



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

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

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TEMA:**

EFICIENCIA NUTRICIONAL A LA APLICACIÓN DE CINCO BIOESTIMULANTES PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*), VARIEDAD CAÑICAPA, EN LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR.

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.**

**AUTORES:**

Edwin Mauricio Chimbo Bayes  
Gladys Liliana Quinchuela Sánchez

**TUTORA:**

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.

**GUARANDA – ECUADOR**

**2023**

EFICIENCIA NUTRICIONAL A LA APLICACIÓN DE CINCO  
BIOESTIMULANTES PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA  
CERTIFICADA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*), VARIEDAD CAÑICAPA,  
EN LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR.

**REVISADO Y APROBADO POR**



---

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.

**Tutora**



---

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

**Par Lector**



---

Dra. Andrea Román

**Par Lector**

**CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN**

Nosotros Edwin Mauricio Chimbo Bayes, con CI: 0202345922 y Gladys Liliana Quinchuela Sánchez, con CI: 0250015054 declaramos que el trabajo y los resultados reportados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con sus respectivos autores.

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

-----  
**Edwin Chimbo Bayes**  
AUTOR  
CI: 0202345922

-----  
**Gladys Quinchuela Sánchez**  
AUTORA  
CI: 0250015054

-----  
**Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.**

**TUTORA**

CI: 0200933067

Se otorgó ante mi y en fe de ello confiero ésta ..... copia certificada, firmada y sellada en Guaranda, D. de ..... del 20.....

**Dr. Hernán Criollo Arocas**  
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA



20230201002P00974

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGAN: EDWIN MAURICIO CHIMBO BAYES Y OTRA

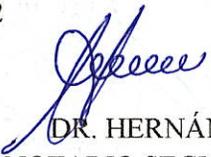
CUANTIA: INDETERMINADA

DI 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día lunes tres de julio de dos mil veintitrés, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparecen los señores Edwin Mauricio Chimbo Bayes y Gladys Liliana Quinchuela Sánchez, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatorianos, mayores de edad, de estados civil solteros, domiciliadas en esta ciudad de Guaranda, con celular número: cero nueve nueve uno tres seis ocho siete uno tres y cero nueve seis siete tres uno dos tres tres dos, correo electrónico: emcyh93@gmail.com y gladysquinchuela2000@gmail.com; a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía en base a la que procedo a obtener sus certificados electrónicos de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documentos habilitantes; bien instruidos por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla proceden, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fueron en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud, declaran lo siguiente: “Que previo a la obtención del Título de Ingenieros Agrónomos, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la carrera de Agronomía , manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de investigación Titulado: **“EFICIENCIA NUTRICIONAL A LA APLICACIÓN DE CINCO BIOESTIMULANTES PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*), VARIEDAD CAÑICAPA, EN LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR.**”, es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autores, además autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenece o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tengo que decir en honor a la verdad”. Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que los comparecientes aceptan en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a los comparecientes por mí el Notario, se ratifican y firman conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.

  
Edwin Mauricio Chimbo Bayes  
C.C. 0202345922

  
Gladys Liliana Quinchuela Sánchez  
C.C. 0250015054

  
DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS  
NOTARIO SEGUNDO DE CANTÓN GUARANDA





Factura: 001-002-000037868



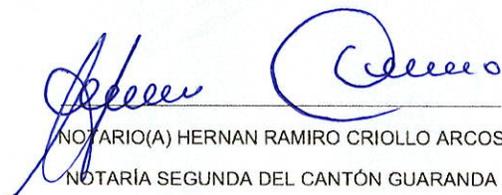
20230201002P00974

NOTARIO(A) HERNAN RAMIRO CRIOLLO ARCOS

NOTARÍA SEGUNDA DEL CANTON GUARANDA

EXTRACTO

Escritura N°:	20230201002P00974						
<b>ACTO O CONTRATO:</b>							
DECLARACIÓN JURAMENTADA PERSONA NATURAL							
FECHA DE OTORGAMIENTO:	3 DE JULIO DEL 2023, (15:40)						
<b>OTORGANTES</b>							
<b>OTORGADO POR</b>							
Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que le representa
Natural	CHIMBO BAYES EDWIN MAURICIO	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	0202345922	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	
Natural	QUINCHUELA SANCHEZ GLADYS LILIANA	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	0250015054	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	
<b>A FAVOR DE</b>							
Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que representa
<b>UBICACIÓN</b>							
Provincia		Cantón		Parroquia			
BOLÍVAR		GUARANDA		ANGEL POLIVIO CHAVEZ			
<b>DESCRIPCIÓN DOCUMENTO:</b>							
<b>OBJETO/OBSERVACIONES:</b>							
CUANTÍA DEL ACTO O CONTRATO:	INDETERMINADA						

  
NOTARIO(A) HERNAN RAMIRO CRIOLLO ARCOS  
NOTARÍA SEGUNDA DEL CANTÓN GUARANDA



## Document Information

---

Analyzed document	TESIS-REPORT TESIS-CHIMBO EDWIN WUINCHUELA GLADYS.pdf (D142659120)
Submitted	
Submitted by	26/06/2023 11:18:00 AM
Submitter email	glquinchuela@mailes.ueb.edu.ec
Similarity	9.0%
Analysis address	victorbarcenes2021@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

---

## Entire Document

---

## Hit and source - focused comparison, Side by Side

---

<b>Submitted text</b>	As student entered the text in the submitted document.
<b>Matching text</b>	As the text appears in the source.

*AmB*

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto está dedicado a Dios por ser mi guía y fortaleza, a mis padres Jorge Chimbo y Cecilia Bayes que con su esfuerzo y amor me han apoyado para terminar con mi carrera profesional, a mi esposa Gladys y a mi hijo Alessandro porque son la inspiración y la razón que me impulsa cada día para esforzarme y salir adelante.

A mis hermanos por el respaldo brindado durante el camino de mi carrera universitaria y de esta manera poder luchar para que este sueño se haga realidad.

**Edwin Chimbo**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado especialmente a mi padre Vicente Quinchuela y a mi madre Cemira Sánchez, quienes siempre han estado apoyándome para ser una mejor persona.

Gracias por su amor, por su sacrificio y por enseñarme que nunca en la vida hay que rendirse ante cualquier obstáculo que se presente.

**Gladys Quinchuela**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos infinitamente a nuestra querida Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar por ofrecernos una calidad académica excelente y formarnos como grandes profesionales.

A nuestra tutora la Ing. Sonia Salazar Ramos por brindarnos su apoyo incondicional y habernos guiado en nuestro proyecto de investigación y haber concluido con éxito.

A cada uno de los docentes que nos impartieron todos sus conocimientos durante todo el ciclo de nuestra carrera universitaria en especial al Ing. David Silva por sus consejos y guiarnos para ser buenas personas y profesionales.

**Edwin y Gladys**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA .....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. HIPÓTESIS .....	5
CAPITULO II .....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Origen.....	6
2.2. Taxonomía.....	6
2.3. Descripción botánica .....	6
2.3.1. Raíz .....	6
2.3.2. Tallo .....	7
2.3.3. Hojas .....	7
2.3.4. Flores.....	7
2.3.5. Granos .....	7
2.4. Descripción vegetativa .....	8
2.4.1. Germinación.....	8
2.4.2. Macollamiento.....	8
2.4.3. Encañado.....	8
2.4.4. Espigamiento y floración .....	8
2.4.5. Formación del grano .....	9

2.4.6. Madurez fisiológica.....	9
2.5. Requerimientos del cultivo .....	9
2.5.1. Clima.....	9
2.5.2. Temperatura .....	10
2.5.3. Precipitación.....	10
2.5.4. Suelo.....	10
2.6. Manejo del cultivo.....	11
2.6.1. Preparación del terreno .....	11
2.6.2. Siembra y densidad .....	11
2.6.3. Riego .....	11
2.6.5. Control de malezas.....	12
2.7. Plagas .....	12
2.7.1. Nematodos ( <i>Heterodera avenae</i> ).....	12
2.8. Enfermedades.....	13
2.8.1 Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> ).....	13
2.8.2 Roya parda ( <i>Puccinia hordei otth</i> ).....	13
2.8.4 Virus amarillo del enanismo de la cebada (virus BYD) .....	14
2.9. Variedad.....	14
2.9.1. INIAP Cañicapa .....	14
2.10. Cosecha y almacenamiento .....	14
2.11. Producción.....	15
2.12. Costo de producción.....	15
2.13. Propiedades nutricionales.....	16
2.14. Bioestimulantes .....	16

a)	Plata coloidal.....	17
b)	Calcio/boro.....	17
c)	Ácido húmico.....	18
d)	Seaweed extract.....	19
e)	Citoquininas.....	19
CAPÍTULO III.....		20
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1.	Ubicación y características de la investigación.....	20
•	Localización del experimento.....	20
•	Situación geográfica y edafoclimática.....	20
•	Zona de vida.....	20
3.2.	Metodología.....	21
3.2.1.	Material experimental.....	21
3.2.2.	Factores en estudio.....	21
3.2.3.	Tratamientos.....	21
3.2.4.	Tipo de diseño experimental o estadístico.....	21
3.2.5.	Manejo del experimento en campo o laboratorio.....	22
•	Distribución de unidades experimentales.....	22
•	Codificación de unidades experimentales.....	22
•	Fertilización complementaria.....	22
•	Control fitosanitario.....	22
•	Cosecha.....	23
•	Trilla.....	23
•	Secado.....	23
•	Aventando.....	23

• Almacenado.....	23
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta).....	23
• Incidencia de roya amarilla (IRA).....	23
• Días a la floración (DF).....	24
• Días al espigamiento (DE) .....	24
• Días a la cosecha (DC).....	24
• Altura de planta (AP) .....	24
• Longitud de la espiga (LE).....	24
• Número de granos por espiga (NGE).....	25
• Tamaño de grano (TG).....	25
• Rendimiento por parcela (RP).....	25
• Porcentaje de humedad del grano (PHG).....	25
• Rendimiento en kg/ha (RH) .....	25
• Peso hectolitro (PH) .....	26
• Peso de mil granos (PMG) .....	26
3.2.7. Análisis de datos .....	26
CAPITULO IV .....	27
4.    RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1.    Variables agronómicas .....	27
4.2.    Análisis de correlación y regresión lineal .....	40
4.2.1.    Correlación (r).....	40
4.2.2.    Regresión (b).....	40
4.2.3.    Coeficiente de determinación ( $r^2$ ).....	40
4.3.    Análisis económico de la relación B/C. ....	41
4.4.    Comprobación de hipótesis .....	43

CAPITULO V .....	44
5.1. Conclusiones.....	44
5.2. Recomendaciones .....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables agronómicas.....	27
2.	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes.....	40
3.	Relación beneficio costo de los 6 tratamientos.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág.</b>
1.	Incidencia de roya amarilla (IRA).....	28
2.	Días a la floración (DF).....	29
3.	Días al espigamiento (DE) .....	30
4.	Días a la cosecha (DC).....	31
5.	Altura de planta (AP) .....	32
6.	Longitud de la espiga (LE).....	33
7.	Número de granos por espiga.....	34
8.	Tamaño de grano (TG).....	35
9.	Rendimiento por parcela (RP).....	36
10.	Rendimiento en kg/ha .....	37
11.	Peso hectolitrico (PH) .....	38
12.	Peso de mil granos (PMG) .....	38

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N° Anexo</b>	<b>Detalle</b>
<b>1.</b>	Mapa de ubicación de la investigación
<b>2.</b>	Croquis del ensayo
<b>3.</b>	Base de datos
<b>4.</b>	Resultados del análisis de varianza (ADEVA)
<b>5.</b>	Fotografías
<b>6.</b>	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es el quinto cereal de mayor producción a nivel mundial, con el 50% del área y 63% del volumen de producción concentrados en Europa. En el Ecuador se producen solo 24 000 T/año, y con costos de producción de hasta \$700 por hectárea. En el Ecuador la provincia que ocupa el primer lugar de producción es Imbabura con 3 440 toneladas métricas, seguida de la provincia de Chimborazo con 3 200 toneladas métricas de producción. Esta investigación se realizó en la zona agroecológica de Laguacoto III, perteneciente a la parroquia Veintimilla del cantón Guaranda, ubicado a una altitud de 2 622 msnm. Los objetivos planteados fueron; I) Identificar las principales características productivas del cultivo de cebada, II) Validar el bioestimulante que genera la mejor eficiencia productiva en el cultivo de cebada, III) Establecer la relación beneficio-costo en los diferentes tratamientos. El tipo de diseño estadístico que se utilizó para esta investigación fue el: Diseño de bloques completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Se realizó la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos. Análisis de correlación y regresión lineal de las variables significativas y altamente significativas. Análisis económico beneficio/costo. La respuesta de los bioestimulantes empleados, presentó variabilidad en el descriptor morfológico, de la misma manera diferencias significativas en varias variables cuantitativas evaluadas en la zona de estudio. El rendimiento promedio más alto se registró en el tratamiento T2 (Calcio boro) con 3 590.5 kg/ha; seguidamente el T3 (Ácido húmico) con 3 311.2 kg/ha; superando al T6 (Testigo) que presentó el más bajo promedio con 1 769.9 kg/ha. Los descriptores que afectaron el rendimiento de la cebada fueron; Porcentaje de humedad en el grano y Peso hectolítrico; de la misma manera las variables que incrementaron el rendimiento fueron Número de granos por espiga y Rendimiento por parcela. Económicamente la alternativa tecnológica que presentó el mejor rendimiento fue el T2 (Calcio boro) con 3 590.5 kg/ha; por ende, proporciona una relación beneficio costo de \$ 1.26 donde demuestra, que el productor de cebada por cada dólar que ha invertido, obtiene una ganancia de \$1.26 dólares respectivamente.

