Hojas: Son alternas y compuestas, paripinadas, van de 1-3 pares de folíolos que terminan en un zarcillo. También existen genotipos de arveja con hojas compuestas que no terminan en zarcillos. Forman parte de la variabilidad genética de las hojas de arveja, aquellas que no tiene folíolos sino como remplazo existen solo zarcillos.
- Flores: Son hermafroditas propias de la subfamilia papilionoideae, de color blanco con quilla blanco-verdosa. Corresponde a un racimo axial paucíflo, con pedúnculo alargado que va de 1 a 2 centímetros al principio de su desarrollo y 6 cm o más en el total de su alargamiento.
- Corola: Se forma a partir de 5 pétalos, uno superior grande y escotado llamado estandarte, dos laterales llamados alas más diminutos que se extienden hacia afuera y dos pétalos más diminutos ubicados en la parte inferior central, enlazados por sus bordes ventrales que constituyen la quilla, estos son los encargados de cubrir los órganos reproductivos.
- Raíces: Posee raíz pivotante y raíces laterales en abundancia de manera lateral secundarias y terciarias. Su sistema radical comúnmente penetra hasta los 50 cm de profundidad, esto depende de la variedad que se esté manejando y del tipo de suelo puede alcanzar una profundidad de un metro con un diámetro en área de 50-70 cm. En dichas raíces aparecen nódulos bacterianos de hasta 5 cm los cuales ayudan a las plantas a la fijación simbiótica de nitrógeno.
- Fruto: Es una vaina con una longitud de 4 a 15 cm y con 1.5 a 3 cm de ancho. Dependiendo de la variedad, puede presentar de 4 a 10 semillas.
- Semilla: Existen diferentes formas desde redonda y ovalada hasta la tendencia cuadrada, esto depende de la textura de esta, puede ser generalmente lisa o rugosa. Su diámetro varía según la diferencia del tamaño de los granos, depende de la genética de cada variedad.

### 2.2.5 Requerimiento edafoclimático

El desarrollo del cultivo de arveja requiere para su desarrollo una temperatura óptima de 13 a 18 °C y la mínima en 9 °C. Esto debido a ser una especie de clima templado, no tolera temperaturas desde -3 a 4-4 °C, en tanto que temperaturas mayores a 30 °C provocan un deficiente desarrollo de vainas. Es un producto que se cultiva a los 2.400 y 3.200 msnm Este tipo de cultivo se desarrolla de mejor manera en suelos de textura ligera o media, porosos y con un buen drenaje, el crecimiento de las plantas suele ser deficiente en suelos excesivamente húmedos y con demasiada arcilla. El pH óptimo está entre 6 y 7, si bien es cierto este es un cultivo muy sensible a la compactación del terreno lo que reduce el crecimiento y por ende el desarrollo (Saavedra, 2023).

### 2.2.6 Variedades

En el Ecuador existen algunas variedades de arveja donde se clasifican por la textura del grano, por el color de grano. También por el nivel de precocidad y por el hábito de crecimiento en: enanas cuando tienen una altura menor a 0.4 metros, semitrepadoras de 0.8 -1.0 metros y trepadoras cuando están entre 1.5-2.0 metros (Rodríguez, 2022).

#### 2.2.6.1 Variedad Ica Corpoica Sindamanoy

Posee un crecimiento voluble que se asemeja a las variedades de uso común, en sistemas al voleo y en surcos sin tutorado pueden alcanzar una altura de 85 cm y en sistemas mediante tutorado oscila entre 2 y 2.5 m. Esta variedad tiene una característica diferente a las variedades comunes, donde se destacan: la precocidad, logrando la disminución de tiempo de la cosecha en verde a 28 días y el tiempo de la cosecha en seco a 33 días; mayor tamaño de vainas; con un número de granos por vaina que van de 6 a nueve dependiendo de las regiones, posee una reacción moderadamente resistente a *Ascochyta pisi* y a *Colletotrichum pisi*. Presentan un peso promedio de 100 semillas de 33 gramos, en tanto que las variedades regionales Piquenegra y Gorriona alcanzan solo 25 gramos (Checa, 2021).

#### 2.2.6.2 Variedad Obonuco San Isidro

Esta variedad se caracteriza por poseer un color verde liso en seco con una buena holium blanco, tiene un hábito de crecimiento indeterminado, con una producción de vainas de hasta 15 unidades por planta, el largo de la vaina va de 7.0 a 9.6 y con un número de granos por vaina de 4 a 8. Mantiene una buena aceptación en los

mercados ya sea en fresco o en seco. Obonuco San Isidro se destaca su resistencia a enfermedades como la Antracnosis (*Collectotrichum pisi*), Ascoquita (*Ascochyta pisi*), Marchitamiento (*Fusarium oxysporum*) y Oidio (*Erysiphe pisi*). Encontró sus mejores nichos de producción en los municipios del sur del departamento de Nariño pertenecientes a la ex provincia de Obando (Checa, 2021).

#### 2.2.6.3 Variedad Obonuco Andina

Este tipo de variedad mejorada logro su mejor expresión en cuanto a potencial genético en zonas altas del sur con influencia geográfica del centro y occidente del departamento de Nariño, principalmente en los municipios de Contadero, Ipiales, Gualmatán y Pupiales, donde se logró un alto registro de rendimiento en vainas verdes superando 10 t/ha. Las características de esta variedad son muy parecidas a Obonuco San Isidro, ya que las dos poseen un progenitor en común, sin embargo, Obonuco Andina tiene algunas diferencias en los promedios como es en el número de granos por vaina, largo de vaina en fresco y en el peso de semillas. Dentro de sus características más sobresalientes está su resistencia a la Antracnosis (*Collectotrichum pisi*), Oidio (*Erysiphe pisi*) y Tizón (*Eysiphe pisi*) (Checa, 2021).

#### 2.2.6.4 Variedad Sureña

Es una alternativa de producción para zonas andinas del departamento del sur de Nariño, presenta una altura de planta menor a las variedades Sindamanoy, San Isidro y Andina, no obstante la experimentación de sus rendimientos traspasan las 14 t/ha en vaina verde, así mismo, muestra una resistencia moderada hacia enfermedades foliares tizon o añublo (*Ascochyta pisi*), Antracnosis (*Collectotrichum pisi*) y Cenicilla (*Erysiphe pisi*) también tiene una baja oxidación de grano (Checa, 2021).

#### 2.2.6.5 Variedad Alcalá

Las características que componen a esta variedad hacen que sea de fácil manejo sobre todo en el momento del tutorado, lo que permite que exista un mayor rendimiento promedio en vaina verde de 12.9 t/ha. Posee un follaje de color verde azulado, flor de color blanco, 41 vainas por planta y su crecimiento es voluble o indeterminado. Presenta moderada resistencia a enfermedades foliares tizón (*Ascochyta pisi*), Cenicilla (*Erysiphe pisi*) y Antracnosis (*Collectotrichum pisi*), además, posee excelente tamaño de grano en vaina verde y en grano seco y alta uniformidad de maduración logrando así una cosecha en el primer pase el 80 % de producción total (Checa, 2021).

#### 2.2.6.6 Variedad UDENAR Afila

Esta es una nueva alternativa de producción para la zona andina del sur de Nariño y es producto de un largo proceso de fitomejoramiento. Este tipo de plantas facilita el manejo de tutorado para el agricultor mediante la introducción del gen recesivo Afila en variedades de hábito de voluble crecimiento que permite obtener plantas con estípulas grandes, sin hojas laterales que en su lugar presentan abundantes zarcillos. Esta variedad, presenta adaptación a la región Andina y altiplano de Nariño, destacándose principalmente en el municipio de Ipiales. En dichas condiciones se puede alcanzar una producción de 11.9 t. ha y por tener una arquitectura de planta menos agresiva, puede aumentar el rendimiento si se aumenta el número de plantas por hectárea. Por esta razón, su manejo va de la mano con el tutorado vertical, sin reforzar con un tutorado de manera horizontal o viceversa, esto ayuda a reducir la cantidad de fibra utilizada. Esta variedad es resistente a Antracnosis (*Colletrichum pisi*), Tizón (*Ascochyta pisi*) y oídio (*Erysiphe pisi*) (Checa, 2021).

#### Características agronómicas

- Adaptación: 2600 a 2900 msnm
- Hábito de crecimiento: Indeterminado o voluble
- Altura de planta: 187 cm
- Color de flor: Blanco
- Follaje: Estípulas grandes hojas reemplazadas por zarcillos
- Largo de vaina 7.3 cm
- Vainas por planta: 26
- Número de granos por vaina: 26
- Rendimiento experimental: 11.950 Kg/ha en vaina verde y 7.760 Kg/ha en grano seco
- Ciclo de vida: 117 días a cosecha en verde

#### Características morfológicas

- Tallos: Trepadores y angulosos de color verde
- Hojas: sin hojas laterales reemplazadas por abundantes zarcillos
- Flor: en forma de racimo, de color blanco
- Vainas: De color verde con un largo de 7.3 cm

#### Usos

- Consumo como verdura fresca: Ensaladas, sopas,
- Como grano seco: Menstras (Checa, 2021).



**Figura 1.** Variedad de arveja UDENAR Afila con incremento en la densidad de población y usando tutorado vertical  
**Fuente:** (Checa, 2021)

#### 2.2.7 Bioestimulantes

Este tipo de productos son elaborados a base de extractos de plantas o extractos de animales, o encontrarse combinados con nutrientes, reguladores de crecimiento y hasta vitaminas, los bioestimulantes cumplen la función de modificar el rendimiento y calidad de los cultivos, brindando una agricultura sostenible y rentable (Fertilizar, 2022).

#### 2.2.8 Biol bovino

Este tipo de producto orgánico es una alternativa para mejorar los suelos, capaz de promover el desarrollo de las plantas, además de mejorar y activar el poder germinativo de las semillas. El proceso de elaboración es un poco lento ya que se lo realiza en un biodigestor, pero se logra obtener buenos resultados. El biol no solo es una fuente de nutrientes, también es un fitorregulador de crecimiento debido a su contenido de fitohormonas que aceleran el crecimiento del follaje dándole vigor a la planta, induce la floración, fructificación, y acelera la maduración de los cultivos (Pozo, 2019).

**Tabla 2.** Composición del Biol elaborado en la UPEC

<b>Nutriente</b>	<b>Concentración % p/v</b>
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 Fish Fertilizer

Según Catawba (2021), este es un producto a base de proteína hidrolizada de pescado del Atlántico norte, esencial en cuanto al desarrollo y crecimiento de brotes, frutos y raíces. Además, ayuda a la protección de la planta contra plagas y enfermedades reforzando la pared celular ya que tiene la función de formar pectinas en los tejidos celulares. Posee una alta influencia en cuanto a productividad, calidad y salud de los cultivos. Mejora en la disponibilidad de otros elementos esenciales y proporciona una mejor salud al suelo.

**Tabla 3.** Composición del bioestimulante Fish Fertilizer

<b>Componente Principal</b>	<b>Concentración % p/v</b>
Fosfato P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4
Nitrógeno	2
Potasio Soluble K <sub>2</sub> O	1

**Fuente:** (Catawba, 2021)

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

- Una corrección rápida del pH, mayor brotación, fuerza en la planta y estimulación de sistema radicular.
- Presenta mejor asimilación de elementos nutricionales, mejor uso de la fertilización y un fuerte efecto respecto a la resistencia de enfermedades.
- Genera una mayor duración de postcosecha, proporciona una mayor productividad y menor inversión en control fitosanitario.

### 2.2.10 Fertilizante foliar Poliverdol

Es un abono múltiple que está formulado especialmente para continuar la correcta nutrición de las plantas, dando un balance nutricional, esencial para el buen desarrollo de los cultivos. Además, contiene vitaminas B y hormonas de crecimiento (4 ppm). Puede aplicarse en cualquier fase de desarrollo del cultivo es recomendable aplicarlo en prefloración y cuajado (EDIFARM, 2016).

**Tabla 4.** Composición del fertilizante foliar Poliverdol

<b>Macroelementos</b>	<b>Concentración % p/v</b>
Nitrógeno	16
Fosfato P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	16
Potasio Soluble K <sub>2</sub> O	12
<b>Microelementos quelatados</b>	<b>g/L</b>
Boro (B)	10.15
Hierro (Fe)	0.45
Manganeso (Mn)	0.39
Cobre (Cu)	0.22
Zinc (Zn)	10.15
Molibdeno (Mo)	0.03
Cobalto (Co)	0.01

**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 vainas por planta, largo de vaina, número de granos por vaina, 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 rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad UDENAR Afila

Ha: El uso de bioestimulantes influye en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad UDENAR Afila

#### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

##### 3.3.1. Definición de las variables

Variable Independiente:

- Factor A (Bioestimulantes): Fish fertilizer, Biol, Poliverdol
- Factor B (Porcentaje de fertilización edáfica): 0%, 75% y 100%

Variable dependiente:

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

### 3.3.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 5.** Operacionalización de variables

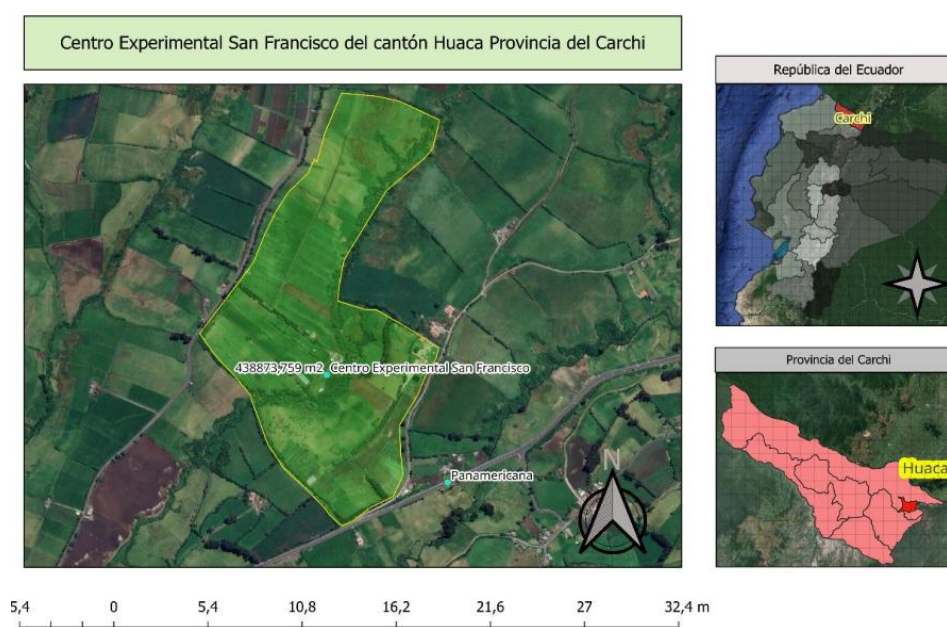
Variables	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumento
<b>INDEPENDIENTE:</b> Bioestimulantes	Biol	25 % (333 cc/l de agua) Aplicación a los 15 – 30- 45 – 60 – 75 días después de la siembra		
	Fish Fertilizer	2,5 cc / litro de agua Aplicación a los 15 – 30- 45 – 60 – 75 días después de la siembra	Aplicación foliar	Bomba de fumigar de mochila
	Poliverdol	5 cc / litro de agua Aplicación a los 15 – 30- 45 – 60 – 75 días después de la siembra		
Fertilización edáfica	Fertilización edáfica NPK	0% (0 g/planta) 75% (5,6 g/planta) 100% (7,5 g/planta) Frecuencia: Aplicación a los 15 días después de la siembra	Aplicación manual a chorro continuo en el surco del cultivo	Balanza
	Altura de planta	En cm a los 30, 45, 60, 75 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 días después de la siembra.	Medición en la parte basal del tallo.	Calibrador pie de rey Libreta de campo
	Largo de vaina	En cm al tiempo de la cosecha.	Desde el inicio hasta el final de la sutura dorsal de la vaina	Cinta métrica Libreta de campo
	Peso de vaina con grano	En kg al tiempo de cosecha.	Se pesó las vainas de todas las plantas de la parcela neta	Balanza Libreta de campo
	Peso de vaina sin grano	En kg al tiempo de cosecha.	Se pesó las vainas desgranadas de todas las plantas de la parcela neta	Balanza Libreta de campo
	Peso grano	En kg al tiempo de cosecha.	Se pesó los granos de las vainas de todas las plantas de la parcela neta	Balanza Libreta de campo
	Vainas por planta	Número de vainas por planta al tiempo de cosecha	Conteo manual de cada vaina del total de plantas de la parcela neta	Libreta de campo
<b>DEPENDIENTE:</b>				

Desarrollo fenológico y rendimiento del cultivo	Granos por vaina	Número de granos por vaina al tiempo de cosecha	Conteo manual de los granos del total de vainas de la parcela neta	Libreta de campo
	Rendimiento por tratamiento	En kg al tiempo de cosecha	Se pesó las vainas 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 implementó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicado en Huaca, Ecuador. Este sitio, situado a 2959 m.s.n.m., cuenta con un clima frío, temperaturas promedio de 10°C, una precipitación anual de 1100 mm y una humedad relativa del 76%. Los suelos, mayormente franco-arenosos y franco-limosos, presentan buena retención de agua y drenaje, ideales para el cultivo de papa, maíz, fréjol y hortalizas, en un terreno de relieve ondulado y pendientes moderadas. Estas características hacen del centro un lugar óptimo para investigaciones agrícolas y prácticas sostenibles (Peña, 2012).



**Figura 2.** Ubicación del experimento

**Fuente:** (Peña, 2012)

#### 3.4.2. Tratamientos del diseño experimental

La investigación se constituyó de 14 tratamientos que se describen a continuación:

**Tabla 6.** Tratamientos

Tratamientos	Factor 1 Fertilización NPK	Factor 2 Bioestimulante	Frecuencia de aplicación Bioestimulante
T1	100% (7,5 g/planta)	Biol (333 cc/l)	15 – 30- 45 – 60 – 75 días después de la siembra
T2	100% (7,5 g/planta)	Fish fertilizer (2,5 cc/l)	
T3	100% (7,5 g/planta)	Poliverdol (5 cc/l)	
T4	100% (7,5 g/planta)	Sin bioestimulante	
T5	75% (5,6 g/planta)	Biol (333 cc/l)	
T6	75% (5,6 g/planta)	Fish fertilizer (2,5 cc/l)	
T7	75% (5,6 g/planta)	Poliverdol (5 cc/l)	

T8	0% (0 g/ m <sup>2</sup> )	Fish fertilizer (2,5 cc/l)	
T9	0% (0 g/ m <sup>2</sup> )	Biol (333 cc/l)	
T10	0% (0 g/ m <sup>2</sup> )	Poliverdol (5 cc/l)	
T11	0% (0 g/ m <sup>2</sup> )	Sin bioestimulante	-