**Palabras claves:** Bioestimulantes, Cebada, Producción, Nutricional, Semilla

## SUMMARY

Barley (*Hordeum vulgare L.*) is the fifth largest production cereal in the world, with 50% of the area and 63% of the production volume concentrated in Europe. In Ecuador, only 24 000 T/year are produced, and with production costs of up to \$700 per hectare. In Ecuador, the province that occupies the first place of production is Imbabura with 3,440 metric tons, followed by the province of Chimborazo with 3,200 metric tons of production. This research was reflected in the agroecological zone of Laguacoto III, belonging to the parish Veintimilla of the canton Guaranda, located at an altitude of 2 622msnm. The objectives set were; I) Identify the main productive characteristics of barley cultivation, II) Validate the biostimulant that generates the best productive efficiency in barley cultivation, III) Establish the benefit-cost ratio in the different treatments. The type of statistical design that was used for this research was: Random Complete Block Design (DBC) with three replications. The 5% Tukey Test was performed to compare treatment averages. Correlation analysis and linear regression of significant and highly significant variables. Economic benefit/cost analysis. The response of the biostimulants used, presented variability in the morphological descriptor, in the same way significant differences in several quantitative variables evaluated in the study area. The highest average yield was recorded in the T2 treatment (Calcium boron) with 3 590.5 kg/ha; then T3 (Humic acid) with 3 311.2 kg/ha; surpassing the T6 (Witness) that presented the lowest average with 1 769.9 kg / ha. The descriptors that affected barley yield were; Percentage of moisture in the grain and Hectolitric weight; in the same way, the variables that increased the yield were Number of grains per ear and Yield per plot. Economically the technological alternative that presented the best performance was the T2 (Calcium boron) with 3 590.5 kg / ha; Therefore, it provides a benefit-cost ratio of \$ 1.26 where it shows, that the barley producer for every dollar he has invested, obtains a profit of \$ 1.26 dollars respectively.

**Keywords:** Biostimulants, Barley, Production, Nutritional, Seed.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es el quinto cereal de mayor producción a nivel mundial, con el 50% del área y 63% del volumen de producción concentrados en Europa, A pesar de que hay una tendencia leve en la reducción de la demanda mundial de este cereal, ya sea por limitaciones agronómicas y económicas que controlan el mercado o por el repunte en la demanda de arroz (*Oryza sativa L.*) y maíz (*Zea mays L.*), se mantiene como un insumo importante para la industria alimentaria, en especial para la industria cervecera (Abbassian, 2018).

En el Ecuador especialmente en la región sierra, la cebada ocupa el primer lugar de producción, la mayor participación en la producción de cebada es la provincia de Imbabura con 3 440 toneladas métricas de 13 513 del total de producción nacional, seguida de la provincia de Chimborazo con 3 200 toneladas métricas de producción (Espinosa, 2018).

Actualmente nuestro país presenta un rendimiento de grano por superficie cosechada de 1,3 tn/ha y un área cultivada que apenas supera las 10 000 ha, mientras que los diez países con mayor rendimiento presentan un promedio superior a las 6 tn/ha (FAOSTAT, 2019).

El programa siembra cebada planificada que a partir del año 2017 se beneficiaron más de 1 400 agricultores. En una superficie alrededor de 2 100 ha de cebada se divide en 1 420 ha para alimentación y 680 ha para la producción de cerveza, con un rendimiento medio de 2.0 t/ha, el doble de la media nacional (CERVECERIA NACIONAL, 2018).

En la Provincia Bolívar, en el año 2020 se cultivaron 1 408 hectáreas de cebada, de las cuales se cosecharon 1 355 ha, con una producción de 1 127 Tm con un rendimiento promedio de 0.83 T/ha (ESPAC, 2020).

Los bioestimulantes son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo, que permite que puedan ser más

resistentes ante condiciones adversas, como sequias o el ataque de plagas, entre otras. Los bioestimulantes independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos y/o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las hojas o en la rizósfera, es mejorar el desarrollo del cultivo y consecuentemente el rendimiento, ya que mediante la estimulación de procesos naturales benefician el aprovechamiento de nutrientes e incrementa la resistencia a condiciones de estrés biótico y/o abiótico (Intagri, 2019).

Durante la etapa de llenado de grano hay una clara limitación por fuente nitrogenada siendo la principal fuente para los granos el nitrógeno acumulado previo a la floración y que es removilizado hacia los granos durante el periodo de post-floración. Las variaciones en la proporción de N absorbido en pre-post anthesis suelen ser más acotadas en el cultivo de cebada, ya que estudios indican que la mayor demanda de nitrógeno se produce en los primeros estadios de crecimiento, teniendo como resultado una mayor eficiencia de translocación de nitrógeno al grano, sin embargo, la calidad del grano no solo está regulada por el contenido de N sino que también depende de la composición proteica de esos granos en función de la proporción de gliadinas y gluteninas presentes en los granos de cebada (Castro, 2019).

## **1.2. PROBLEMA**

En el Ecuador la cebada es uno de los principales cereales dentro de la canasta básica de la región sierra a pesar de que varios factores, como la falta de acceso a nuevas tecnologías, prácticas agrícolas y el mal manejo del cultivo han incidido en la producción.

En la provincia Bolívar las zonas que cultivan la cebada presentan un decrecimiento debido a que los productores desconocen sobre el manejo, costos de producción y el rendimiento del cultivo, sumado a este la comercialización, influye en esta disminución.

Las plagas y las enfermedades también inciden mucho en la producción de este cultivo debido a que los agricultores desconocen los métodos para combatirlas, ya que en los últimos años han aumentado las enfermedades en cuanto a su cantidad e intensidad; los factores que causan esto son el medio ambiente y los cambios climáticos.

Los agricultores dedicados al cultivo de cebada no reciben asesoramiento técnico sobre el manejo y la nutrición del cultivo, afectando así a la producción. Las variedades de cebada no se pueden adaptarse a las diferentes zonas, debido que existen diferentes factores que afectan la producción de cebada entre ellas se encuentran semillas de mala calidad, falta de nutrientes, mala distribución de agua.

Los agricultores en la actualidad aun no conocen o hay la falta de conocimiento sobre el uso, las dosis y épocas que se aplican los bioestimulantes, por tal razón continúan con el uso indiscriminado de productos químicos y haciendo un mal manejo de la misma, causando efectos negativos sobre el sistema de producción.

El presente trabajo investigativo se enfoca en aportar al proceso de producción de cebada, la aplicación de bioestimulantes con la finalidad de obtener una buena productividad, al mejorar el llenado y calidad del grano en la etapa de madurez fisiológica.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar la eficiencia nutricional a la aplicación de 5 bioestimulantes para la producción de semilla certificada de cebada.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar las principales características productivas del cultivo de cebada.
- Validar el bioestimulante que genera la mejor eficiencia productiva en el cultivo de cebada.
- Establecer la relación beneficio-costo en los diferentes tratamientos.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>** La eficiencia nutricional en el cultivo de semilla de cebada, no depende del tipo de bioestimulante empleado y su relación genotipo-ambiente.

**H<sub>a</sub>** La eficiencia nutricional en el cultivo de semilla de cebada, depende del tipo de bioestimulante empleado y su relación genotipo-ambiente.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Origen

Pertenece a la familia de las gramíneas y es sembrada casi en todo el mundo. Fue uno de los más antiguos cereales cultivados en Medio Oriente y en Europa; por lo tanto, se cree que fue el ingrediente principal de los primeros panes realizados por el hombre. Es un cereal que se adapta muy bien a diversos terrenos por lo que se extendió su uso de forma rápida por todo el mundo (Lavariega, 2018).

#### 2.2. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Hordeum*

Especie: *vulgare* (Bernardi, 2019).

#### 2.3. Descripción botánica

##### 2.3.1. Raíz

El sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad en comparación con el de otros cereales. Se estima que un 60% del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1,20 m. de profundidad (INTA, 2019).

### **2.3.2. Tallo**

El tallo es erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0.50 cm. a un metro (Rosales, 2019).

### **2.3.3. Hojas**

Las hojas son estrechas y de color verde claro se caracterizan por poseer dos estípulas muy desarrolladas que se cruzan por delante de tallo, posee un sistema radicular superficial. Las hojas surgen continuamente en el tallo principal y tallos hasta que surja la hoja final (hoja bandera) (Ponce & Garófalo, 2019).

### **2.3.4. Flores**

La flor está compuesta por tres estambres y un pistilo, formada por un estigma bífido o dividido y un ovario, entre el ovario y la lemma se ubica la base del pistilo, se localizan dos lodículas, las cuales empiezan a hincharse en el transcurso de la polinización, favoreciendo a la apertura de la flor (Amaguaya, 2022).

### **2.3.5. Granos**

El grano de la cebada es una carióspside que tiene las glumillas pegadas excluyendo el caso de la cebada desnuda; el fruto contiene la semilla donde el pericarpio, es decir, las paredes del ovario y la testa no se encuentran unidas, siendo absurdo distanciarlas por lo tanto el fruto clasifica como indehiscente.

El cuerpo del grano alcanza una longitud máxima de 9,5 mm y una mínima de 6,0 mm, de ancho mide entre 1,5 y 4,0 mm; el peso de mil granos varía de 30 a 60 g, con un promedio de 45 g obedeciendo las condiciones ambientales y manejo en que se haya prosperado el cultivo (Cunalata, 2022).

## **2.4. Descripción vegetativa**

### **2.4.1. Germinación**

El grano absorbe entre un 45 - 60% de su peso en agua, iniciándose la germinación cuando se ha absorbido un 25%. La temperatura óptima para esta fase es de 20- 22 °C, siendo su duración normal 12 a 15 días, no obstante, se pueden producir retrasos por frío, siembras profundas, suelos demasiado asentados o excesos de humedad (Escobar, 2018).

### **2.4.2. Macollamiento**

Una vez que las condiciones del medio ambiente son favorables o si se disminuye la densidad de plantas, es viable una indemnización por medio de la producción de más tallos. Bajo condiciones culturales habituales, los macollos surgen a lo largo de un tiempo de 2 semanas, alcanzando el número total dependiendo de la pluralidad y las condiciones del medio ambiente. Una siembra intensa y alta densidad de siembra principalmente reducen del número de macollos compuesto por planta (Garofalo, 2020).

### **2.4.3. Encañado**

El encañado inicia con la aparición del primer nudo, determinándose antecedente de su presencia sobre el área del suelo. En aquel instante es viable visualizar la futura espiga, la cual está justo sobre comentado nudo, presentando un tamaño de alrededor de 5 mm. De allí en adelante se crea un veloz incremento de los tallos, los cuales, a lo largo de la fase de encañado, van estructurándose basado en la formación de nuevos nudos y entrenudos. Al finalizar la fase de encañado, la espiga se hace prominente en la vaina de la hoja bandera, fase exitosa como “embuche o embuchamiento” (Cunalata, 2022).

### **2.4.4. Espigamiento y floración**

Se realiza a continuación de la emergencia de las aristas donde logran visualizarse notoriamente de uno a dos días después. El espigamiento termina al quedar afuera del cuello de la espiga. El número de espigas es una proporción de las macollas

producidas algunas no sobrevivan para formar espigas. El número final de espigas se establece al momento que el cultivo florece (Ubaque, 2019).

Se observa la aparición de los estambres a los días después de haber finalizado la fase de espigamiento, las aberturas de las flores proceden en la segunda semana de haber emergido la espiga. La flor se abre por algunos minutos, pero la polinización dura en un tiempo más corta. La floración se completa en dos días, algunos agricultores conocen esta etapa como empiojada (Cunalata, 2022).

#### **2.4.5. Formación del grano**

Esta se produce después de la polinización, el crecimiento de las semillas ocurre dentro de la flor y sucede muy rápido y termina al séptimo día de igual manera la cantidad de materia seca de las semillas comienza a aumentar. Durante el envejecimiento de la cebada a partir del noveno día la cáscara se pega al grano y se torna de un color amarillento. Después de dos semanas comienza la fase de grano pastoso. El llenado de grano en la cebada se completa en 30 días después de la floración (Ubaque, 2019)

#### **2.4.6. Madurez fisiológica**

Ocurre cuando el 50% de las plantas presentan el pedúnculo de color amarillo. En caso de cebada forrajera, el desarrollo alcanza hasta la fase de grano lechoso, es decir cuando la espiga presenta de 20 a 30% de grano lechos; el periodo vegetativo normal oscila entre 160 y 190 días. (Realpe, 2022)

### **2.5. Requerimientos del cultivo**

#### **2.5.1. Clima**

La cebada es poco exigente en cuanto al clima, por lo cual su cultivo es muy extendido, vale mencionar que crece mejor en climas frescos y moderadamente secos, el cultivo de cebada para que pueda lograr la madurez fisiológica requiere menos unidades de calor, por ello alcanza altas latitudes y altitudes (Chancasanampa, 2020).

### **2.5.2. Temperatura**

Para la germinación de la semilla se necesita una temperatura que oscile entre los 6°C, pero a medida que la planta crece y se desarrolla requiere una temperatura óptima de 15°C en su periodo vegetativo mientras en la etapa de floración llega a florecer a los 16°C, para el espigamiento su temperatura se encuentra entre los 17 a 18°C y en la etapa de su madurez a los 20°C, pero se debe tener en cuenta que las temperaturas son distintas para algunas variedades y no se las debe generalizar debido a que la estructura y su morfología son diferentes (Acan, 2022).

### **2.5.3. Precipitación**

El requerimiento de agua para el cultivo de la cebada especialmente cervecera, son menores a otros tipos de gramíneas que se cultivan, en el cultivo de cebada normalmente requiere precipitaciones de 400-600 mm durante todo el ciclo en suelos franco arenosos y profundos de buen drenaje, precipitaciones mayores pueden causar pérdidas de Nitrógeno por lixiviación o escurrimiento. En el caso de que las precipitaciones sean bajas o nulas es recomendable compensar mediante la suministración de agua mediante riego administrando una cantidad alrededor de 350-500 mm durante todo el ciclo abarcado un promedio de 130 días (Suarez, 2022).

### **2.5.4. Suelo**

Los suelos idóneos para el cultivo de la cebada, comprenden aquellos con una textura franca o algo arcillosa, con un buen drenaje. El encharcamiento es completamente perjudicial. En suelos arenosos el crecimiento no es uniforme, al ser frecuentes las oscilaciones en los niveles de humedad del suelo. Son desfavorables los suelos arcillosos y mal drenados, pero con un buen laboreo y drenaje son capaces de generar altas producciones. Es el cereal más tolerante a suelos básicos y menos tolerante a la acidez, su rendimiento es afectado cuando la conductividad eléctrica es mayor de 8 mmhos/cm. El pH ideal del suelo es de 6 a 8,5 aunque tolera más (Garrido, 2019).

## **2.6. Manejo del cultivo**

### **2.6.1. Preparación del terreno**

Para la preparación del suelo hay que tener en cuenta el inicio de la época lluviosa en la zona, (meses de Enero - Febrero) para la cual, se debe labrar de manera mecánica o manual, como mínimo con dos a tres meses adelantado a la siembra, para que la maleza se desintegre y se incorpore al suelo como materia orgánica. Es recomendable, pasar una rastra de discos con la finalidad de que la tierra este sin malezas, suelta y libre de terrones grandes, antes de la siembra (Amaguaya, 2022).