### 3.4.3. Características del diseño experimental

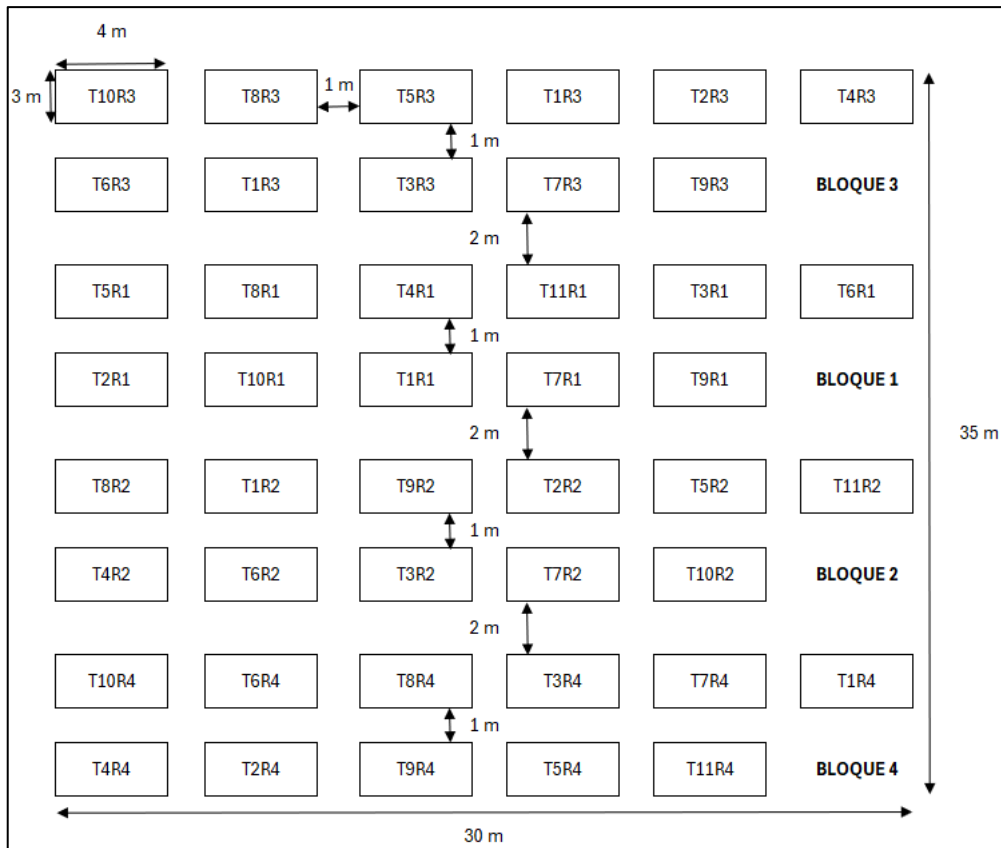
En la investigación se empleó un diseño de bloque completamente al azar con un arreglo factorial 4 x 3 -1, con 11 tratamientos, 4 repeticiones con un total de 44 unidades experimentales, de las cuales se evaluaron 16 plantas que constituyeron la parcela neta, cada unidad experimental midió 12 m<sup>2</sup>.

**Tabla 7.** Características del experimento

<b>DBCA con arreglo factorial 4x3 -1</b>	<b>Dimensiones</b>
Tratamientos	11
Repeticiones	4
Unidades experimentales	44
Área unidad experimental	12 m <sup>2</sup> (4 m * 3 m)
Área total del experimento	1050 m <sup>2</sup>
Distancia entre plantas	0,10 cm
Distancia entre surcos	1,20 m
Surcos por unidad experimental	4
Plantas por unidad experimental	160
Plantas por parcela neta	16
Número de semilla por golpe	1
Plantas totales del experimento	7040

### 3.4.4. Distribución y características del experimento

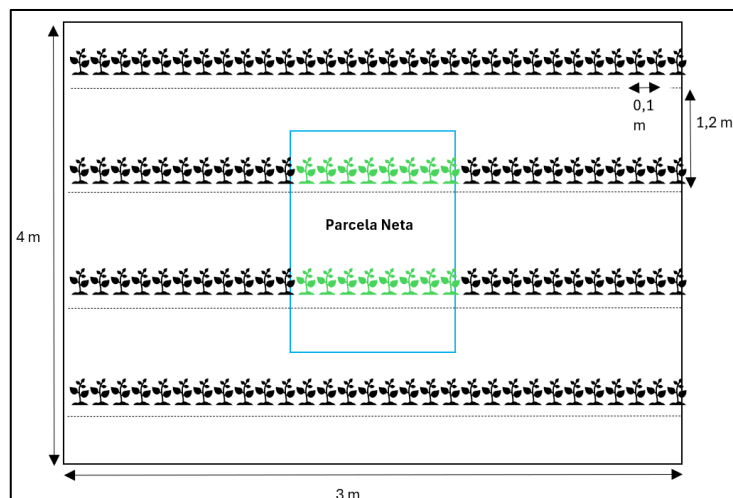
El diseño fue de bloques completamente al azar con arreglo factorial 4 x 3 – 1 tuvo una superficie de 750 m<sup>2</sup>, estuvo conformado por 11 tratamientos y 4 repeticiones, con un total de 44 unidades experimentales, con parcelas de 4 x 3 cm (12 m<sup>2</sup>), dejando 1 m de camino para cada unidad experimental y 2 m entre 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 envió una muestra de suelo al laboratorio LABONORT de la ciudad de Ibarra para obtener los resultados del análisis físico químico del área donde se implantó el experimento. Este análisis es fundamental para comprender las características del suelo, como su textura, estructura, pH, y contenido de nutrientes. Con estos datos, se realizaron los cálculos necesarios para la fertilización edáfica, ajustando las cantidades de fertilizantes según las necesidades específicas del cultivo

#### 2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se llevó a cabo con la ayuda de maquinaria agrícola, utilizando el arado y la rastra. Este proceso permitió obtener un suelo más suelto y adecuado para el cultivo.

#### 3. Trazado

El experimento se realizó a campo abierto, en el centro Experimental San Francisco, en un lote de 1050 m<sup>2</sup>, donde se trazó las 44 unidades experimentales con 11 tratamientos y 4 repeticiones, con sus debidas dimensiones 4m x 3 m (12 m<sup>2</sup>), se colocó estacas y piola para diferenciar los tratamientos, y se dejó los respectivos caminos de 1 m entre unidades experimentales y 2 m entre bloques.

#### 4. Siembra

La semilla fue de procedencia colombiana variedad UDENAR Afila. La siembra se realizó colocando una semilla por golpe a una distancia de 0,10 m entre plantas, se utilizó la cantidad de 1,4 kg de semilla para las 44 unidades experimentales.

#### 5. Fertilización

La fertilización edáfica se realizó a los 21 días después de la siembra colocando el fertilizante a chorro continuo en los surcos. Las fórmulas empleadas fueron 10-30-10 y 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

Se realizó a partir de los 15 días después de la siembra y posteriormente a los 15 – 30- 45 – 60 – 75 días con aplicaciones foliares. Las cantidades aplicadas en cada unidad

experimental variaron en función al factor A Tipos de bioestimulantes: Biol (333 cc/l), Fish fertilizer (2,5 cc/l) y Poliverdol (5 cc/l).

#### 3.4.7. Variables evaluadas

##### 3.4.7.1. Altura de planta

Se utilizó un flexómetro para medir en centímetros, desde la base hasta el ápice del tallo principal. Esta medición se llevó a cabo desde el día 30 hasta el día 75 después de la siembra, con una frecuencia de cada 15 días en las 16 plantas que formaban parte de cada tratamiento.

##### 3.4.7.2. Diámetro del tallo

Se empleó un calibrador pie de rey para medir en milímetros en la parte basal del tallo de la planta. Esta medición se llevó a cabo desde el día 30 hasta el día 75 después de la siembra, con una frecuencia de cada 15 días en las 16 plantas que formaban parte de cada tratamiento.

##### 3.4.7.3. Largo de vaina

Se empleó una cinta métrica para medir en centímetros, desde el inicio hasta el final de la sutura dorsal de la vaina. Esta medición se llevó a cabo el día de la cosecha.

##### 3.4.7.4. Peso de vaina con grano

Se empleó una balanza para pesar en kilogramos las vainas cosechadas de cada planta de la parcela neta. Esta medición se llevó a cabo el día de la cosecha.

##### 3.4.7.5. Peso de vaina sin grano

Se empleó una balanza para pesar en kilogramos las vainas cosechadas y desgranadas de cada planta de la parcela neta. Esta medición se llevó a cabo el día de la cosecha.

##### 3.4.7.6. Peso de grano

Se empleó una balanza para pesar en kilogramos los granos de las vainas cosechadas y desgranadas de cada planta de la parcela neta. Esta medición se llevó a cabo el día de la cosecha.

##### 3.4.7.7. Número de vainas por planta

Se realizó un conteo manual de las vainas cosechadas de cada planta de la parcela neta. Esta medición se llevó a cabo el día de la cosecha.

#### 3.4.7.8. Número de granos por vaina

Se realizó un conteo manual de los granos de cada vaina cosechada. Esta medición se llevó a cabo el día de la cosecha.

#### 3.4.7.9. Rendimiento por tratamiento

Se empleó una balanza para pesar en kilogramos las vainas cosechadas de cada unidad experimental es decir del total de las plantas. Esta medición se llevó a cabo el día de la cosecha.