### **2.6.2. Siembra y densidad**

La siembra habitualmente se realiza al empezar la época de lluvia esto influye a que el suelo tenga una adecuada humedad para una buena germinación de la semilla y de esta manera que en la época seca se pueda cosechar. Existe dos formas de siembra al voleo la forma más común y la mecanizada no muy utilizada en el ecuador, la profundidad ideal es de 2,0 a 5,0 cm.(Garófalo, 2012) en la siembra al voleo o manual de la variedad INIAP cañicapa se utiliza 135kg/ha y de forma mecánica 110kg/ha la semilla debe ser registrada o certificada para que haya una mayor demanda en su rendimiento y un eficaz desempeño a las enfermedades para la cosecha de un producto de buena calidad (Quinteros & Silva, 2020).

### **2.6.3. Riego**

Los agricultores no aplican riego, utilizan la cebada como un cultivo de temporal, en algunas ocasiones al presentar una sequía prolongada y el cultivo muestra síntomas de estrés hídrico se realiza riegos calculando de acuerdo al balance hídrico

Las etapas de desarrollo sensibles al déficit hídrico se presentan en la germinación produciendo una baja densidad, luego al inicio de la floración causando una reducción en el número de espigas y número de hijuelos, más tarde en la polinización en esta parte se ve afectado el número de granos por espiga y finalmente al momento del llenado de grano (Amaguaya, 2022).

#### **2.6.4. Fertilización**

El tipo de fertilización aplicarse depende varios factores como las condiciones climatológicas y edafológicas, rotación de cultivo y objetivo de uso del producto cosechado, en el caso de la cebada cervecera se caracteriza por un bajo contenido de nitrógeno y un elevado contenido de almidón, por lo cual requiere un abundante abastecimiento de fósforo y potasio.

La dosis de abono y la fecha de aplicación varían según la finalidad del cultivo, en el caso de cebada para malta debe disminuiré las dosis de nitrógeno, ya que este elemento está relacionado con el contenido de proteína, la cual determina la aptitud del grano para elaborar malta, es por ello que las aportaciones deben realizarse en dos dosificaciones, la primera mitad con la siembra y la segunda al final del ahijamiento (Caluguillin, 2023).

#### **2.6.5. Control de malezas**

La preparación adecuada y bien realizada del suelo reduce la presencia de maleza en el cultivo, para eso se realiza los diferentes tipos de control, el manual que consiste en la eliminación de malezas grandes esto se ejecuta pasado el macollamiento más o menos de 45 a 60 días después de la siembra cuando las planta estén bien ancladas al suelo, también existe el control químico que comprende la aplicación de un herbicida determinado para el control de malezas de hoja ancha, el INIAP ha utilizado el metsulfuron-metil consiguiendo buenos resultados cuando se aplica al empiezo del macollamiento puede ser de 30 a 40 días después de la siembra (Arellano, 2018)

### **2.7. Plagas**

#### **2.7.1. Nematodos (*Heterodera avenae*)**

Los nematodos también afectan a los cultivos de cebada sobre todo en épocas de poca lluvia, los síntomas del ataque se presentan en zonas concretas de las parcelas infectadas formando rodales, si no mueren en esta fase, ahíjan muy poco y producen espigas pequeñas y deformadas (Carrillo & Minga, 2021).

## **2.8. Enfermedades**

### **2.8.1 Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)**

La roya amarilla es un parasito obligado, puede llegar a ocasionar perdidas hasta de 90% en variedades susceptibles, se manifiesta a partir de 70-90 días después de la siembra. A esta enfermedad también se le conoce como polvillo o royal. La temperatura mínima y máxima para el crecimiento del patógeno es de 3 y 20°C respectivamente. La roya es un hongo que ataca específicamente a las hojas y espigas, en las hojas aparece formando líneas amarillas las mismas que estas conformados por pústulas y un aspecto polvoriento, mientras que en la espiga la infestación es a las glumas y barbas presentando pequeños puntos amarillos que dan una falsa apariencia de madurez a las espigas también producen perdidas por granos arrugados, macollados y dañados (Garofalo, 2020).

### **2.8.2 Roya parda (*Puccinia hordei otth*)**

Es probablemente más común que la roya amarilla, esta enfermedad excede del 3% del área de la hoja, pero pueden reproducirse severas epidemias produciendo pérdidas del 30%. Es generalmente una enfermedad de temperaturas elevadas se encuentra frecuentemente en la hoja bandera y en cualquier parte aérea de la planta de los cereales como unas pequeña pústulas marrón-naranja, las pústulas miden 1x1-2 mm de diámetro, en los estadios tempranos de la enfermedad podría tornar bastante difícil de detectar, pero mientras la enfermedad sigue avanzando las hojas pueden desarrollar una apariencia amarronada, para la esporulación y la germinación de las esporas requieren de temperaturas entre 15 y 22°C y una humedad relativa de 100% (Lasluisa, 2021).

### **2.8.3 Carbón volador (*ustilago nuda*)**

Toda la espiga es reemplazada por masas de esporas de carbón, estas esporas son arrastradas por el viento y caen sobre las flores donde germinan e infectan al embrión, los climas frescos y húmedos favorecen a la infección y el desarrollo de esta enfermedad para su control se realiza una adecuada desinfección de la semilla antes de la siembra (Garofalo, 2020).

#### **2.8.4 Virus amarillo del enanismo de la cebada (virus BYD)**

Las plantas que son afectadas por este virus presentan hojas amarillas, crecimiento de raíces reducido, retaso en la formación de espigas y disminución del rendimiento. La infección temprana puede disminuir en más de un 20% el rendimiento. Este virus es transmitido por un gran número de especies de pulgones. Las temperaturas próximas a 20°C favorecen el desarrollo de la enfermedad. Para su control aplicar tratamiento contra pulgones y emplear variedades resistentes (Arellano, 2018).

### **2.9. Variedad**

#### **2.9.1. INIAP Cañicapa**

Es una variedad de cebada de dos hileras provenientes de la cruza INIAP-SHYRI 89/3/GAL/PI6384//ESC-II-72-607-IE-IE-IE-5E, de acuerdo al historial selección E97-9053-3E-0EC-IE-OE-OE-OE-OE. Esta variedad se puede cultivar en zonas que tienen una altura de 2400 a 3200 msnm y una pluviosidad de 500 a 700mm durante su ciclo de cultivo, su mayor atributo es que tiene un alto contenido de proteína, así como también buen rendimiento del grano (Ponce & Garófalo, 2019).

#### **2.10. Cosecha y almacenamiento**

La cosecha se ejecuta en la época seca, si el cultivo cosechado se va emparvar es aconsejable iniciar a cortar en el momento que el grano haya ocurrido su madurez fisiológica, con el fin de evitar el desgrane, pero para la realización de la trilla el grano debe tener un 15% en porcentaje de humedad (Garófalo, 2020).

El almacenamiento de semilla asume gran importancia en el proceso de producción de semillas, la razón fundamental está vinculada a la preservación de la calidad fisiológica y sanitaria de las semillas, su almacenamiento puede ser a mediano o largo plazo un entorno ideal es un lugar con bajos niveles de humedad y temperatura (INTA, 2019).

## **2.11. Producción**

Actualmente se cultiva en todo el mundo a excepción de URSS, el área es mayor a 38 000 000 hectáreas, rindiendo 48 000 000 toneladas, representadas: por el 23.68% hectáreas en Europa (sin URSS) y una producción del 31.25%; América del Norte y central representan el 18.42 de la superficie cultivadas y un 22.91% del rendimiento, seguido de Asia con el 42.10% de hectáreas y una producción del 35.41%, mientras que África representa el 13.15% de área cultivada y el 13 6.25% del rendimiento. En América del Sur y Oceanía el área de producción no es significativa enfatiza (Cunalata, 2022).

Dentro de la región andina donde la producción de cebada se realiza en pequeñas superficies agrícolas, en el Ecuador tenemos un área cosechada de 55 700 ha y un rendimiento de 17 230 t, en Bolivia hay un área cosechada de 19 500 ha y un rendimiento de 48 120 t, en Perú hay un área cosechada de 146 610 ha y un rendimiento de 214 670 t, en Chile hay un área cosechada de 15 170 ha y un rendimiento de 88 900 t, en Colombia hay un área cosechada de 4 960 ha y un rendimiento de 10 390 t (FOASTAT, 2019).

En el Ecuador este cereal es de amplia distribución cultivada en la sierra ecuatoriana entre los 2400 y 3500 msnm, esta área alcanza unas 200 mil hectáreas potenciales para su cultivo.

Según las estadísticas del INEC-ESPC, en el 2018, la superficie que se dedicó al cultivo de cebada fue de 10124 hectáreas con una producción anual de 13674 toneladas, y en cuanto a las importaciones es mayor a 66 mil toneladas por año. En la actualidad presenta un rendimiento de grano por superficie cosechada de 1,3 T/Ha y un área cultivada que apenas supera los 10000 Ha, mientras que en otros países el rendimiento que presenta es un promedio mayor a las 6 T/Ha (Ponce & Garófalo, 2019)

## **2.12. Costo de producción**

La producción es la transformación de una materia prima y unos insumos en productos útiles mediante la aplicación de una mano de obra apoyado por las

herramientas, equipos y maquinarias adecuadas. La empresa agrícola es por naturaleza una empresa de producción y esta destina a generar ingresos y utilidades como resultado de la venta de sus productos. Su utilidad se mide como la diferencia entre los ingresos generados en las ventas de sus productos y los egresos demandados en su producción (Amaguaya, 2022).

### **2.13. Propiedades nutricionales**

La cebada se considera un grano medianamente energético, bajo en almidón y alto en fibra. En cuanto a los niveles de proteína, la cebada es similar al trigo y superior al maíz, el nivel de este nutriente puede variar entre el 9% y el 13%. Es una excelente fuente de vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantoténico) y de niacina. La cebada tiene un alto contenido en fibra, superior al del maíz y el trigo, lo que se traduce en un menor valor nutricional para las especies sensibles al contenido en fibra (Velp, 2020).

### **2.14. Bioestimulantes**

Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que modulan procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. Actúan a través de diferentes mecanismos a los de los fertilizantes y productos fitosanitarios. Además, son complementarios a la nutrición y protección de los cultivos. Se aplican con el objetivo de maximizar el potencial genético de la planta, provocando cambios en el estado hormonal, activación de procesos metabólicos, mejora en la eficiencia de la nutrición, estimulación del desarrollo y/o mejora ante la respuesta al estrés abiótico (Edifarm, 2018).

El uso de bioestimulantes ofrece los siguientes beneficios:

- Contribuyen a una producción más sostenible, ya que mejoran el metabolismo, induciendo a mejores rendimientos y calidad de los cultivos.
- Mejoran la absorción y el uso eficiente de otros insumos esenciales, especialmente fertilizantes, reduciendo el gasto en estos insumos.
- Incrementan la tolerancia de la planta y la ayudan a recuperarse frente a condiciones de estrés abiótico. (Velp, 2020)

### **a) Plata coloidal**

La plata coloidal son suspensiones de partes de plata, mineral que sirve como medicina y preventivos su modo de acción es formar en las plantas resistencia a hongos, bacterias y virus, actúa como un buen fungicida debido a que tienen mayor adherencia, es sistémico, dura de 1 a 2 meses y activa los procesos de crecimiento y biológicos, donde al final se puede observar un incremento del rendimiento por cosecha y el mejoramiento de la calidad del producto (Baque, 2019).

### **Composición de la plata coloidal**

<b>Composición</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Plata coloidal</b>	500mg/l

**Fuente:** (Baque, 2019).

### **b) Calcio/boro**

Es un fertilizante foliar que aporta macronutrientes secundarios a las plantas. El Calcio ayuda al crecimiento de la planta, aumentando la energía, acelera también el flujo de nutrientes hacia la célula y fuera de ella, conforma en las paredes celulares los Pectatos de Calcio. Activa las funciones catalíticas y neutraliza por precipitación algunos ácidos orgánicos. El Boro es esencial en el metabolismo del Nitrógeno y los Carbohidratos (Agrocentro, 2020).

### **Composición de Calcio boro**

<b>Composición</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Extracto de algas</b>	35.70% p/v
<b>Manitol</b>	1.32% p/v
<b>anitol</b>	1.32% p/v
<b>Ácido algínico</b>	3.60% p/v
<b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	7.00% p/v

**Calcio (CaO)** 14.00% p/v

**Boro** 0.80% p/v

**Fuente:** (Sihuay, 2020).

### **c) Ácido húmico**

Los ácidos húmicos son macromoléculas polielectrolíticas que desempeñan un papel importante en la regulación de movilidad de nutrientes y contaminantes ambientales, en la agricultura se ha extendido al producir efectos positivos en cuanto se refiere al nivel morfológico, fisiológico y bioquímico en las plantas, este ácido también puede actuar como fitohormonas, debido a que presentan sustancias que estimulan el crecimiento celular y que su bioactividad está relacionada con un mayor contenido de grupos nitrogenados en su estructura (Rivera, 2020).

### **Composición de Ácido húmico**

<b>Composición</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Nitrógeno (N)</b>	7.77% p/v
<b>Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	9.98% p/v
<b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	8.33% p/v
<b>Manganeso (Mn)</b>	0.01% p/v
<b>Zinc (Zn)</b>	0.01% p/v
<b>Ácido húmico</b>	0.59% p/v
<b>Auxinas</b>	5.20 ppm
<b>Giberelinas</b>	0.36 ppm
<b>Citoquininas</b>	2.10 ppm

**Fuente:** (Rivera, 2020)

#### **d) Seaweed extract**

El extracto de algas marinas es considerado como selección superlativa para uso en cultivos contiene más de 60 nutrientes, especialmente N-P-K también el calcio, magnesio, azufre, micronutrientes aminoácidos, citoquininas, giberelinas, y auxinas promotoras de crecimiento. Los micronutrientes están en forma de quelatos naturales los que proporcionan y favorecen el color y el vigor de las plantas, además promueve la generación de metabolitos propios de las plantas como la betainas, que son un grupo de sustancias que protege a los vegetales del ataque de enfermedades (QuickAgro, 2019).