#### 3.4.7.10. Análisis costo - beneficio

Se realizó un análisis costo/beneficio en (\$), en base al rendimiento por hectárea del cultivo considerando ingresos por la venta del producto y egresos por los gastos generados de cada tratamiento. Estos cálculos se llevaron a cabo al finalizar la presente investigación.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

En el experimento se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial  $4 \times 3^{-1}$ , con 11 tratamientos, 4 repeticiones con un total de 44 unidades experimentales. Para el análisis estadístico utilizamos el programa R Studio, se verificó los supuestos de normalidad (mediante la prueba de Shapiro) y homogeneidad de varianzas (mediante la prueba de Bartlett) para cada variable. Para las variables que cumplieron los supuestos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar posibles diferencias significativas entre bloques, factores y la interacción. Además, aplicamos la prueba de Duncan al 5% de nivel de significancia para la comparación de medias.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Altura de planta

El análisis de varianza realizado para la altura de planta desde los 30 hasta los 75 días después de la siembra presentado en la Tabla 8, reveló diferencias estadísticamente significativas en los bloques, factores: tipo de bioestimulante, porcentaje de fertilización y en la interacción entre ambos, con valores de  $p < 0.05$ . Los coeficientes de variación, todos inferiores al 10%, indicaron una buena precisión en los datos. Las alturas promedio de las plantas aumentaron de manera consistente con el tiempo, alcanzando 181.30 cm a los 75 días

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

F.v	GL	Altura 1 (30 dds)	Altura 2 (45 dds)	Altura 3 (60 dds)	Altura 4 (75 dds)
		<b>p valor</b>			
Bloque	2	3.86e-09 ***	1.47e-07 ***	1.76e-07 ***	3.86e-09 ***
Bioestimulantes	3	5.78e-11 ***	4.78e-05 ***	0.03029 *	4.93e-05 ***
Fertilización	2	1.74e-14 ***	3.61e-06 ***	0.00441 **	2.36e-07 ***
Fertilización * Bioestimulantes	6	0.000991 ***	0.00578 **	0.005107**	0.000773 ***
Error	19				
Total	32				
Media (cm)		37.85	83.58	105.33	181.30
CV (%)		8.81	5.66	7.96	4.10

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

La prueba de rango múltiple de Duncan al 5% para la altura de planta desde los 30 hasta los 75 días después de la siembra Tabla 9 mostró que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica y bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, alcanzaron mayores alturas de planta en todas las mediciones. Los tratamientos sin fertilización (0%) y el testigo absoluto presentaron las menores alturas. Las letras de los grupos indican que los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí, destacando que T1 (100%+Fish) es consistentemente superior, mientras que T11 (Testigo abs) es inferior en altura.

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

Tratamientos	Altura 1 (30 dds)		Altura 2 (45 dds)		Altura 3 (60 dds)		Altura 4 (75 dds)	
	Medias (cm)	Grupo s	Medias (cm)	Grupo s	Medias (cm)	Grupo s	Medias (cm)	Grupo s
T1 (100%+Fish)	64,33	a	95,69	a	119,89	a	200,16	a
T2 (100%+ Biol)	50,80	bc	95,72	a	110,83	ab	192,54	ab
T3 (100% +Polv)	55,20	b	87,94	abc	107,62	abcd	194,16	a
T4 (100% FE)	30,12	f	73,08	d	99,08	cd	178,58	bc
T5 (75%+Fish)	42,90	de	91,44	ab	116,14	ab	189,31	ab
T6 (75%+ Biol)	40,65	e	85,45	bc	106,77	abcd	187,2	ab
T7 (75% +Polv)	47,56	cd	89,6	ab	108,19	abcd	188,38	ab
T8 (0%+Fish)	27,95	f	73,13	d	101,66	bcd	172,43	c
T9 (0%+ Biol)	21,45	g	75,56	d	92,85	d	170,59	c
T10 (0% +Polv)	24,40	fg	79,8	cd	97,13	cd	171,41	c
T11 (Testigo abs)	15,98	h	71,89	d	101,66	bcd	149,67	d

Nota: Días después de la siembra (dds). Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: Fish (Fish fertilizer), Biol y Políverdol (Polv).

#### 4.1.2. Diámetro de tallo

El análisis de varianza realizado para el diámetro de tallo desde los 30 hasta los 75 días después de la siembra, presentado en la Tabla 10, reveló diferencias estadísticamente significativas en los bloques, factores: tipo de bioestimulante, porcentaje de fertilización y en la interacción entre ambos, con valores de  $p < 0.05$ . Los coeficientes de variación, todos inferiores al 10%, indicaron una buena precisión en los datos. Los diámetros promedio de los tallos aumentaron de manera consistente con el tiempo, alcanzando 8.08 mm a los 75 días.

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

F.v	GL	Diámetro 1 (30 dds)	Diámetro 2 (45 dds)	Diámetro 3 (60 dds)	Diámetro 4 (75 dds)
		p valor			
Bloque	2	1.86e-15 ***	9.51e-12 ***	2.19e-12 ***	9.51e-12 ***
Bioestimulantes	3	1.04e-05 ***	0.001258 **	0.000783 ***	4.84e-05 ***
Fertilización	2	9.70e-09 ***	0.000321 ***	7.29e-05 ***	2.28e-07 ***
Fertilización * Bioestimulantes	6	0.0151 *	0.0366 *	0.0317 *	0.0251 *
Error	19				
Total	32				
Media (mm)		3.96	5.04	6.07	8.08
CV (%)		4.75	5.80	4.88	4.10

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

La prueba de Duncan al 5% para el diámetro de tallo desde los 30 hasta los 75 días después de la siembra, presentada en la Tabla 11, mostró que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica y bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, resultaron en los mayores diámetros de tallo en todos los días evaluados. Los tratamientos sin

fertilización (0%) y el testigo absoluto presentaron los menores diámetros. Las letras de los grupos indicaron que los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí, destacando que T1 (100%+Fish) fue consistentemente superior, mientras que T11 (Testigo abs) fue inferior en diámetro de tallo.

**Tabla 11.** Prueba de Duncan al 5% para el diámetro de tallo (30, 45, 60, y 75 días)

Tratamientos	Diámetro 1 (30 dds)		Diámetro 2 (45 dds)		Diámetro 3 (60 dds)		Diámetro 4 (75 dds)	
	Medias (mm)	Grupo s	Medias (mm)	Grupo s	Medias (mm)	Grupo s	Medias (mm)	Grupo s
T1 (100%+Fish)	4,54	a	5,55	a	6,6	a	8,92	a
T2 (100%+ Biol)	4,19	a	5,19	abc	6,52	a	8,58	a
T3 (100% +Polv)	4,47	a	5,34	ab	6,57	a	8,66	a
T4 (100%)	3,58	b	4,61	d	5,48	c	7,96	bc
T5 (75%+Fish)	4,38	a	5,32	ab	6,41	a	8,44	ab
T6 (75%+ Biol)	4,23	a	5,18	abc	6,12	ab	8,35	ab
T7 (75% +Polv)	4,38	a	5,54	a	6,51	a	8,4	ab
T8 (0%+Fish)	3,54	b	4,84	bcd	5,52	c	7,68	c
T9 (0%+ Biol)	3,43	b	4,57	d	5,74	bc	7,6	c
T10 (0% +Polv)	3,56	b	4,74	cd	5,75	bc	7,64	c
T11 (Testigo abs)	3,44	b	4,52	d	5,58	bc	6,67	d

Nota: Días después de la siembra (dds). Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: Fish (Fish fertilizer), Biol y Poliverdol (Polv).

#### 4.1.3. Largo de vaina

El análisis de varianza realizado para el largo de vaina, presentado en la Tabla 12, reveló diferencias estadísticamente significativas únicamente en el factor porcentaje de fertilización, con un valor de  $p < 0.05$ . Los bloques, el tipo de bioestimulante y la interacción entre fertilización y bioestimulantes no mostraron diferencias significativas, con valores de  $p > 0.05$ . El coeficiente de variación fue de 6.89%, indicando una buena precisión en los datos. La longitud promedio de las vainas fue de 7.69 cm.

**Tabla 12.** Análisis de varianza para el largo de vaina

F.v	GL	Largo de vaina
		p valor
Bloque	2	0.238
Bioestimulantes	3	0.164
Fertilización	2	9.47e-05 ***
Fertilización * Bioestimulantes	6	0.952
Error	19	
Total	32	
Media (cm)		7.69
CV (%)		6.89

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

La prueba de Duncan al 5% para el largo de vaina, presentada en la Tabla 13, mostró que el porcentaje de fertilización tiene un efecto significativo en la longitud de las vainas. Los tratamientos con 100% y 75% de fertilización edáfica resultaron en los mayores largos de vaina, perteneciendo ambos al grupo 'a', lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellos. En contraste, el tratamiento con 0% de fertilización edáfica presentó el menor largo de vaina, perteneciendo al grupo 'b', indicando una diferencia significativa respecto a los otros dos tratamientos.

**Tabla 13.** Prueba de Duncan al 5% para el largo de vaina, Factor Porcentaje de fertilización

Porcentaje de fertilización	Largo de vaina	
	Medias (cm)	Grupos
100%	8,17	a
75%	7,96	a
0%	7,00	b

#### 4.1.4. Peso de vaina con grano

El análisis de varianza realizado para el peso de vaina con grano, presentado en la Tabla 14, reveló diferencias estadísticamente significativas en los factores: tipo de bioestimulante, porcentaje de fertilización y la interacción entre ambos, con valores de  $p < 0.05$ . Los bloques no mostraron diferencias significativas, con un valor de  $p > 0.05$ . El coeficiente de variación fue de 5.41%, indicando una buena precisión en los datos. El peso promedio de las vainas con grano fue de 1.30 kg.