#### **Composición Seaweed extract**

<b>Composición</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	3.00% p/v
<b>Materia orgánica</b>	5.50% p/v

**Fuente:** (QuickAgro, 2019)

#### **e) Citoquininas**

Son sustancias que promueven la división celular y tienen otras funciones similares a la ketina y son derivadas de adeninas con sustituyentes aromáticos y las difenil-ureas sintéticas. Esta hormona es sintetizada en diferentes partes de las plantas, aunque varía en función de la especie y del órgano estudiado. El transporte de la citoquinina es realizado en el xilema y en el floema desde la raíz hasta la parte aérea y viceversa (Borja, 2020).

#### **Composición de Citoquininas**

<b>Composición</b>	<b>Cantidad</b>
Citoquininas	0.01% p/v
Potasio (K <sub>2</sub> O)	6.34% p/v

**Fuente:** (Borja, 2020)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización del experimento**

**Provincia:** Bolívar

**Cantón:** Guaranda

**Parroquia:** Veintimilla

**Sector:** Granja Laguacoto III

**Dirección:** Km 1.5 vía Guaranda - San Simón

- **Situación geográfica y edafoclimática**

<b>Altitud promedio</b>	2622 msnm
<b>Latitud</b>	01°36' 52"S
<b>Longitud</b>	78°59' 54"W
<b>Temperatura media anual</b>	14.4 °C
<b>Temperatura máxima</b>	21 °C
<b>Temperatura mínima</b>	7 °C
<b>Precipitación mínima anual</b>	980mm
<b>Heliofanía promedio</b>	900/horas/luz/año
<b>Velocidad de viento</b>	6 m/s

**Fuente:** (Estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del ambiente. UEB-Guaranda 2022)

- **Zona de vida**

La investigación en estudio se encuentra en la zona de vida según Holdridge, L. bosque Seco Montano Bajo (bs-MB)

## 3.2. Metodología

### 3.2.1. Material experimental

Cebada INIAP - Cañicapa y bioestimulantes

### 3.2.2. Factores en estudio

Cinco bioestimulantes

### 3.2.3. Tratamientos

Tratamientos	Descripción	Dosis
T1	Plata coloidal	250ml en 200 L de agua
T2	Calcio boro	2-3ml/l 200-400 L de agua/ha
T3	Ácido húmico	0.75 l/ha en 300 L de agua/ha
T4	Seaweed extrat	1-2 l/ha en 200 L de agua
T5	Citoquininas	500ml en 200 L de agua
T6	Sin bioestimulante (Testigo)	

### 3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

Análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (GL)	C.M.E.
Total (t * r) - 1	17	
Bloques (r - 1)	2	$f^2 e + 6 f^2$ Bloques
Tratamientos (t - 1)	5	$f^2 e + 3 \Theta^2 t$
Error experimental (t - 1) (r - 1)	10	$f-g^2 e$

### 3.2.5. Manejo del experimento en campo o laboratorio

- **Distribución de unidades experimentales**

Se realizó la respectiva distribución de las unidades experimentales en el siguiente proyecto de investigación.

- **Codificación de unidades experimentales**

Para facilitar el registro y toma de datos se colocó un letrero en cada unidad experimental.

- **Fertilización complementaria**

Se aplicó urea en una Dosis de 150 kg/ha al voleo, el cual fue distribuido a los 43 días después de la siembra.

- **Control fitosanitario**

El control fitosanitario para roya del follaje, se realizó 2 veces; el primero a los 60 días después de la siembra con difeconazole en dosis de 25 cc/20 litros, y la segunda aplicación se realizó a los 90 días con Propiconazole en dosis de 25 cc/20 litros.

- **Aplicación de bioestimulantes**

Se aplicó 2 veces los 5 bioestimulantes ya antes mencionados antes de la floración del cultivo de cebada la primera aplicación y luego de 15 días la segunda aplicación.

<b>Descripción</b>	<b>1ra aplicación</b>	<b>2da aplicación</b>
<b>Plata coloidal</b>	25 ml - 20 L/agua	25 ml - 20 L/agua
<b>Calcio boro</b>	40 ml - 20 L/agua	40 ml - 20 L/agua
<b>Ácido húmico</b>	50 ml - 20 L/agua	50 ml - 20 L/agua
<b>Seaweed extrat</b>	100 ml - 20 L/agua	100 ml - 20 L/agua
<b>Citoquininas</b>	50 ml - 20 L/agua	50 ml - 20 L/agua

- **Cosecha**

Se realizó de una manera diferenciada una vez que los materiales hayan alcanzado su madurez comercial para lo cual se ira evaluando cada 15 días cuando este formada la espiga y esta vaya cambiando de color, ya que no todos los materiales pueden madurar al mismo tiempo, para cosechar los tratamientos y repeticiones en estudio se hizo de forma manual con la ayuda de una hoz o con maquinaria.

- **Trilla**

Se llevó a cabo de forma mecánica utilizando una trilladora para experimentos o en tal caso se utilizó la cosechadora.

- **Secado**

Se efectuó en forma manual en un tendal, hasta cuando el grano tenga un contenido aproximado del 13% de humedad con la ayuda de un detector de humedad.

- **Aventando**

Para el aventado se lo realizó con la ayuda del viento, lo cual se procedió a aventar alzando el grano hacia el viento, de esta manera separando las impurezas del grano.

- **Almacenado**

La semilla de cebada previamente etiquetada, secada y limpia se almacenó en unos envases adecuados en la planta de semillas con el fin de evitar la presencia de gorgojos.

### **3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)**

- **Incidencia de roya amarilla (IRA)**

Parámetro que se realizó mediante evaluaciones cuantitativas y cualitativas concerniente a la incidencia de la roya amarilla (*Puccinia striiformis f. sp.*) en la fase de prefloración.

### **Fórmula de la incidencia**

$$I\% = \frac{Pe}{Pt} * 100$$

Pe = Plantas enfermas

Pt = Plantas totales

**Fuente:** Programa de Cereales (INIAP,2019)

- **Días a la floración (DF)**

Variable que se evaluó mediante una observación directa en relación a los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando el 50% de las plantas sobrepasen la floración en la parcela.

- **Días al espigamiento (DE)**

Se realizó contando los días desde la siembra, hasta que el 50% de la parcela presentó espigas visibles en sus plantas.

- **Días a la cosecha (DC)**

Variable que se evaluó contando los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el grano presentó cierta dureza de madures comercial.

- **Altura de planta (AP)**

Variable que se tomó cuando el cultivo alcanzo la madurez fisiológica, en 10 plantas seleccionadas al azar, de cada parcela experimental. Mediante la utilización de un flexómetro, midiendo la altura total que tiene la planta, desde la corona del tallo hasta la última espiguilla de la espiga, y los datos fueron expresados en cm.

- **Longitud de la espiga (LE)**

Se evaluó en 10 espigas al azar de cada parcela, se midió con la ayuda de una regleta desde la base de la espiga hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas y las medidas fueron expresadas en centímetros.

- **Número de granos por espiga (NGE)**

Dato que fue tomado en 10 espigas al azar de cada parcela neta y se contó manualmente el número de granos existentes en cada una de ellas; para establecer su promedio.

- **Tamaño de grano (TG)**

El tamaño de grano se evaluó cuando ya se cosecho, se procedió a medir 20 granos con un calibrador de vernier en sentido longitudinal, mediante la siguiente escala (IPGRI, 2010)

- Pequeño ( $\leq 5$  mm) 1
- Intermedio (6 a 9 mm) 2
- Largo ( $\geq 10$  mm) 3

- **Rendimiento por parcela (RP)**

Parámetro que se evaluó mediante la recolección de la producción de toda la parcela para lo cual el grano debe tener una humedad del 13% y totalmente limpio y este valor se expresó en kilogramos por parcela.

- **Porcentaje de humedad del grano (PHG)**

Variable que fue evaluada después de la cosecha con la ayuda de un determinador de humedad en muestras de cada unidad experimental.

- **Rendimiento en kg/ha (RH)**

Este dato fue calculado mediante la relación de la producción de kilogramos por parcela obtenido de cada una de las unidades experimentales.

### **Fórmula**

$$R \text{ (kg/ha)} = \text{PCP} * \frac{10000}{(\text{ANC}) \text{ m}^2} * \frac{100 - \text{HC}}{100 - \text{HC}}$$

**R:** Rendimiento en kg/ha al 13% de humedad

**PCP:** Peso de campo por parcela en kg

**ANC:** Área Neta Cosechada en m<sup>2</sup>

**HC:** Humedad de Cosecha (%)

**HE:** Humedad Estándar 13

- **Peso hectolitro (PH)**

Parámetro que se evaluó con la ayuda de una balanza de peso hectolitrito, donde se empleó una muestra de 1 kg de cada parcela. Los datos fueron expresados en kilogramos/hectolitro.

- **Peso de mil granos (PMG)**

Variable que fue tomada en 1000 granos de trigo seleccionados al azar y pesados en una balanza electrónica y el peso se expresó en gramos.

### **3.2.7. Análisis de datos**

- Prueba de Tukey al 5% para promedios de tratamientos.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.
- Análisis económico beneficio/costo.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Variables agronómicas

**Tabla 1**

*Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables agronómicas: Incidencia de enfermedades foliares (ISEF), Días a la floración (DF), Días al espigamiento (DE), Días a la cosecha (DC), Altura de planta (AP), Longitud de la espiga (LE), Número de granos por espiga (NGE), Tamaño de grano (TG), Rendimiento por parcela (RP), Rendimiento en kg/ha (RH), Peso hectolítrico (PH), y el Peso de mil granos (PMG).*

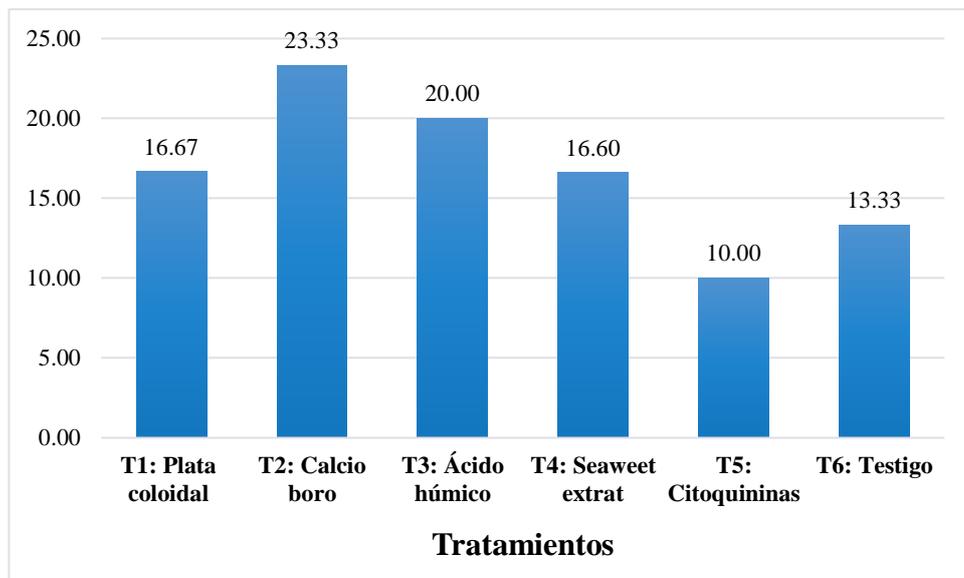
Variable	Tratamientos						Media general	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
<b>ISEF (NS)</b>	16.67 A	23.33 A	20.00 A	16.67 A	10.00 A	13.33 A	16.67 %	45.17
<b>DF (NS)</b>	84 A	83 A	85 A	84 A	82 A	84 A	84 días	2.87
<b>DE (NS)</b>	66 A	67 A	67 A	67 A	66 A	66 A	66 días	2.33
<b>DC (NS)</b>	144 A	140 A	142 A	142 A	143 A	143 A	142 días	0.90
<b>AP (NS)</b>	97.00 A	98.00 A	99.67 A	101.00 A	96.33 A	95.00 A	97.83 cm	2.34
<b>LE (NS)</b>	10.00 A	10.40 A	10.20 A	9.43 A	9.33 A	9.03 A	9.73 cm	5.71
<b>NGE (*)</b>	25 AB	27 A	27 A	24 AB	24 AB	23 B	25 granos	5.94
<b>TG (NS)</b>	8.07 A	7.93 A	7.83 A	7.80 A	7.73 A	7.93 A	7.88 mm	2.98
<b>RP (**)</b>	97.27 C	119.70 A	109.70 B	79.24 D	63.68 E	59.09 F	88.11 kg	0.22
<b>RH (**)</b>	2 903.6 C	3 590.5 A	3 311.2 B	2 398.4 D	1 903.6 E	1 769.9 F	2 646.2 kg	0.41
<b>PH (**)</b>	56.26 BC	53.52 CD	53.86 BCD	51.76 D	60.38 A	57.13 AB	55.48 kg/hl	2.15
<b>PMG (NS)</b>	63.3 A	64.7 A	64.7 A	64.7 D	64.0 A	64.0 A	64.2 gramos	2.52

NS = No Significativo; \* = significativo; \*\* = Altamente significativo al 1%. Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%.

Media General; CV = Coeficiente de Variación.

**Figura 1**

*Incidencia de roya amarilla (IRA)*



La respuesta agronómica en la variedad Cañicapa, en cuanto a la variable incidencia de roya, a la aplicación de bioestimulantes, no presentó diferencias significativas (N/S), puesto que el  $p$ -valor  $> 0.05$ , registrando una media general de 16.67 %, con un coeficiente de variación de 45.17 %.