**Tabla 14.** Análisis de varianza para el peso de vaina con grano

F.v	GL	Peso de vaina con grano
		p valor
Bloque	2	0.0857
Bioestimulantes	3	5.68e-09 ***
Fertilización	2	7.62e-13 ***
Fertilización *	6	0.0018 **
Bioestimulantes	19	
Error	32	
Total		
Media (Kg)		1.30
CV (%)		5.41

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

La prueba de Duncan al 5% para el peso de vaina con grano, presentada en la Tabla 15, mostró que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica y bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, resultaron en los mayores pesos de vaina con grano. El tratamiento T1 (100%+Fish) tuvo un peso promedio de 1.85 kg, perteneciendo al grupo 'a', lo que indica que es significativamente superior a los demás. Los tratamientos con

0% de fertilización edáfica (T8, T9, T10) y el testigo absoluto (T11) presentaron los menores pesos, con medias de 1.13 kg y 0.77 kg respectivamente, perteneciendo al grupo 'e' y 'f', indicando diferencias significativas respecto a los otros tratamientos. Las letras de los grupos indicaron que los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

**Tabla 15.** Prueba de Duncan al 5% para el peso de vaina con grano

Tratamientos	Peso de vaina con grano	
	Medias (Kg)	Grupos
T1 (100%+Fish)	1,85	a
T2 (100%+ Biol)	1,53	b
T3 (100% +Polv)	1,45	bc
T4 (100%)	1,33	cd
T5 (75%+Fish)	1,45	bc
T6 (75%+ Biol)	1,29	d
T7 (75% +Polv)	1,29	d
T8 (0%+Fish)	1,13	e
T9 (0%+ Biol)	1,13	e
T10 (0% +Polv)	1,13	e
T11 (Testigo abs)	0,77	f

Nota: Días después de la siembra (dds). Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: Fish (Fish fertilizer), Biol y Poliverdol (Polv).

#### 4.1.5. Peso de vaina sin grano

El análisis de varianza realizado para el peso de vaina sin grano, presentado en la Tabla 16, reveló diferencias estadísticamente significativas en los factores: tipo de bioestimulante, porcentaje de fertilización y la interacción entre ambos, con valores de  $p < 0.001$ . Los bloques no mostraron diferencias significativas, con un valor de  $p > 0.05$ . El coeficiente de variación fue de 5.71%, indicando una buena precisión en los datos. El peso promedio de las vainas sin grano fue de 0.91 kg.

**Tabla 16.** Análisis de varianza para el peso de vaina sin grano

F.v	GL	Peso de vaina sin grano
		p valor
Bloque	2	0.111
Bioestimulantes	3	2.73e-11 ***
Fertilización	2	9.31e-15 ***
Fertilización *	6	1.83e-08 ***
Bioestimulantes	19	
Error	32	
Total		
Media (Kg)		0.91
CV (%)		5.71

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

La prueba de Duncan al 5% para el peso de vaina sin grano, presentada en la Tabla 17, mostró que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica y bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, resultaron en los mayores pesos de vaina sin grano. El tratamiento T1 (100%+Fish) tuvo un peso promedio de 1.61 kg, perteneciendo al grupo 'a', lo que indica que es significativamente superior a los demás. Los tratamientos con 0% de fertilización edáfica (T8, T9, T10) y el testigo absoluto (T11) presentaron los menores pesos, con medias de 0.75 kg, 0.73 kg, 0.76 kg y 0.50 kg respectivamente, perteneciendo a los grupos 'f' y 'g', indicando diferencias significativas respecto a los otros tratamientos. Las letras de los grupos indicaron que los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

**Tabla 17.** Prueba de Duncan al 5% para el peso de vaina sin grano

Tratamientos	Peso de vaina sin grano	
	Medias (Kg)	Grupos
T1 (100%+Fish)	1,61	a
T2 (100%+ Biol)	1,08	b
T3 (100% +Polv)	0,99	c
T4 (100%)	0,89	de
T5 (75%+Fish)	0,97	cd
T6 (75%+ Biol)	0,85	e
T7 (75% +Polv)	0,86	e
T8 (0%+Fish)	0,75	f
T9 (0%+ Biol)	0,73	f
T10 (0% +Polv)	0,76	f
T11 (Testigo abs)	0,50	g

Nota: Días después de la siembra (dds). Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: Fish (Fish fertilizer), Biol y Poliverdol (Polv).

#### 4.1.6. Peso de grano

El análisis de varianza realizado para el peso de grano, presentado en la Tabla 18, reveló diferencias estadísticamente significativas en los factores: tipo de bioestimulante, porcentaje de fertilización y la interacción entre ambos, con valores de  $p < 0.05$ . Los bloques no mostraron diferencias significativas, con un valor de  $p > 0.05$ . El coeficiente de variación fue de 5.28%, indicando una buena precisión en los datos. El peso promedio de los granos fue de 0.40 kg.

**Tabla 18.** Análisis de varianza para el peso de grano

F.v	GL	Peso de grano
		p valor
Bloque	2	0.1742
Bioestimulantes	3	1.28e-09 ***
Fertilización	2	4.93e14 ***
Fertilización *	6	0.00798 **
Error	19	

Total	32	
Media (g)		0.40
CV (%)		5.28

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

La prueba de Duncan al 5% para el peso de grano, presentada en la Tabla 19, mostró que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica y bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, resultaron en los mayores pesos de grano. El tratamiento T1 (100%+Fish) tuvo un peso promedio de 0.50 kg, perteneciendo al grupo 'a', lo que indica que es significativamente superior a los demás. Los tratamientos con 0% de fertilización edáfica (T8, T9, T10) y el testigo absoluto (T11) presentaron los menores pesos, con medias de 0.37 kg, 0.36 kg, 0.35 kg y 0.27 kg respectivamente, perteneciendo a los grupos 'd' y 'e', indicando diferencias significativas respecto a los otros tratamientos. Las letras de los grupos indicaron que los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

**Tabla 19.** Prueba de Duncan al 5% para el peso de grano

Tratamientos	Peso de grano	
	Medias (g)	Grupos
T1 (100%+Fish)	0.50	a
T2 (100%+ Biol)	0.45	b
T3 (100% +Polv)	0.47	b
T4 (100%)	0.40	c
T5 (75%+Fish)	0.40	c
T6 (75%+ Biol)	0.40	c
T7 (75% +Polv)	0.40	c
T8 (0%+Fish)	0.37	d
T9 (0%+ Biol)	0.36	d
T10 (0% +Polv)	0.35	d
T11 (Testigo abs)	0.27	e

Nota: Días después de la siembra (dds). Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: Fish (Fish fertilizer), Biol y Poliverdol (Polv).

#### 4.1.7. Número de vainas por planta

El análisis de varianza realizado para el número de vainas, presentado en la Tabla 20, reveló diferencias estadísticamente significativas en los factores: tipo de bioestimulante, porcentaje de fertilización y la interacción entre ambos, con valores de  $p < 0.05$ . Los bloques no mostraron diferencias significativas, con un valor de  $p > 0.05$ . El coeficiente de variación fue de 5.51%, indicando una buena precisión en los datos. El número promedio de vainas fue de 27.

**Tabla 20.** Análisis de varianza para el número de vainas

F.v	GL	Número de vainas
		p valor
Bloque	2	0.0930
Bioestimulantes	3	5.15e-09 ***
Fertilización	2	1.27e-12 ***
Fertilización *		
Bioestimulantes	6	0.0022 **
Error	19	
Total	32	
Media (#)		27.00
CV (%)		5.51

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

La prueba de Duncan al 5% para el número de vainas, presentada en la Tabla 21, mostró que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica y bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, resultaron en el mayor número de vainas. El tratamiento T1 (100%+Fish) tuvo un promedio de 38 vainas, perteneciendo al grupo 'a', lo que indica que es significativamente superior a los demás. Los tratamientos con 0% de fertilización edáfica (T8, T9, T10) y el testigo absoluto (T11) presentaron los menores números de vainas, con medias de 23 y 16 respectivamente, perteneciendo a los grupos 'e' y 'f', indicando diferencias significativas respecto a los otros tratamientos. Las letras de los grupos indicaron que los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

**Tabla 21.** Prueba de Duncan al 5% para el número de vainas

Tratamientos	Número de vainas	
	Medias (#)	Grupos
T1 (100%+Fish)	38,00	a
T2 (100%+ Biol)	31,00	b
T3 (100% +Polv)	30,00	bc
T4 (100%)	27,00	cd
T5 (75%+Fish)	30,00	b
T6 (75%+ Biol)	27,00	d
T7 (75% +Polv)	26,00	d
T8 (0%+Fish)	23,00	e
T9 (0%+ Biol)	23,00	e
T10 (0% +Polv)	23,00	e
T11 (Testigo abs)	16,00	f

Nota: Días después de la siembra (dds). Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: Fish (Fish fertilizer), Biol y Poliverdol (Polv).

#### 4.1.8. Número de granos por vaina

El análisis de varianza realizado para el número de granos por vaina, presentado en la Tabla 22, reveló diferencias estadísticamente significativas en los factores: bloques, tipo de bioestimulante y porcentaje de fertilización, con valores de  $p < 0.05$ . La interacción entre fertilización y bioestimulantes no mostró diferencias significativas,

con un valor de  $p > 0.05$ . El coeficiente de variación fue de 8.31%, indicando una buena precisión en los datos. El número promedio de granos por vaina fue de 6.03.

**Tabla 22.** Análisis de varianza para el número de granos por vaina

F.v	GL	Número de granos por vaina	
			p valor
Bloque	2		9.43e-06 ***
Bioestimulantes	3		0.01323 *
Fertilización	2		0.00417 **
Fertilización *			
Bioestimulantes	6		0.24864
Error	19		
Total	32		
Media (#)			6.03
CV (%)			8.31

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

La prueba de Duncan al 5% para el número de granos por vaina, presentada en la Tabla 23, mostró que el bioestimulante Fish fertilizer resultó en el mayor número de granos por vaina, con una media de 6.44, perteneciendo al grupo 'a', lo que indica que es significativamente superior a los demás. Poliverdol, con una media de 6.11, pertenece al grupo 'ab', indicando que no es significativamente diferente de Fish fertilizer, pero sí de Biol y del tratamiento sin bioestimulante. Biol, con una media de 5.88, pertenece al grupo 'bc', y el tratamiento sin bioestimulante, con una media de 5.50, pertenece al grupo 'c', indicando que es significativamente inferior a los demás tratamientos.