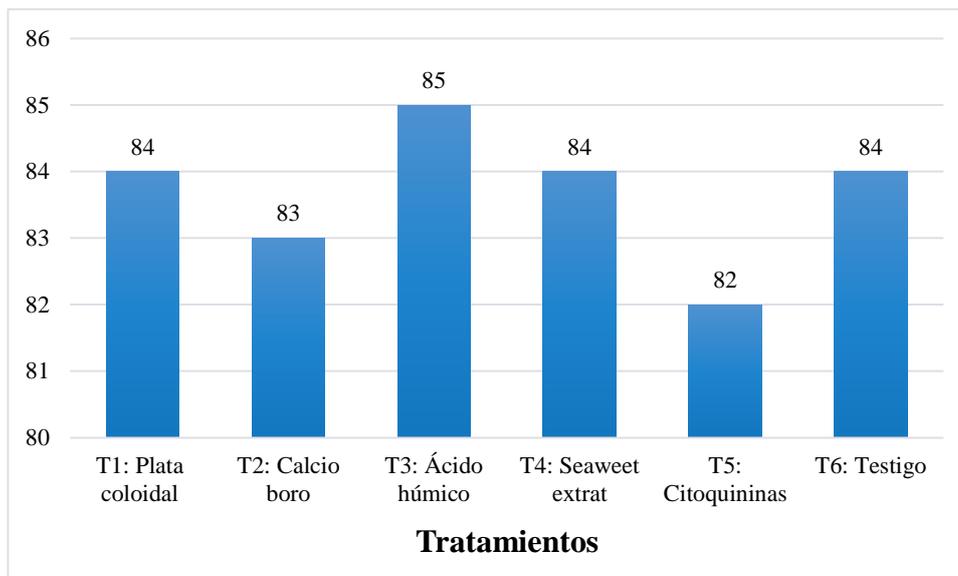
Con la prueba de Tukey al 5%, podemos afirmar que los 5 tratamientos presentan igual (IRA). Sin embargo, se evidencia que el T5 obtuvo el mejor promedio con 10 % de incidencia de la enfermedad, demostrando más tolerancia a roya amarilla, mientras que el T2 registró un 23.33% de la incidencia de roya amarilla, pudiendo ser un indicador de que el bioestimulante actúa también como un agente para el desarrollo de la enfermedad (Tabla 1 y Figura 1).

El cultivar evaluado presentó un nivel moderado de incidencia de roya amarilla. Los factores que fueron determinantes en la incidencia de enfermedades son; la humedad, fotoperiodo, altitud, el ciclo del cultivo y la temperatura.

La roya amarilla se puede ver afectada por las temperaturas que oscilan entre los 10 °C y 15 °C, con la presencia de agua constante por lo menos de 6 horas (Ponce et al., 2020).

## Figura 2

*Días a la floración (DF)*



La variable agronómica días a la floración (DF), en el análisis de varianza no presentó diferencias significativas (N/S), a causa de que el p-valor  $> 0.05$  registrando una media general de 84 días y un coeficiente de variación de 2.87% (Tabla 1).

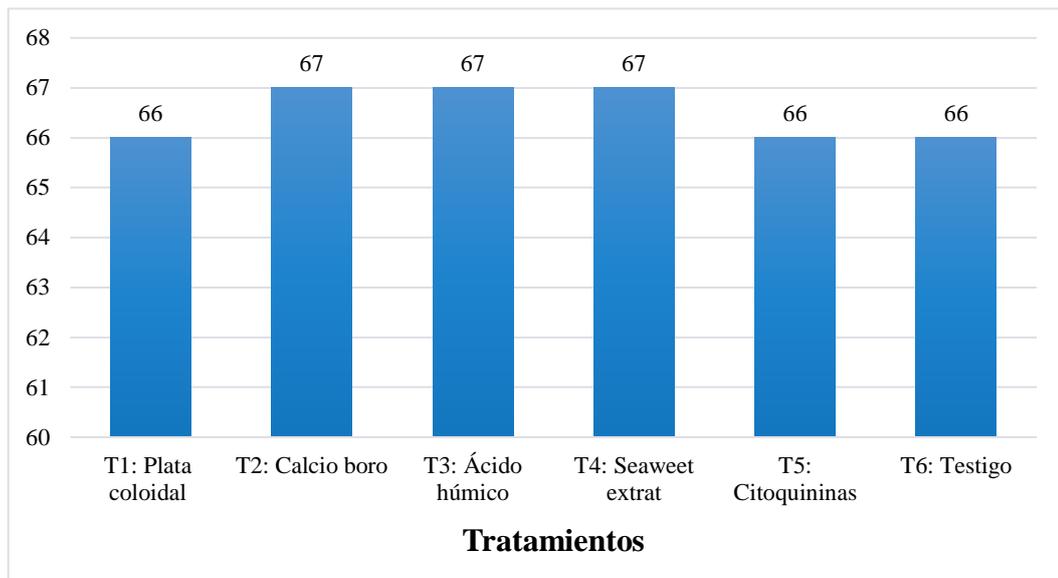
T3 (Ácido húmico), presentó el mayor promedio en días a la floración con 85 días, frente al T5 (Citoquininas), que respectivamente registró el promedio más bajo con 82 días (Tabla 1 y Figura 2).

La variación de los datos, pudo verse afectado por la composición de cada uno de los bioestimulantes; observando que las citoquininas aceleraron el proceso de maduración; debiendo estos, al ser datos preliminares, verificados en futuros procesos de investigación.

Los días a la floración tienen una relación con las fechas de siembra tempranas que permiten un mayor aprovechamiento de los excedentes de agua y temperaturas (Baigorria et al, 2013).

**Figura 3**

*Días al espigamiento (DE)*



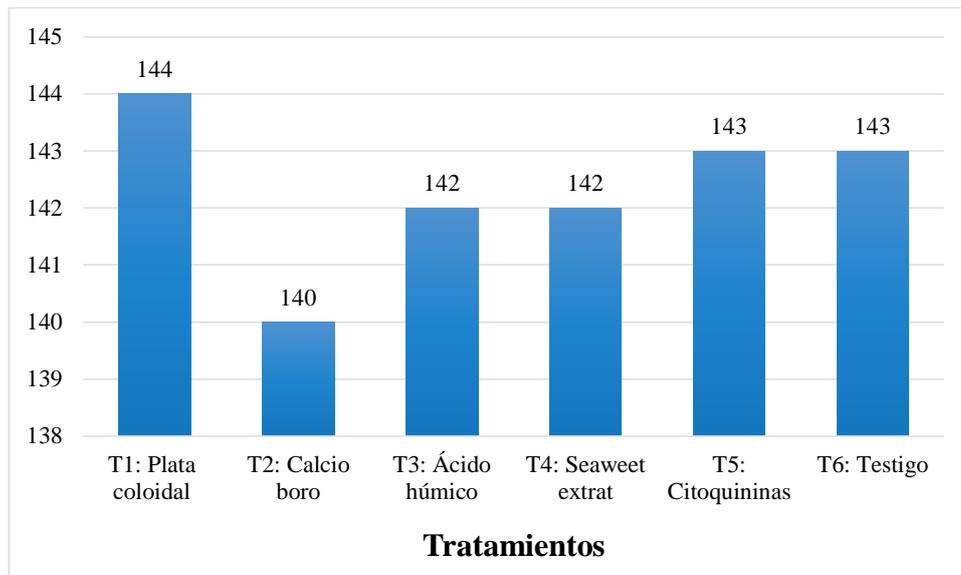
La respuesta agronómica de los tratamientos en cuanto a la variable días al espigamiento (DE), no presentó diferencias significativas (N/S), debido a que el p-valor  $> 0.05$  pero si diferencias numéricas, registrando una media general de 66 días y un coeficiente de variación del 2.33% (Tabla 1).

Las características de días al espigamiento, en general no tuvieron una relación de condicionamiento con el tipo de bioestimulante empleado; pudiendo inferir, que los mismos no actúan directamente sobre el desarrollo vegetativo de las plantas y más bien sus efectos podrían notarse al momento del llenado del grano y su madurez.

De acuerdo a los resultados se infiere que la variable días al espigamiento, pudo verse afectado por factores como temperatura, humedad, precipitaciones, suelo y altitud entre otros factores.

**Figura 4**

*Días a la cosecha (DC)*



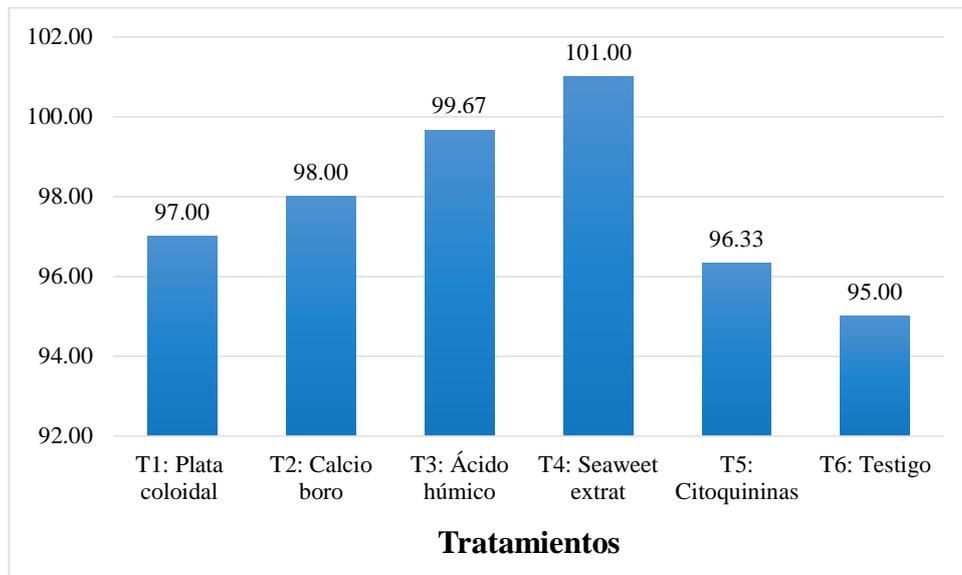
La respuesta de los tratamientos en la variable días a la cosecha (DC), no presentó diferencias significativas (N/S), porque el p-valor  $> 0.05$ , registrando una media general de 142 días con un coeficiente de variación de 0.90 %. (Tabla 1)

El tratamiento T1 (Plata coloidal) presentó el mayor promedio con 144 días, lo que determinó que al emplear este bioestimulante la variedad es más tardía, mientras que el T2 (Calcio/boro) obtuvo el menor resultado con 140 días siendo el bioestimulante que permite ser más precoz a la cebada.

Se pudo inferir en respuesta a los resultados de la variable días a la cosecha, que esta dependió en pequeña escala de los bioestimulantes empleados, y su respuesta estaría más relacionada a los distintos factores agroclimáticos en la zona agroecológica de Laguacoto y las características intrínsecas de la variedad, debiendo corroborar en nuevos estudios los datos aquí presentados .

**Figura 5**

*Altura de planta (AP)*



La respuesta agronómica de la cebada en función a la variable altura de planta (AP), no presentó diferencias significativas (N/S), ya que el p-valor > 0.05, registrando una media general de 97.83 cm, con un CV. de 2.34%.

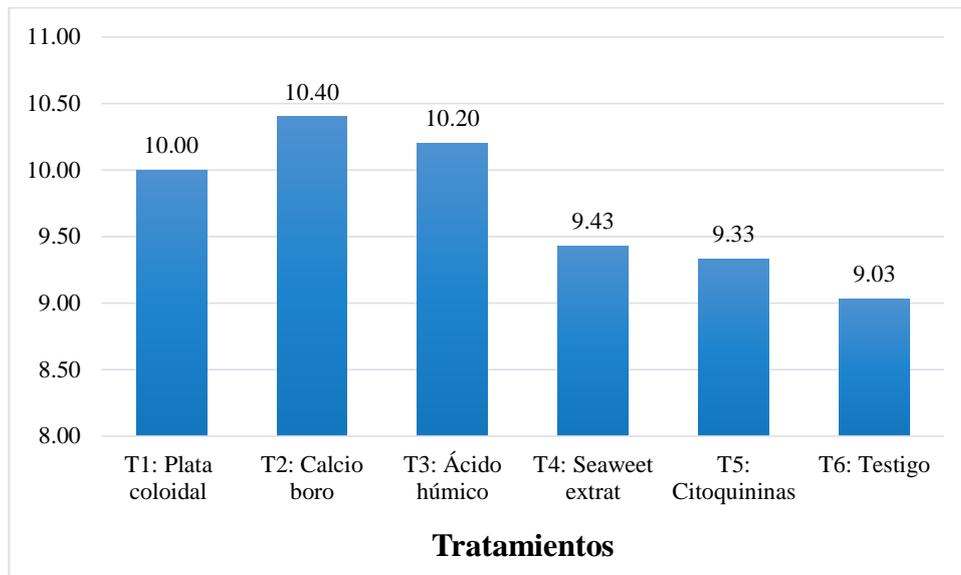
Los 5 tratamientos presentan similar altura de planta. Sin embargo, se evidencia que el tratamiento T4 (Seaweed extrat) presentó el mayor promedio con 101 cm, mientras que el T6 (Testigo) con 95 cm obtuvo el más bajo promedio.

Seaweed extrat (100 ml - 20 l/agua), es el tratamiento que induce de manera favorable al desarrollo del cultivo, comprobando lo manifestado por (QuickAgro, 2019), en donde se menciona que su función es promover el crecimiento, favorece el color y el vigor de las plantas, además promueve la generación de metabolitos y si bien la función específica de los bioestimulantes no es favorecer el crecimiento, se pueden observar pequeños cambios.

El componente altura de planta se basa en características varietales, depende de su relación genotipo-ambiente, así como de otros factores bioclimáticos como humedad, calidad del suelo, luz solar etc. También tiene gran influencia el manejo agronómico del cultivo.

**Figura 6**

*Longitud de la espiga (LE)*



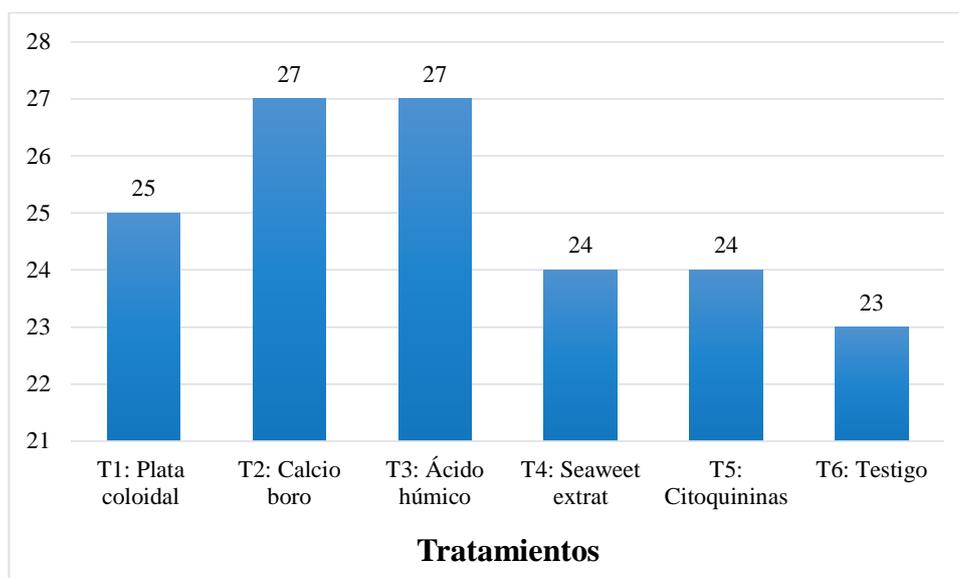
En relación a los tratamientos evaluados para la variable Longitud de espiga (LE), no presentó diferencias significativas (N/S), puesto que el p-valor > 0.05 registrando una media general de 9.73 cm y un CV. de 5.71%.