**Tabla 23.** Prueba de Duncan al 5% para el número de granos por vaina. Factor Bioestimulante

Bioestimulante	Número de granos por vaina	
	Medias (#)	Grupos
Fish fertilizer	6,44	a
Poliverdol	6,11	ab
Biol	5,88	bc
Sin bioestimulante	5,50	c

La prueba de Duncan al 5% para el número de granos por vaina, presentada en la Tabla 24, mostró que el porcentaje de fertilización tiene un efecto significativo en el número de granos por vaina. El tratamiento con 100% de fertilización resultó en el mayor número de granos por vaina, con una media de 6.41, perteneciendo al grupo 'a', lo que indica que es significativamente superior a los demás. El tratamiento con 75% de fertilización, con una media de 6.00, pertenece al grupo 'ab', indicando que no es significativamente diferente del tratamiento con 100% de fertilización, pero sí del tratamiento con 0% de fertilización. El tratamiento con 0% de fertilización, con una

media de 5.66, pertenece al grupo 'b', indicando que es significativamente inferior al tratamiento con 100% de fertilización.

**Tabla 24.** Prueba de Duncan al 5% para número de granos por vaina. Factor Porcentaje de fertilización

Porcentaje de fertilización	Número de granos por vaina	
	Medias (#)	Grupos
100%	6,41	a
75%	6,00	ab
0%	5,66	b

#### 4.1.9. Número de semillas en 100 g

El análisis de varianza realizado para el número de semillas en 100 g, presentado en la Tabla 25, no reveló diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los factores evaluados: bloques, tipo de bioestimulante, porcentaje de fertilización y la interacción entre ambos, con valores de  $p > 0.05$ . El coeficiente de variación fue de 2.03%, indicando una excelente precisión en los datos. El número promedio de semillas en 100 g fue de 144.8.

**Tabla 25.** Análisis de varianza para el número semillas en 100 g

F.v	GL	Número de semillas en 100 g
		p valor
Bloque	2	0.844
Bioestimulantes	3	0.296
Fertilización	2	0.625
Fertilización *	6	0.334
Error	19	
Total	32	
Media (#)		230
CV (%)		2.03

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

#### 4.1.10. Rendimiento

El análisis de varianza realizado para el rendimiento del cultivo, presentado en la Tabla 26, reveló diferencias estadísticamente significativas en los factores: tipo de bioestimulante, porcentaje de fertilización y la interacción entre ambos, con valores de  $p < 0.05$ . Los bloques no mostraron diferencias significativas, con un valor de  $p > 0.05$ . El coeficiente de variación fue de 5.41%, indicando una buena precisión en los datos. El rendimiento promedio del cultivo fue de 13.95 kg por unidad experimental y 11.627 kg por hectárea.

**Tabla 26.** Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo

F.v	GL	Rendimiento del cultivo
		p valor
Bloque	2	0.08745
Bioestimulantes	3	5.18e-09 ***
Fertilización	2	7.32e-13 ***
Fertilización *		
Bioestimulantes	6	0.00209 **
Error	19	
Total	32	
Media (Kg/ue)		13.95
Media (Kg/ha)		11.627
CV (%)		5.41

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

La prueba de Duncan al 5% para el rendimiento del cultivo, presentada en la Tabla 27, mostró que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica y bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, resultaron en los mayores rendimientos. El tratamiento T1 (100%+Fish) tuvo un rendimiento promedio de 19.80 kg por unidad experimental y 16,501.66 kg por hectárea, perteneciendo al grupo 'a', lo que indica que es significativamente superior a los demás. Los tratamientos con 0% de fertilización edáfica (T8, T9, T10) y el testigo absoluto (T11) presentaron los menores rendimientos, con medias de 12.07 kg, 12.06 kg, 12.05 kg y 8.20 kg por unidad experimental respectivamente, perteneciendo a los grupos 'e' y 'f', indicando diferencias significativas respecto a los otros tratamientos. Las letras de los grupos indicaron que los tratamientos con la misma letra no tienen diferencias significativas entre sí.

**Tabla 27.** Prueba de Duncan al 5% para el rendimiento del cultivo

Tratamientos	Rendimiento del cultivo		
	Medias (kg/ue)	Medias (kg/ha)	Grupos
T1 (100%+Fish)	19,80	16.501,66	a
T2 (100%+ Biol)	16,35	13.626,66	b
T3 (100% +Polv)	15,57	12.976,66	bc
T4 (100%)	14,24	11.868,33	cd
T5 (75%+Fish)	15,51	12.926,33	bc
T6 (75%+ Biol)	13,83	11.532,33	d
T7 (75% +Polv)	13,76	11.472,66	d
T8 (0%+Fish)	12,07	10.058,66	e
T9 (0%+ Biol)	12,06	10.054,66	e
T10 (0% +Polv)	12,05	10.045,33	e
T11 (Testigo abs)	8,20	6.837,66	f

Nota: Días después de la siembra (dds). Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: Fish (Fish fertilizer), Biol y Poliverdol (Polv). Unidad experimental (ue), hectárea (ha)

#### 4.1.11. Análisis costo - beneficio

El análisis costo/beneficio del cultivo de alverja presentado en la Tabla 28 evidenció que el tratamiento más rentable fue el T1 (100% de fertilización edáfica combinado con el bioestimulante Fish), ya que alcanzó el mayor rendimiento (294,67 sacos/ha), el ingreso más elevado (13.260,26 USD) y una destacada relación costo/beneficio de 2,50, lo que implicó que por cada dólar invertido se obtuvieron 1,50 USD de ganancia. En contraste, el tratamiento menos eficiente resultó ser el T11 (testigo absoluto), que no recibió fertilización ni bioestimulantes, y presentó el rendimiento y beneficio más bajos. En términos generales, los tratamientos que incluyeron un mayor porcentaje de fertilización junto con el uso de bioestimulantes, especialmente Fish, ofrecieron mejores resultados económicos. No obstante, alternativas como el T5 (75% + Fish) también mostraron una rentabilidad aceptable con una inversión menor, lo cual pudo ser útil para optimizar costos sin comprometer significativamente el rendimiento.

**Tabla 28.** Análisis costo/beneficio para el cultivo de alverja

Tratamientos	Rendimiento		Venta Saco (USD)	Ingreso venta (USD)	Costo por tratamiento (USD)	Costo Beneficio (USD)	Beneficio Directo (USD)
	Kg/ha	Sacos/ha					
T1 (100%+Fish)	16501,66	294,67	45,00	13260,26	5295,00	2,50	1,50
T2 (100%+ Biol)	13626,66	243,33	45,00	10949,99	5501,25	1,99	0,99
T3 (100% +Polv)	12976,66	231,73	45,00	10427,67	4953,33	2,11	1,11
T4 (100%)	11868,33	211,93	45,00	9537,05	4709,58	2,03	1,03
T5 (75%+Fish)	12926,33	230,83	45,00	10387,23	5169,48	2,01	1,01
T6 (75%+ Biol)	11532,33	205,93	45,00	9267,05	5375,73	1,72	0,72
T7 (75% +Polv)	11472,66	204,87	45,00	9219,10	4827,81	1,91	0,91
T8 (0%+Fish)	10058,66	179,62	45,00	8082,85	4792,92	1,69	0,69
T9 (0%+ Biol)	10054,66	179,55	45,00	8079,64	4999,17	1,62	0,62
T10 (0% +Polv)	10045,33	179,38	45,00	8072,14	4451,25	1,81	0,81
T11 (Testigo abs)	6837,66	122,10	45,00	5494,55	4207,50	1,31	0,31

Nota: Días después de la siembra (dds). Porcentaje de fertilización edáfica: 0%, 75% y 100%. Bioestimulantes: Fish (Fish fertilizer), Biol y Poliverdol (Polv).

## 4.2. DISCUSIÓN

Estudios previos han demostrado consistentemente que el uso de bioestimulantes y biofertilizantes tiene un impacto positivo en el crecimiento de las plantas. López (2021) evaluó los efectos de dos dosis de bioestimulantes en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja variedad Alderman, encontrando que el bioestimulante Vigor Plus, aplicado en dosis alta, alcanzó una altura promedio de 144.08 cm, superando en un 17.36% al tratamiento testigo. Este resultado es significativo porque demuestra que los bioestimulantes pueden mejorar el crecimiento de las plantas, lo que es crucial para aumentar el rendimiento de los cultivos. Además, López (2021) también encontró que

el bioestimulante Vigor Plus aumentó la producción de vainas, con 213 g por planta, lo que representa un 32% más que el testigo. Estos resultados subrayan la importancia de los bioestimulantes en la mejora del rendimiento de los cultivos. Guamán (2023) investigó el efecto del bioestimulante FertuMax en la altura de la planta de arveja Var. Temprana, reportando alturas promedio de 37.75 cm a los 90 días con las dosis más efectivas. Este estudio es relevante porque muestra que los bioestimulantes pueden tener un impacto significativo en el crecimiento de las plantas, incluso en diferentes variedades de arveja. Los resultados de Guamán (2023) son consistentes con los de López (2021), lo que sugiere que los bioestimulantes pueden ser una herramienta eficaz para mejorar el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. En contraste, la presente investigación reveló que el tratamiento T1 (100%+Fish) obtuvo resultados más favorables en la altura de planta y el diámetro de tallo. El análisis de varianza realizado para la altura de planta desde los 30 hasta los 75 días después de la siembra mostró diferencias estadísticamente significativas, alcanzando 200.16 cm a los 75 días. Este tratamiento también mostró diámetros de tallo más amplios, alcanzando 8.92 mm a los 75 días, en comparación con el testigo absoluto que tuvo 6.67 mm. Estos resultados indican que la combinación de una fertilización edáfica completa y el uso de bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, puede mejorar significativamente el crecimiento de las plantas.

Arévalo (2019) evaluó un biofertilizante líquido a base de excretas de cerdos en la producción de arveja variedad Quantum y encontró que el tratamiento, con una dosis de 16,17 litros de biofertilizante por litro de agua aplicado cada 10 días, produjo mejoras significativas en el peso de las vainas verdes, alcanzando 175 g por planta en comparación con el testigo que tuvo 83,75 g. Este estudio es importante porque demuestra que los biofertilizantes pueden mejorar significativamente el rendimiento de los cultivos. Los resultados de Arévalo (2019) son consistentes con los de López (2021) y Guamán (2023), lo que sugiere que tanto los biofertilizantes como los bioestimulantes pueden ser herramientas eficaces para mejorar el rendimiento de los cultivos. En contraste, la presente investigación reveló que el tratamiento T1 (100%+Fish) obtuvo resultados más favorables en el peso de vaina y peso de grano. El análisis de varianza realizado para el peso de vaina mostró diferencias estadísticamente significativas, con un peso promedio de 1.85 kg por parcela neta para el tratamiento T1, significativamente superior a los demás tratamientos. Para el peso de grano, el tratamiento T1 tuvo un peso promedio de 0.50 kg por parcela neta.

Los tratamientos con 0% de fertilización edáfica y el testigo absoluto presentaron los menores pesos, lo que subraya la importancia de la fertilización y el uso de bioestimulantes para mejorar el rendimiento de los cultivos.

Chirito (2024) investigó el uso de fertilizante a base de residuos de pescado en lechuga, encontrando que el tratamiento T5, con 2.0 litros de biol por 200 litros de agua, destacó en rendimiento comercial con 46.10 t/ha, y mostró la mayor rentabilidad con un 313.43%. Este estudio es relevante porque demuestra que los fertilizantes a base de residuos de pescado pueden ser una fuente eficaz de nutrientes para los cultivos, mejorando su rendimiento y rentabilidad. Los resultados de Chirito (2024) son consistentes con los de Arévalo (2019), lo que sugiere que los fertilizantes orgánicos pueden ser una herramienta eficaz para mejorar el rendimiento de los cultivos. Astete (2024) evaluó el uso de biol a base de residuos de pescado en espinaca, encontrando que el tratamiento T5, con 2 litros de biol por 200 litros de agua, logró un rendimiento de 18.12 t/ha, lo que representó una diferencia del 25.31% respecto al testigo. Este estudio es importante porque demuestra que los biofertilizantes pueden mejorar significativamente el rendimiento de los cultivos, incluso en diferentes tipos de plantas. Los resultados de Astete (2024) son consistentes con los de Chirito (2024), lo que sugiere que los biofertilizantes a base de residuos de pescado pueden ser una herramienta eficaz para mejorar el rendimiento de los cultivos. En contraste, la presente investigación reveló que el tratamiento T1 (100%+Fish) obtuvo resultados más favorables en el rendimiento del cultivo. El análisis de varianza realizado para el rendimiento del cultivo mostró diferencias estadísticamente significativas, con un rendimiento promedio de 19.80 kg por unidad experimental y 16,501.66 kg por hectárea para el tratamiento T1, significativamente superior a los demás tratamientos. La prueba de Duncan al 5% confirmó que los tratamientos con 100% de fertilización edáfica y bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, resultaron en los mayores rendimientos. Los tratamientos con 0% de fertilización edáfica y el testigo absoluto presentaron los menores rendimientos, lo que subraya la importancia de la fertilización y el uso de bioestimulantes para mejorar el rendimiento de los cultivos. Además, Huaman (2022) encontró que el bioestimulante Atonik tuvo efectos positivos en varias variables agronómicas de la arveja verde, incluyendo el rendimiento, con un resultado de 14.55 t/ha. Este estudio refuerza la idea de que los bioestimulantes pueden mejorar significativamente el rendimiento de los cultivos, aunque los resultados obtenidos en nuestra investigación con Fish fertilizer

fueron aún más altos. Los resultados de Huaman (2022) son consistentes con los de López (2021) y Guamán (2023), lo que sugiere que los bioestimulantes pueden ser una herramienta eficaz para mejorar el rendimiento de los cultivos. Los resultados de la presente investigación indicaron que la combinación de una fertilización edáfica completa y el uso de bioestimulantes, especialmente Fish fertilizer, puede mejorar significativamente la altura, el diámetro de tallo, el peso de vaina y el peso de grano de las plantas de arveja. Estos hallazgos son importantes para optimizar las prácticas agrícolas y maximizar el rendimiento de los cultivos, superando los resultados obtenidos en estudios previos. La evidencia sugiere que el uso de bioestimulantes y biofertilizantes no solo mejora el crecimiento y el rendimiento de los cultivos, sino que también puede contribuir a prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Por lo tanto, se recomienda la adopción de estos productos en la agricultura para mejorar la productividad y sostenibilidad de los cultivos.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- El tratamiento T1 (100%+Fish) obtuvo los mejores resultados en términos de desarrollo fenológico del cultivo con una altura promedio de 200.16 cm a los 75 días y un diámetro de tallo de 8.92 mm, superando significativamente a los tratamientos con menor o sin fertilización edáfica.
- El tratamiento T1 (100%+Fish) obtuvo los mejores resultados en términos de rendimiento del cultivo. Con un rendimiento promedio de 16,501.66 kg por hectárea, este tratamiento fue significativamente superior a los demás.
- El tratamiento T1 (100%+Fish) no solo resultó en los mayores rendimientos, sino que también presentó la mayor rentabilidad con un costo beneficio de 1,50 USD por cada dólar invertido. No obstante, alternativas como el T5 (75% + Fish) también mostraron una rentabilidad aceptable con una inversión menor.
- La investigación concluye que el uso de bioestimulantes, en particular Fish fertilizer, en combinación con una fertilización edáfica completa, mejora significativamente el desarrollo fenológico, el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de arveja variedad UDENAR Afila. Estos hallazgos son cruciales para optimizar las prácticas agrícolas y maximizar la productividad y sostenibilidad de los cultivos.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios adicionales para determinar las dosis óptimas de bioestimulantes, como Fish fertilizer, aplicadas en diferentes etapas del desarrollo fenológico, tanto en distintas variedades del cultivo de arveja como en otros cultivos de interés agronómico.
- Evaluar el comportamiento agronómico de la variedad UDENAR afila en distintas zonas de la provincia del Carchi, con el objetivo de fomentar su adopción en la agricultura local.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- Arévalo, A. (2019). Evaluación de un biofertilizante líquido a base de excretas de cerdo en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) var. Quantum [Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias]. [https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30607/1/Tesis-243 Ingeniería Agronómica -CD 648.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30607/1/Tesis-243%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20CD%20648.pdf)
- Astete, L. (2024). Uso de biol a base de residuos de pescado para mayor rendimiento ecológico de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Huacho - Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/9970>
- 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>
- Castillo, J. (2023). Intensidad de uso de fertilizantes químicos por cultivos transitorios y permanentes. Ficha metodológica, 15. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Modulo\\_Ambiental\\_2022/FM\\_Intensidad\\_de\\_Uso\\_de\\_Fertilizantes\\_Quimicos.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_2022/FM_Intensidad_de_Uso_de_Fertilizantes_Quimicos.pdf)
- Catawba. (2021). Fertilizante para peces. <https://www.catawbabrand.com/fish-fertilizer/>
- Checa, O. (2021). La arveja investigación y tecnología en el sur de Colombia. <https://www.udenar.edu.co/investigacion-y-tecnologia-sur-colombia/>
- Chirito, C. (2024). Aprovechamiento de fertilizante a base de residuos de pescado para obtener mayor rendimiento ecológico de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Huacho – Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/8812>
- EDIFARM. (2016). Vademécum agrícola. Fertilizantes, Bioestimulantes, Reguladores. Obtenido de: <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/POLIVERDOLSUSPENSID3N%201616121B1Zn-20180126-125834.pdf>
- Fernández, M. (2021). Obtención de fertilizantes líquidos a partir de material bioestabilizado [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/55127/Tesis2047-220915.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 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.](https://fertilizar.org.ar/bioestimulantes-un-aporte-a-producciones-sostenible/#:~:text=Un%20bioestimulante%20es%20cualquier%20sustancia,independientemente%20de%20su%20composici%C3%B3n%20nutricional.)

- García, R. (2015). Análisis de la contaminación por el uso de plaguicidas en los suelos agrícolas de la provincia del Carchi, bioacumulación y propuesta de un modelo productivo sostenible. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1474/1/Tesis%20MGA%20GARCIA%20RENATO.pdf>
- Guamán, L. (2023). Evaluación del efecto del bioestimulante FertuMax sobre la germinación, altura y componentes de rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) var. Temprana en el cantón Tisaleo. [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38264/1/038 Agronomía - Guamán Tisalema Lizbeth Gissel.pdf>
- Huaman, Y. (2022). Efecto de cinco bioestimulantes foliares en el rendimiento y comportamiento agronómico en arveja verde (*Pisum sativum* L. var. Quantum) en el centro agronómico Kayra - San Jeronimo Cusco. Cusco - Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7971/253T20220627\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7971/253T20220627_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lopez, N. (2021). Efecto de bioestimulantes con dos dosis en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Alderman en Choclococha - Pomacocha - Huancavelica [Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/44e173a5-92cf-4cf4-b8c6-6b832524faa1/content>
- Miño E, (2023). Reporte de análisis de suelo "Campo: Biol Bovino". LABONORT. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/null.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>
- 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.GROP.B.UEA.1152#:~:text=El biol agregado al suelo, particularmente la de textura fina.>
- Quintero, E. (2023). Rendimiento agrícola [EcuRed]. [https://www.ecured.cu/Rendimiento\\_agrícola](https://www.ecured.cu/Rendimiento_agrícola)
- Rodriguez, J. (2022). Características agronómicas que influyen en el rendimiento en verde de dos variedades de arveja en espaldera bajo riego suplementario. [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/27848/1/UCE-FAG-CIA-RODRIGUEZ JOSELYN.pdf>