El tratamiento T2 (Calcio/boro) obtuvo la mayor longitud de la espiga con 10.40 cm, mientras que el T6 (Testigo), al no ser aplicado ningún bioestimulante registró el promedio más bajo con 9.03 cm.

El Calcio/boro (2-3ml/l 200-400 l de agua) es el tratamiento apropiado para alcanzar el mayor promedio de longitud de espiga, verificando lo que manifiesta en la ficha técnica, en donde se hace referencia que el producto ayuda al crecimiento de la planta, aumentando la energía, y acelera también el flujo de nutrientes hacia la célula; y en este caso específico puede estar relacionado con un mejor llenado del grano desde la base hasta el ápice de las espigas, por lo cual estas mejoran paralelamente en longitud.

**Figura 7**

*Número de granos por espiga*

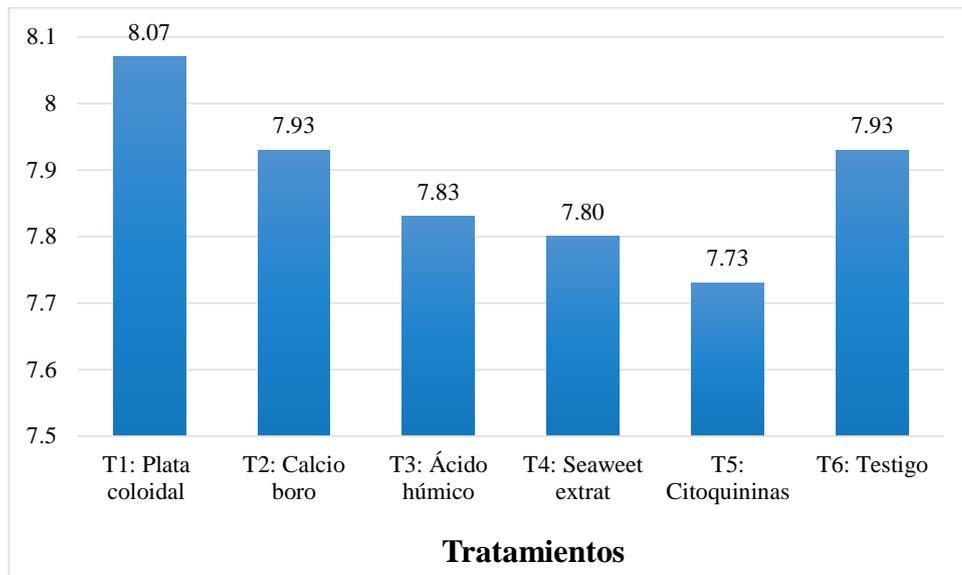


La respuesta agronómica en la variedad Cañicapa, en cuanto a la variable número de granos por espiga, presentó diferencias significativas (\*) por esta razón el p-valor  $< 0.05$ , registrando una media general de 25 granos, con un coeficiente de variación de 5.74%. Se observa que los tratamientos T2 (Calcio boro) y T3 (Ácido húmico) tienen el mayor promedio con 27 granos por espiga, mientras que el T6 (Testigo) presentó el menor promedio con 23 granos.

Los tratamientos T2 (Calcio/boro) y T3 (Ácido húmico), son bioestimulantes que influye en el desarrollo del cultivo de manera favorable, comprobando lo manifestado en su descripción técnica, que menciona que, los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que modulan procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas y actúan a través de diferentes mecanismos a los de los fertilizantes y productos fitosanitarios comúnmente empleados para el manejo de la nutrición de las plantas. Al aplicar los bioestimulantes mencionados (T2 y T3), se puede establecer que hubo un mejor llenado de grano en las espigas; encontrando relación de esta característica con un mayor número de granos en cada una de ellas; debiendo anotar que la época de aplicación está también relacionadas ya que se realiza en floración y llenado de grano.

**Figura 8**

*Tamaño de grano (TG)*



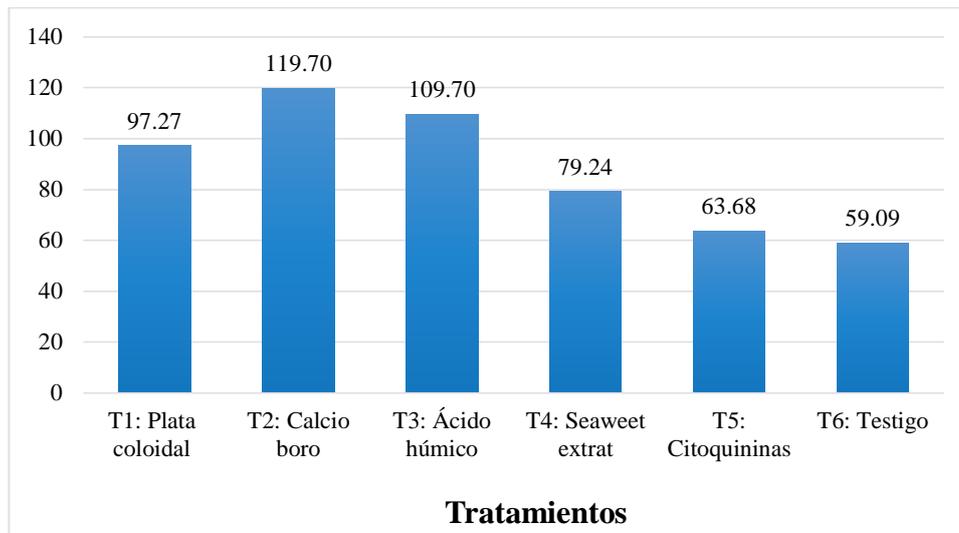
La respuesta agronómica en cuanto a la variable tamaño de grano (TG), no presentó diferencias significativas (NS), debido a que el p-valor  $> 0.05$ , registrando una media general de 7.88 mm y un coeficiente de variación del 2.98 %. (Tabla 1)

El tratamiento T1 (Plata Coloidal), presentó un promedio de 8.07 mm, mientras que el tratamiento T5 (Citoquininas), obtuvo 7.73 mm, se deduce que los bioestimulantes empleados influyen en la variable en estudio.

Se puede inferir que a más del manejo y las condiciones climáticas, posiblemente se podría establecer alguna relación entre la plata coloidal y un mejor tamaño del grano, debiendo verificar este aspecto en investigaciones futuras.

## Figura 9

### Rendimiento por parcela (RP)



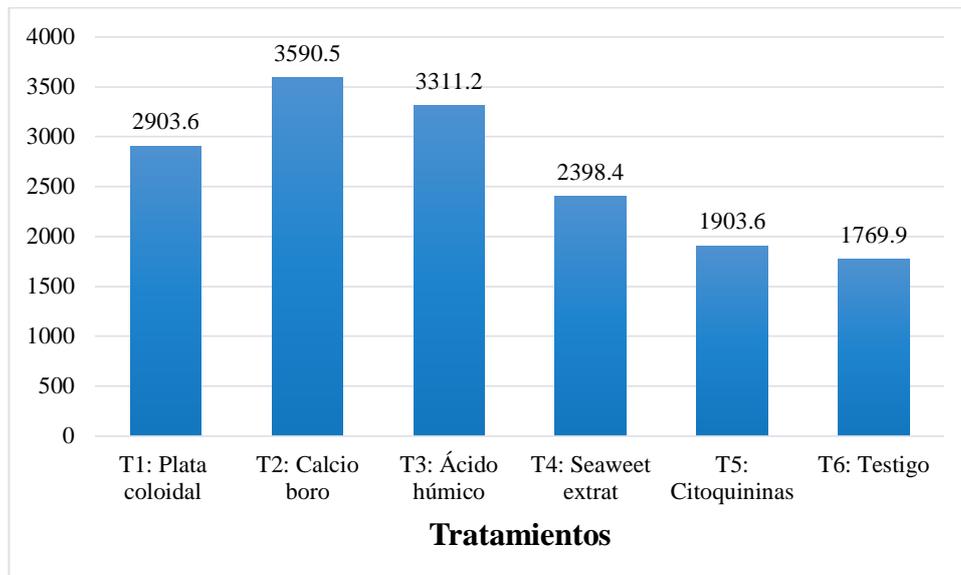
La respuesta de los tratamientos en cuanto a la variable Rendimiento por parcela (RP), presentó diferencias altamente significativas (\*\*), porque el p-valor < 0.05 registrando una media general de 88.11 kg/parcela y un coeficiente de variación del 0.22 %. (Tabla 1)

Al aplicar la prueba de Tukey al 5% respecto a los promedios podemos determinar que los 5 tratamientos presentan rendimientos muy diferentes. Se evidencia que el tratamiento T2 (Calcio/boro) obtuvo el mayor rendimiento con 119.70 kg/parcela, mientras que el T6 (Testigo), al no ser aplicado ningún bioestimulante registró el promedio más bajo con 59.09 kg/parcela. (Tabla 1 y Figura 9); estableciéndose un incremento de aproximadamente 50%.

El Calcio boro según su información técnica, ayuda al crecimiento de la planta, aumentando la energía, y acelera también el flujo de nutrientes hacia la célula, por ende, podría incrementar el rendimiento y alguno de sus componentes. Mediante los resultados obtenidos en cuanto a la variable en estudio, se deduce que el peso dependió de los bioestimulantes empleados y de la misma manera los factores que incidieron pudieron estar asociados a la temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, sanidad entre otros.

**Figura 10**

*Rendimiento en kg/ha*



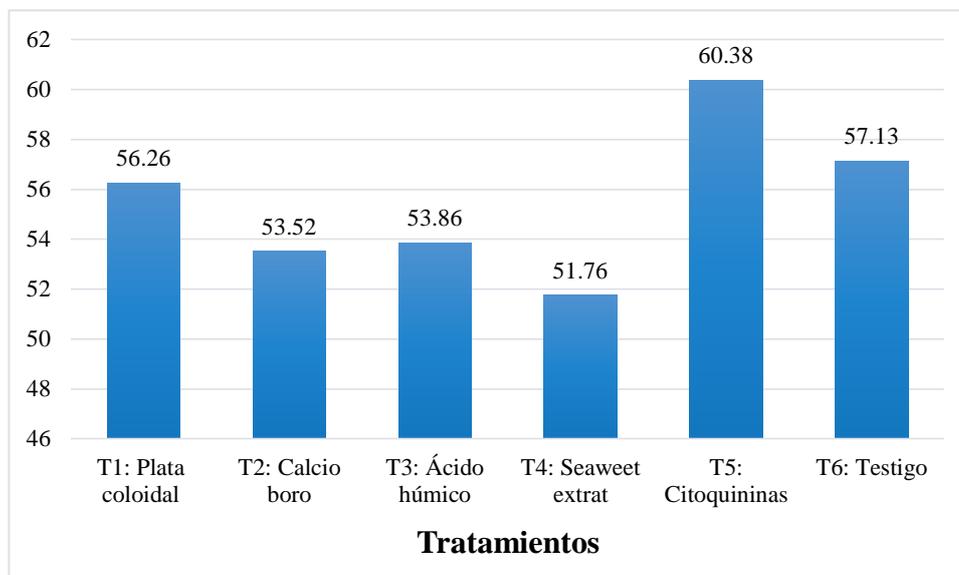
La respuesta agronómica de los tratamientos en la variable Rendimiento en kg/ha, presentó diferencias altamente significativas (\*\*), ya que el p-valor < 0.05, registrando una media general de 2 646.2 kg/ha, con un coeficiente de variación de 0.71 %. Se observa que el tratamiento T2 (Calcio/boro) tiene el mejor promedio de rendimiento con 3 590.5 kg/ha, mientras que el T6 (Testigo) presentó el más bajo promedio con 1 769.9 kg/ha. (Tabla 1 y Figura 10)

El tratamiento T2 (Calcio/boro), es un bioestimulante que influye en el desarrollo del cultivo de manera favorable, comprobando lo manifestado que aporta macronutrientes secundarios a las plantas y cumple un papel muy importante sobre todo a partir de la floración ayudando a una excelente división celular y un reforzamiento de las paredes celulares, y acelera el flujo de nutrientes hacia a la célula y fuera de ella de esta manera ayudando a incrementar el rendimiento.

Los resultados obtenidos con calcio/boro y ácidos húmicos, se presentan como promisorios y dan un buen punto de partida para darles la continuidad necesaria que permita validarlas a mediano plazo, y poder establecer así una alternativa tecnológica para el fortalecimiento de la productividad de este importante cereal.

**Figura 11**

*Peso hectolítrico (PH)*



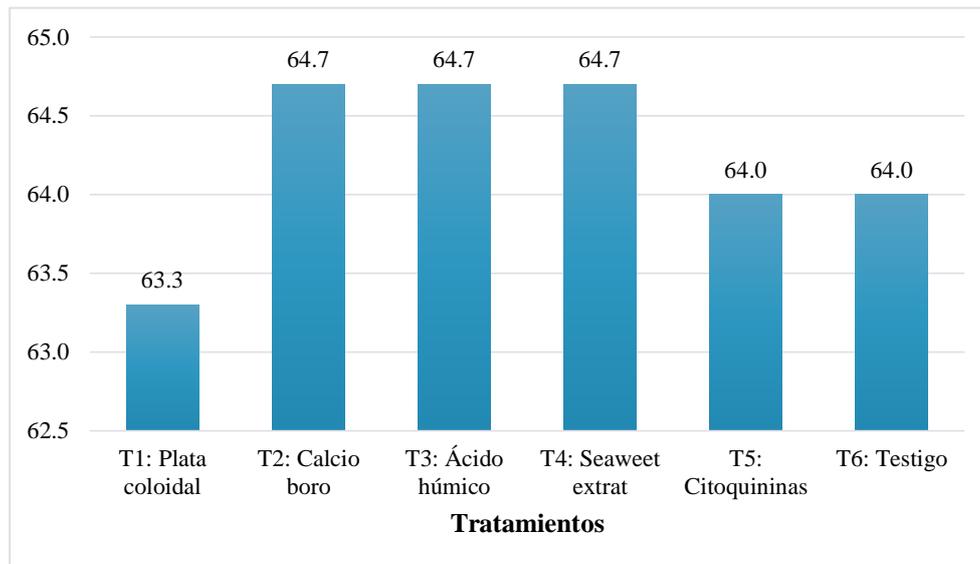
La respuesta agronómica de la cebada en función de la variable peso hectolítrico, presentó diferencias altamente significativas (\*\*), por esta razón el p-valor < 0.05, registrando una media general de 55.48 kg/hl, con un coeficiente de variación de 2.15 %. (Tabla 1)

Los 5 tratamientos presentan diferente peso hectolítrico, se determina que el tratamiento T5 (Citoquininas) obtuvo el mayor promedio con 60.38 kg/hl, mientras que el promedio inferior correspondió al T4 (Seaweed extract) con 51.76 kg/hl. (Tabla 1 y Figura 11)

El peso hectolítrico está relacionado directamente con la densidad del grano y sus componentes de calidad; el resultado obtenido permite identificar que las citoquininas están influenciando en algún grado el mejoramiento de la calidad interna del grano, aspecto que podría ser de gran interés para la agroindustria, ya que se estaría mejorando paralelamente el índice de extracción de harina.

**Figura 12**

*Peso de mil granos (PMG)*



En relación a los tratamientos evaluados para la variable peso de mil granos (PMG), no presentó diferencias significativas (N/S), debido a que el p-valor  $> 0.05$ , registrando una media general de 64.2 gramos y un coeficiente de variación de 2.52 %. (Tabla 1)

Los 5 tratamientos presentan similar peso. Sin embargo se evidencia que los tratamientos T2, T3 y T4, tienen un promedio de 64.7 gramos que corresponde a los mejores resultados, mientras que el T1 (Plata Coloidal), registró el promedio más bajo con 63.3 gramos. (Tabla 1 y Figura 12)

Los resultados pudieron estar en dependencia del manejo agronómico, de la incidencia y severidad de enfermedades foliares, al mismo tiempo se puede ver influenciado por los bioestimulantes empleados y por factores como; temperaturas, humedad, nutrición de la planta y afecciones relacionadas a enfermedades de la espiga como fusarium y/o carbones; que pueden condicionar su calidad en relación al tamaño.

## 4.2. Análisis de correlación y regresión lineal

**Tabla 2**

*Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes del rendimiento Xs), que presentaron diferencias significativas o negativas con el rendimiento (variable dependiente Y).*

Componentes del rendimiento (Xs)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (r <sup>2</sup> ) %
Número de granos por espiga (NGE) **	0.78	259.88	61 %
Rendimiento por parcela (RP) **	0.99	30.11	100 %

(\*) = Significativo al 5%. (\*\*) = Altamente significativo al 1%.

### 4.2.1. Correlación (r)

En esta investigación se determinó una correlación positiva altamente significativa entre las variables; Número de granos por espiga y Rendimiento por parcela (Tabla 2).

### 4.2.2. Regresión (b)

En la presente investigación los componentes que incrementaron el rendimiento fueron; número de granos por espiga (NGE) y rendimiento por parcela (RP) (Tabla 2).

### 4.2.3. Coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>)

Los valores más altos de r<sup>2</sup> que incrementaron el rendimiento de la cebada en la localidad de Laguacoto III, fueron Número de granos por espiga con el 61 % y el Rendimiento por parcela con el 100 %, la mayoría de los tratamientos presentaron promedios muy buenos en la cebada Cañicapa, mientras que los bioestimulantes empleados si influenciaron en el rendimiento, como también el manejo del cultivo y otros factores (Tabla 2).

### 4.3. Análisis económico de la relación B/C.

**Tabla 3**

*Relación beneficio costo de los 6 tratamientos. Laguacoto III 2022.*

Conceptos	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>Rendimiento Promedio en Kg/ha</b>	2903.6	3590.5	3311.2	2398.4	1903.6	1769.9
<b>Ingreso Bruto</b>	1.451.80	1.795.25	1.655.60	1.119.20	951.80	884.50
<b>A. Costos Variables</b>						
<b>1. Preparación del suelo</b>						
Arada y rastra	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00
<b>2. Siembra</b>						
Semilla de cebada	\$ 89.10	\$ 89.10	\$ 89.10	\$ 89.10	\$ 89.10	\$ 89.10
Fertilizantes: 18-46-00	\$ 62.00	\$ 62.00	\$ 62.00	\$ 62.00	\$ 62.00	\$ 62.00
Sulpomag	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00
Urea	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 54.00
<b>Mano de obra</b>	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 80.00
<b>3. Labores Culturales</b>						
Control de malezas (Metsulfurol-metil)	\$ 6.50	\$ 6.50	\$ 6.50	\$ 6.50	\$ 6.50	\$ 6.50
Control fitosanitario (Propiconazole)	\$ 20.00	\$ 20.00	\$ 20.00	\$ 20.00	\$ 20.00	\$ 20.00
Aplicación de insumos	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00
Bioestimulantes	\$ 90.00	\$ 8.40	\$ 16.40	\$ 10.00	\$ 7.60	\$ 0.00
<b>5. Cosecha</b>						
Corte	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 80.00
Trilla	\$ 116.00	\$ 144.00	\$ 132.00	\$ 96.00	\$ 76.00	\$ 70.00
<b>6. Post cosecha</b>						
Secado y ensacado	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 70.00
<b>Total de costos directos</b>	847.60	\$ 794.00	\$ 790.00	\$ 747.60	\$ 725.20	\$ 711.60
<b>Ingreso Neto</b>	\$ 614.20	1.001.25	\$ 865.60	\$ 371.60	\$ 226.60	\$ 172.90
<b>R I/C (Ingreso/ costo)</b>	<b>\$1.72</b>	<b>\$2.26</b>	<b>\$2.10</b>	<b>\$1.50</b>	<b>\$1.31</b>	<b>\$1.24</b>
<b>Relación Beneficio Costo B/C</b>	<b>\$ 0.72</b>	<b>\$ 1.26</b>	<b>\$ 1.10</b>	<b>\$ 0.50</b>	<b>\$ 0.31</b>	<b>\$ 0.24</b>

La relación Beneficio-Costo de una actividad productiva que consiste en evaluar la eficiencia económica de los recursos utilizados y mostrar la cantidad de dinero que retorna por cada unidad monetaria invertida durante un período determinado. La relación B/C señala la pérdida o ganancia neta por cada unidad invertida. Si la relación es más que cero, se considera que existe un beneficio adecuado; si es igual a cero son iguales a los costos y a la actividad por lo consiguiente no es rentable. Los valores menores a cero no muestran pérdida y la actividad no es rentable. Para fijar la Relación Beneficio-Costo, se procede a dividir el Ingreso neto para el Total de Costos de Producción (León, C. y Quiroz, R. 1994).

Según el análisis económico realizado en esta investigación, el tratamiento con el mejor beneficio fue el T2 (Calcio/boro) de 1,26, donde demuestra que el productor de cebada por cada dólar que ha invertido, obtiene una ganancia de \$1.26 (Tabla 3)

Mediante los resultados estadísticos y la proyección económica, el mejor bioestimulante que genera la mejor eficiencia productiva y ganancia es el T2 (Calcio/boro), siendo la mejor opción tecnológica para los productores del cultivo de cebada; debiendo tomar en cuenta que el precio del grano fue establecido en \$30.00por quintal debido a que se trataba de semilla de tipo certificada.

#### **4.4. Comprobación de hipótesis**

De acuerdo a los resultados agronómicos, estadísticos y económicos de la eficiencia nutricional de los cinco bioestimulantes en la zona agroecológica de Laguacoto III, aceptamos la hipótesis alterna, porque se registraron diferencias altamente significativas en las variables. En la presente investigación fue decisivo el tipo de bioestimulante empleado y de la misma manera los factores edafoclimáticos como puede ser la temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, la nutrición y la sanidad, que nos ayudara a la producción de semilla certificada de cebada variedad Cañicapa.

Por lo tanto, esta investigación permitió validar que de los bioestimulantes empleados el T2 (Calcio/boro) es el tratamiento apropiado para alcanzar el mayor promedio de rendimiento por parcela, verificando lo que manifiesta en la ficha técnica, que el Calcio boro ayuda al crecimiento de la planta, aumentando la energía, y acelera también el flujo de nutrientes hacia la célula, por ende, incrementa el rendimiento, por lo tanto existe la evidencia estadística suficiente al 1 % y al 5 % para aceptar la hipótesis alterna.

## CAPITULO V

### 5.1. Conclusiones

- En relación a los análisis estadísticos se concluye que los componentes NGE, RP, RH y PH incrementa el rendimiento y permite contar con una excelente calidad de semilla certificada; puesto, que los bioestimulantes aplicados durante su ciclo de cultivo permitieron regular su crecimiento y mejorar el desarrollo de la cebada.
- El rendimiento promedio más alto se registró en el tratamiento T2 (Calcio/boro) con 3 590.5 kg/ha; seguidamente el T3 (Ácido húmico) con 3 311.2 kg/ha; de la misma manera estos tratamientos fueron los que obtuvieron el mejor promedio en la variable (NGE) con 27 granos. En el descriptor referente al peso hectolítrico, se obtuvo que el T5 (Citoquininas) obtuvo el mejor promedio con 60.38 Kg/hl siendo estos unos aspectos muy importante y de gran interés para la industria alimentaria.
- Se determinó que el bioestimulante Calcio/boro resultó ser el bioestimulante más eficaz para el desarrollo del cultivo de cebada en estudio, para la variable rendimiento por parcela, el tratamiento T2 registró el mejor resultado con 119.70 kg/parcela, en cambio el T6, al no aplicar ningún bioestimulante presentó el promedio más bajo con 59.09 kg/parcela.
- Económicamente la alternativa tecnológica que presentó el mejor resultado fue el T2 (Calcio/boro) con 3 590.5 kg/ha; por ende, proporciona una relación beneficio costo de 1.26, donde demuestra que el productor de cebada por cada dólar que ha invertido, obtiene una ganancia de \$1.26.

## 5.2. Recomendaciones

- Socializar los resultados obtenidos en esta investigación con entidades públicas y privadas, con la finalidad de replicar más ensayos en diferentes zonas agroecológicas como: Guanujo, Santa Fe, San Lorenzo, San Simón, entre otras, empleando el bioestimulante Calcio boro para la producción de semilla certificada de cebada de la variedad Cañicapa, donde determinó ser el mejor en rendimiento y en la relación B/C.
- Capacitar a los agricultores de la zona y de la provincia Bolívar en general, sobre el manejo de este cultivo y el empleo de bioestimulantes que nos ayudaría a mejorar el rendimiento y calidad del producto.
- A la Universidad Estatal De Bolívar por medio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, realizar transferencias de tecnologías sobre el manejo integrado del cultivo de cebada y la aplicación de bioestimulantes con la finalidad de darles nuevas alternativas de siembra, y semilla de calidad y a la vez que generen mejores ingresos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Abbassian, A. (2018). Abbassian, A. (2018). Perspectivas alimentarias. FAO. Roma, Italia: FAO. Recuperado.
- Acan, C. (2022). Evaluación de tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), en la estación experimental Tunshi. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Carrera Agronomía.
- Agrocentro. (2020). Descripción del producto: Calcio.Boro. <https://agrocentro.com/wp-content/uploads/2017/11/CALCIO-BORO.pdf>
- Amaguaya, F. (2022). Evaluación de la adaptación y comportamiento productivo de ciento cuarenta y cuatro líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la estación experimental Tunshi. Riobamba – Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Facultad De Recursos Naturales. Carrera Agronomía. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17218/1/13T01000.pdf>
- Arellano. (2018). Manual de la cebada cervecera. <https://es.scribd.com/doc/14229542/Manual-Cebada>
- Baque. (2019). Baque, D. (2019). EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLATA COLOIDAL COMO BIO-ESTIMULANTE. [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45252/1/Baque Chávez Danny Hernán.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45252/1/Baque%20Ch%C3%A1vez%20Danny%20Hern%C3%A1n.pdf).
- Bernardi, L. (2019). Perfil de cebada. Departamento de la nación. Argentina: Ministerio de Agricultura , Ganadería y Pesca. Retrieved 06 de 12 de 2023, from <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/hordeum-vulgare-var-vulgare>
- Borja, R. (2020). Las fitihormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592020000200007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592020000200007&script=sci_arttext)
- Caluguillin, E. (2023). Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la granja experimenta “La Pradera”

Chaltura, Imbabura. Ibarra - Imbabura: Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13683/2/03%20AGP%20353%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Carrillo & Minga. (2021). Caracterización agronómica de 16 variedades de cebada maltera realizadas en el centro experimental Tunshi. Cotopaxi.

Castro, A. (2019). Limitaciones para la productividad de trigo y cebada. Retrieved 01 de 2023, from [http://www.metrice.udl.cat/es/misc/Limitaciones\\_para\\_la\\_productividad\\_de\\_trigo\\_y\\_cebada\\_2011.pdf](http://www.metrice.udl.cat/es/misc/Limitaciones_para_la_productividad_de_trigo_y_cebada_2011.pdf)

CERVECERIA NACIONAL. (2018). Cerveceria Nacional Ecuador. [blog]. Retrieved 06 de 2023, from <https://www.cervecerianacional.ec>

Chancasanampa, W. (2020). Chancasanampa, W. (2020). Componentes de rendimiento de líneas avanzadas de cebada hexástica (*Hordeum hexastichon* L.) 29TH-IBYT- UNCP en condiciones de siembra tardía en la C. C. Huamancaca-Chupaca. 75. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitst>

Coronel & Jiménez. (2019). Guía práctica para los productores de cebada de la sierra sur. Cuenca, Azuay, Ecuador: INIAP - Estación Experimental Austro.

Cunalata, J. (2022). Evaluación de la mejor dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) variedad Cañicapac en la comunidad Puculpala". Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Carrera Agronomía. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17216/1/13T00998.pdf>

Edifarm. (2018). Edifarm. (2018). Agrostemin. [https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm\\_quickagro/pdfs/productos/AGROSTEMIN-20181017-155130.pdf](https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/AGROSTEMIN-20181017-155130.pdf).

Escobar, F. (2018). Escobar, F. (2018). Efecto de la densidad de siembra de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con respecto a sus parámetros

productivos y composición químico bromatológico. Universidad Nacional De Huancavelica.

ESPAC. (2020). ESPAC. (2020). Tabulados ESPAC 2020. Quito, Pichincha , Ecuador:.

ESPAC. (2020). Tabulados ESPAC 2020. Quito, Pichincha , Ecuador.