- Saavedra, G. (2023). Arveja verde. Biblioteca Digital INIA, 23. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68961/7. Arveja verde.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Torres, J. (2022). Eficiencia productiva en el manejo de los suelos del cultivo de arroz en el Ecuador: estudio basado en enmiendas orgánicas en el recinto Cascol, cantón Daule [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/59540/1/Informe de artículo de investigación.pdf>
- Vallejos, J. (2021). Efecto de bioestimulantes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) para la zona de Totora en Cochabamba, Bolivia. *Revista Latinoamericana de La Papa*, 10. file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-EfectoDeBioestimulantesEnLaProduccionDePapaSolanum-8081351.pdf
- Vera, J. (2021). Evaluación de bioestimulantes para la reducción de los efectos que ocasiona el estrés térmico y oxidativo en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L. cv. CCN-51) [Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25976/1/T-ESPESD-003134.pdf>
- Zacarias. (2022). Efecto de un bioestimulante en el rendimiento de forraje de triticale (x *Triticosecale*) en siembra escalonada asociada con haba (*Vicia faba*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(2022), #126, 13. file:///C:/Users/ASUS/Downloads/EFEECTO\_DE\_UN\_BIOESTIMULANTE\_EN\_EL\_RENDIMIENTO\_DE\_F.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


<b>ESTUDIANTE:</b> Yepez Villota Jeniffer Marcela		<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> 0401909270	
<b>PERIODO ACADÉMICO:</b> 2025A		<b>DOCENTE TUTOR:</b> MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI	
<b>PRESIDENTE TRIBUNAL:</b> MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO		<b>DOCENTE:</b> PHD SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL	
<b>TEMA DEL TIC:</b> "Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de arveja ( <i>Pisum sativum</i> ) variedad UDENAR Afija en el Centro Experimental San Francisco-UPEC."			

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8.33	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8.33	
3	METODOLOGÍA	8.33	
4	RESULTADOS	8.33	
5	DISCUSIÓN	8.33	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.33	Revisar las recomendaciones del ensayo
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8.33	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8.33	Revisar normas de redacción, faltas de ortografía y formato

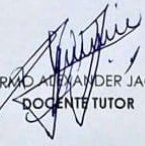
Obteniendo una nota de: **8.33** Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

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.

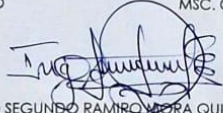
Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 11 de junio de 2025**



MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**



MSC. GUILLERMO ALEXANDER JACOME SARCHI  
**DOCENTE TUTOR**



PHD SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL  
**DOCENTE**

**Anexo 2.** Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN  
AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
<b>NAME:</b> Jeniffer Marcela Yopez Villota				
<b>DATE:</b> Lunes, 16 de junio de 2025				
<b>Topic:</b> "Evaluación de bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativum) variedad UDENAR Afla en el Centro Experimental San Francisco-UPEC.				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	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"/>
<b>WRITING COHESION</b>	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"/>
<b>ARGUMENT</b>	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"/>
<b>CREATIVITY</b>	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 checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	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"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	<b>TOTAL 9</b>		



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

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

**Autor:** Jeniffer Marcela Yopez Villota

**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




MA. Martha Viveros  
Docente responsable del  
CIDEN

**Anexo 3.** Costos de producción por ha del cultivo de alverja

**Tabla 29.** Costos de producción por ha del cultivo de alverja Mejor Tratamiento T1

Sistema: Área: 1296 m <sup>2</sup>		Centro Experimental San Francisco			
		Semi-tecnificado	Lugar	UPEC	
Materiales		Unidades	Medida	Responsable	Jeniffer Yopez
				Costo unitario	Costo total
<b>Mano de obra</b>					<b>23,82</b>
Preparación del terreno (Tractor)		1	Unidad	1,37	1,37
Aplicación de cal		1	Personal	0,27	0,27
Trazado de parcelas		2	Personal	0,27	0,54
Surcada		2	Personal	0,27	0,54
Desinfección de suelo y semilla		1	Personal	0,22	0,22
Siembra		2	Personal	0,27	0,54
Labores culturales		4	Personal	0,54	2,16
Ahoyado		1	Personal	1,37	1,37
Tutorado		1	Personal	0,22	0,22
Control fitosanitario		10	Personal	0,27	2,70
Aplicación Bioestimulantes		5	Personal	0,27	1,35
Fertilización		1	Personal	0,54	0,54
Cosecha		2	qq	6	12
<b>Materiales</b>					<b>26,96</b>
Piola		1	Unidad	5	5
Estacas		16	Unidad	0,32	5,12
Letreros		4	Unidad	0,50	1,44
Palos		32	Unidad	0,20	6,40
Conos de Cabuya		10	Unidad	0,13	1,30
Empaques		11	Unidad	0,70	7,70
<b>Equipos</b>					<b>144</b>
Tanque de 200 l		1	Unidad	25	30
Bomba de mochila		1	Unidad	30	30
Flexómetro		1	Unidad	5	5
Calibrador pie de rey		1	Unidad	18	18
Azadón		2	Unidad	15	30
Balanza Digital		1	Unidad	31	31
<b>Insumos</b>					<b>58,93</b>
Cal		16	kg	0,08	1,28
Pisum Sativum (Semilla)		0,14	kg	1,09	1,09
Fihs Fertilizer (Bioestimulante)		250	ml	6,50	6,50
Abono		44,80	kg	1,00	44,80
Fungicidas				5,26	5,26
<b>Análisis</b>					<b>43</b>
Análisis de suelo		1	Unidad	43	43
				<b>Costo Total</b>	<b>\$ 296,71</b>

**Anexo 4. Análisis de suelo del sitio del experimento**



**L A B O N O R T**

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

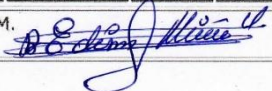
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre: Centro Experimental UPEC		Provincia: Carchi	
Ciudad: Huaca		Cantón: Huaca	
Teléfono: 0982501591		Parroquia:	
Fax:		Sitio: Centro Experimental UPEC	
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO	
Sitio: Centro Experimental UPEC		Nro Reporte.: 11762	
Superficie: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



Anexo 5. Análisis de biol bovino UPEC



**L A B O N O R T**

LABORATORIOS NORTE

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

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
<b>DATOS DE PROPIETARIO</b>					<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>				
Nombre: Centro Experimental San Francisco					Provincia: Carchi				
Ciudad:					Cantón: Tulcán				
Teléfono:					Parroquia: Santa Marta de Cuba				
Fax:					Sitio: Centro Experimental San Francisco				
<b>DATOS DEL LOTE</b>					<b>DATOS DE LABORATORIO</b>				
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				
<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>INTERPRETACION</b>						
<b>N</b>	195.0	ppm							
<b>P</b>	61.60	ppm							
<b>S</b>	248.0	ppm							
<b>K</b>	5.50	meq/100 ml							
<b>Ca</b>	11.60	meq/100 ml							
<b>Mg</b>	9.03	meq/100 ml							
<b>Zn</b>	3.16	ppm							
<b>Cu</b>	1.28	ppm							
<b>Fe</b>	427.50	ppm							
<b>Mn</b>	31.08	ppm							
<b>B</b>	1.13	ppm							
<b>pH</b>	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>						
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml							
<b>Al</b>		meq/100 ml							
<b>Na</b>		meq/100 ml							
<b>Ce</b>	5.28	mS/cm							
<b>MO</b>		%							
<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca+Mg</b>	<b>(meq/100ml)</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	<b>(%)</b>			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
1.28	1.64	3.75	26.13						
Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio									



**Anexo 6.** Proceso experimental



**Figura 7.** Preparación del terreno



**Figura 8.** División y rotulación de las parcelas



**Figura 9.** Insumos utilizados



**Figura 10.** Aplicación de bioestimulantes



**Figura 11.** Fertilización



**Figura 12.** Toma de datos



**Figura 13.** Toma de datos



**Figura 14.** Cosecha

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

**Tabla 30.** Normalidad y homogeneidad de varianzas

VARIABLES	No.	NORMALIDAD		HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS	
		Prueba de Shapiro		Prueba de Bartlett	
		SI	NO	SI	NO
	1	0.1512		0.8013	
Altura de planta	2	0.1171		0.9618	
	3	0.6027		0.6631	
	4	0.2797		0.9873	
	1	0.1271		0.2544	
Diámetro de tallo	2	0.6618		0.6027	
	3	0.1312		0.9984	
	4	0.2852		0.9886	
			0.9853		0.2544
Largo de vaina		0.9853		0.2544	
Peso vaina (con grano)		0.9625		0.8877	
Peso vaina (sin grano)		0.9947		0.8393	
Peso grano		0.9787		0.6731	
Número de vainas		0.716		0.8467	
Número de granos		0.476		0.891 - 0.5457	
Número de semillas		0.2371		0.7818	
Rendimiento UE		0.9676		0.8816	
Rendimiento ha		0.9678		0.8807	

**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$groups
# Resumir los datos
# Activar librería
library(tidyverse)
resumen <- dbca %>% group_by(Fert) %>%
  summarise(promedio=mean(Corte.1), de=sd(Corte.1), r=length(Corte.1)) %>%
  arrange(desc(promedio))
# Pasar las letras de agrupación Duncan (0.05)
resumen$grupo <- duncan_e$groups$groups
# Elaborar la gráfica de barras
# Activar librería
```

```

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 libreria
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$groups
# Resumir los datos
# Activar libreria
library(tidyverse)
resumen <- dbca %>% group_by(interaction(Bioest, Fert)) %>%
  summarise(promedio=mean(Corte.1), de=sd(Corte.1), r=length(Corte.1)) %>%
  arrange(desc(promedio))
# Pasar las letras de agrupación Duncan (0.05)
resumen$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()

```