Espinosa, K. (2018). Gestión Digital. [blog] 25 de Julio de 2018. Retrieved 06 de 2021, from <https://revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/el-pais-producemas-cebada-y-cada-vez-mejor-cerveza>

Falconí et al. (2010). Efectos de dosis y épocas de aplicación de nitrógeno complementario en cebada cervecera.

FAOSTAT. (2019). FAOSTAT. (2019). FAO. Recuperado el 10 de 04 de 2021, de FAO: Data/Crops. Actualizada en Enero 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

FAOSTAT. (2019). FAOSTAT. (2019). FAO. Recuperado el 10 de 04 de 2021, de FAO: Data/Crops.

FOASTAT. (2019). Data/Crops. Actualizada en Enero 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Garofalo, P. (2020). La cebada (*Hordeum vulgare* L.) Generalidades y variedades generadas para la sierra Ecuatoriana. Quito - Ecuador, INIAP: 1er ed.

Garrido. (2019). Evaluación Del Comportamiento Agronómico y Cinco Niveles De Fertilización En Dos Variedades De Cebada Maltera (*Hordeum vulgare* L.) En Tunshi. Provincia De Chimborazo.

INTA. (2019). Manual de Buenas Prácticas de Poscosecha de granos. <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/hordeum-vulgare-var-vulgare>

- Intagri. (2019). Bioestimulantes en Nutrición, Fisiología y Estrés Vegetal. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal>
- Lasluisa, J. (2021). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) dística del Iniap bajo condiciones agroecológicas del campus Salache UTC 2021 – 2022. Latacunga - Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9457/1/PC-002412.pdf>
- Lavariega, K. (2018). Gourmet de México. <https://gourmetdemexico.com.mx/comida-y-cultura/el-origen-y-los-beneficios-de-la-cebada/>
- MBG. (2019). *Hordeum vulgare* L. Recuperado de Missouri Botanical Garden. Species Plantarum 1: 84–85. 1753. (1 May 1753): <http://www.tropicos.org/Name/25509707>.
- Ponce, L., y Garófalo, J. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales. (Número 111). <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- QuickAgro. (2019). SEAWEED EXTRACT ®. [http://ecuanoticias.com.ec/pdf\\_agricola/SEAWEEDEXTRACT.pdf](http://ecuanoticias.com.ec/pdf_agricola/SEAWEEDEXTRACT.pdf)
- Quinteros & Silva. (2020). Promoción de la cebada variedad Cañicapa con propuesta culinaria. Promoc cebada variedad Cañicapa con propuesta culinaria.pdf. Cantón Milagro. [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20848/1/TESIS Gs. 219](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20848/1/TESIS%20Gs.219)
- Realpe, M. (2022). Evaluación de las variedades mejoradas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) del Iniap bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Salache . Latacunga - Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. Facultad de ciencias agropecuarias y Recursos Naturales. Ingeniería Agronómica.

- Rivera, S. (2020). Cuáles son los efectos de ácidos húmicos sobre el crecimiento y la composición bioquímica de *Arthrospira platensis*. <https://sembralia.com/blogs/blog/acidos-humicos>
- Rosales, J. (2019). Rosales, J. (2019). El cultivo de la cebada (*Hordeum vulgare*) y sus principales plagas y enfermedades. Recuperado de Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Coahuila, México: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/730/t1021>.
- Scientifica, V. (2020). Velp Scientifica. (2020). DETERMINACIÓN DE LA PROTEÍNA Y LA FIBRA EN LA CEBADA: CÓMO GARANTIZAR UN ALIMENTO NUTRICIONALMENTE EQUILIBRADO. <https://www.velp.com/es-sa/how-to-determine-the-main-feed-parameters-for-barley-sample.aspx>.
- Sihuay, H. (2020). Ficha Técnica de Fertil Calcio Boro. <https://www.tqc.com.pe/wp-content/uploads/2020/08/FICHA-TECNICA-DE-FERTIL-CALCIO-BORO-TQC-1.pdf>
- Suarez, A. (2022). Evaluación de tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la estación experimental Tunshi. Riobamba: Universidad Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved 2023, from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17456/1/13T01024.pdf>
- Ubaque, T. (2019). Manual del cultivo de cebada cervecera. Bogota: Bavaria.
- Velp. (2020). Determinación de la proteína y la fibra en la Cebada: cómo garantizar un alimento nutricionalmente equilibrado. <https://www.velp.com/es-sa/how-to-determine-the-main-feed-parameters-for-barley-sample.aspx>.

# **ANEXOS**

**Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación**



**Anexo 2. Croquis del ensayo**

**R I**

<b>T1</b> <b>Plata</b> <b>coloidal</b>	<b>T2</b> <b>Calcio</b> <b>boro</b>	<b>T3</b> <b>Ácido</b> <b>húmico</b>	<b>T5</b> <b>Citoquininas</b>	<b>T4</b> <b>Seaweed</b> <b>extrat</b>	<b>T6</b> <b>Testigo</b>
--	---	--	----------------------------------	--	-----------------------------

**R II**

<b>T5</b> <b>Citoquininas</b>	<b>T6</b> <b>Testigo</b>	<b>T4</b> <b>Seaweed</b> <b>extrat</b>	<b>T3</b> <b>Ácido</b> <b>húmico</b>	<b>T1</b> <b>Plata</b> <b>coloidal</b>	<b>T2</b> <b>Calcio</b> <b>boro</b>
----------------------------------	-----------------------------	--	--	--	---

**R III**

<b>T3</b> <b>Ácido</b> <b>húmico</b>	<b>T4</b> <b>Seaweed</b> <b>extrat</b>	<b>T1</b> <b>Plata</b> <b>coloidal</b>	<b>T6</b> <b>Testigo</b>	<b>T2</b> <b>Calcio</b> <b>boro</b>	<b>T5</b> <b>Citoquininas</b>
--	--	--	-----------------------------	---	----------------------------------

### **Anexo 3. Base de datos**

#### **Código de variables**

**Tra:** Tratamientos

**Rep:** Repeticiones

**IRA:** Incidencia de enfermedades foliares roya amarilla

**DF:** Días a la floración

**DE:** Días al espigamiento

**DC:** Días a la cosecha

**AP:** Altura de planta

**LE:** Longitud de la espiga

**NGE:** Número de granos por espiga

**TG:** Tamaño de grano

**RP:** Rendimiento por parcela

**PHG:** Porcentaje de humedad del grano

**RH:** Rendimiento en kg/ha

**PH:** Peso hectolitro

**PMG:** Peso de mil granos

<b>Trat</b>	<b>Rep</b>	<b>IRA</b>	<b>DF</b>	<b>DE</b>	<b>DC</b>	<b>AP</b>	<b>LE</b>	<b>NGE</b>	<b>TG</b>	<b>RP</b>	<b>PHG</b>	<b>RH</b>	<b>PH</b>	<b>PMG</b>
1	1	30	85	65	150	99	10.00	26	7.9	97.27	11.7	2 895.97	55.74	64
2	1	20	83	67	147	95	9.80	27	8.2	119.55	11.2	3 579.22	53.22	66
3	1	30	84	67	148	99	9.60	26	7.65	109.55	10.6	3 301.98	54.25	66
4	1	10	84	66	148	103	9.80	25	7.85	79.55	10.1	2 411.11	50.19	62
5	1	10	82	68	147	94	8.30	22	7.6	63.64	11.2	1 905.29	62.55	64
6	1	20	86	68	148	96	9.20	23	7.8	59.09	10.9	1 775.17	56.74	64
1	2	10	83	66	141	96	9.80	24	8.1	97.27	11.5	2 902.53	55.38	64
2	2	20	82	65	138	99	10.70	26	8	120	10.9	3 604.97	52.96	62
3	2	20	84	66	138	101	10.80	27	8	110	10.2	3 330.51	53.95	64
4	2	20	88	68	140	101	8.70	22	7.9	79.09	10.3	2 392.00	51.59	66
5	2	10	83	64	142	97	10.00	26	7.5	63.60	11.1	1 907.43	58.83	64
6	2	10	85	66	142	92	8.70	23	8.1	59.09	11.2	1 769.20	56.88	64
1	3	10	84	67	140	96	10.30	24	8.2	97.27	11.2	2 912.37	57.66	62
2	3	30	84	68	136	100	10.70	29	7.6	119.55	11	3 587.20	54.37	66
3	3	10	88	69	140	99	10.20	28	7.85	109.55	10.6	3 301.00	53.37	64
4	3	20	80	66	137	99	9.80	24	7.65	79.09	10.3	2 392.00	53.49	66
5	3	10	82	65	140	98	9.70	24	8.1	63.80	10.9	1 898.07	59.77	64
6	3	10	81	65	140	97	9.20	22	7.9	59.09	11.4	1 765.21	57.76	64

#### Anexo 4. Resultados del análisis de varianza (ADEVA)

##### Randomized Complete Block AOV Table for IRA

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	2	100.00	50.0000		
Trat	5	333.33	66.6667	1.18	0.3852
Error	10	566.67	56.6667		
Total	17	1000.00			

Grand Mean 16.667      CV 45.17

##### Randomized Complete Block AOV Table for DF

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	2	3.4444	1.72222		
Trat	5	15.7778	3.15556	0.55	0.7391
Error	10	57.8889	5.78889		
Total	17	77.1111			

Grand Mean 83.778      CV 2.87

##### Randomized Complete Block AOV Table for DE

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	2	3.4444	1.72222		
Trat	5	5.1111	1.02222	0.43	0.8194
Error	10	23.8889	2.38889		
Total	17	32.4444			

Grand Mean 66.444      CV 2.33

##### Randomized Complete Block AOV Table for DC

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	2	294.333	147.167		
Trat	5	23.333	4.667	2.86	0.0741
Error	10	16.333	1.633		
Total	17	334.000			

Grand Mean 142.33      CV 0.90

**Randomized Complete Block AOV Table for LE**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Rep	2	0.93000	0.46500		
Trat	5	4.42000	0.88400	2.86	0.0739
Error	10	3.09000	0.30900		
Total	17	8.44000			

Grand Mean 9.7333      CV 5.71

**Randomized Complete Block AOV Table for NGE**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Rep	2	0.7778	0.3889		
Trat	5	53.1111	10.6222	4.85	0.0164
Error	10	21.8889	2.1889		
Total	17	75.7778			

Grand Mean 24.889      CV 5.94

**Randomized Complete Block AOV Table for AP**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Rep	2	1.000	0.5000		
Trat	5	73.167	14.6333	2.80	0.0782
Error	10	52.333	5.2333		
Total	17	126.500			

Grand Mean 97.833      CV 2.34

**Randomized Complete Block AOV Table for TG**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Rep	2	0.03000	0.01500		
Trat	5	0.21167	0.04233	0.77	0.5953
Error	10	0.55333	0.05533		
Total	17	0.79500			

Grand Mean 7.8833      CV 2.98

**Randomized Complete Block AOV Table for RP**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Rep	2	0.04	0.02		
Trat	5	9196.69	1839.34	46879.4	0.0000
Error	10	0.39	0.04		
Total	17	9197.13			

Grand Mean 88.114      CV 0.22

**Randomized Complete Block AOV Table for PH**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Rep	2	3.898	1.9492		
Trat	5	143.147	28.6294	20.14	0.0001
Error	10	14.214	1.4214		
Total	17	161.260			

Grand Mean 55.483      CV 2.15

**Randomized Complete Block AOV Table for RTha**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Rep	2	232	116		
Trat	5	8342782	1668556	14444.2	0.0000
Error	10	1155	116		
Total	17	8344170			

Grand Mean 2646.2      CV 0.41

**Randomized Complete Block AOV Table for PMG**

<b>Source</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Rep	2	0.00444	0.00222		
Trat	5	0.04444	0.00889	0.34	0.8780
Error	10	0.26222	0.02622		
Total	17	0.31111			

Grand Mean 6.4222      CV 2.52

## Anexo 5. Fotografías



**Distribución de las unidades experimentales.**



**Fertilización Complementaria**



**Control fitosanitario para la roya**



**Aplicación de los bioestimulantes**



**Cosecha**



**Trilla**



**Secado del grano**



**Aventado**



**Almacenado del grano**



**Incidencia de enfermedades (ISEF)**



**Días al espigamiento (DE)**



**Días a la floración (DF)**



**Días a la cosecha (DC)**



**Número de granos por espiga (NGE)**



**Rendimiento por parcela**



**Visita del tribunal**



**Porcentaje de humedad del grano**



**Peso hectolitrico**



**Tamaño del grano (TG)**



**Peso de mil granos. (PMG)**

## **Anexo 6.** Glosario de términos técnicos

**Ácidos húmicos:** Son efectivos en la regulación de las hormonas de las plantas, al proteger el ácido indolacético de la oxidación enzimática. Las sustancias húmicas contienen radicales libres, siendo mayor en los ácidos húmicos debido a su mayor estado de humificación o polimerización.

**Bioestimulantes:** Son sustancias o microorganismos que modulan procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, actúan a través de diferentes mecanismos a los de los fertilizantes y productos fitosanitarios. Los bioestimulantes son complementarios a la nutrición y protección de los cultivos.

**Cariópside:** Fruto seco que tiene una sola semilla con el pericarpio adherido a la misma, como el grano de trigo.

**Citoquininas:** Las citoquininas o citocininas son un grupo de hormonas vegetales (fitohormonas) que promueven la división y la diferenciación celular y también regulan el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

**Cutícula:** Es una capa cerosa externa a la planta que la protege de la desecación a la que es expuesta en la atmósfera terrestre, además de proveer una barrera para la entrada de bacterias y hongos.

**Esporulación:** Es un tipo de reproducción asexual que tiene como medio de reproducción tanto esporas como endosporas. De cada organismo, la esporulación se puede ver favorecida o desencadenada por circunstancias medioambientales adversas, como falta de disponibilidad de nutrientes o de luz; o puede ser parte del ciclo de vida normal durante la reproducción.

**Estípula:** Se denomina estípula a una estructura, usualmente laminar, que se forma a cada lado de la base foliar de una planta vascular. Suele encontrarse una a cada lado de la base de la hoja, a veces más.

**Fasciculado:** Agrupado desde un mismo punto en las hojas de las Angiospermas, formando como manojos, según se puede observar en las ramitas incipientes de muchas plantas.

**Giberelinas:** Son un grupo de diterpenoides que se definen más por su estructura que por su actividad biológica, contrario a lo que ocurre con las Auxinas y Citocininas. Las Giberelinas activas, fungen como reguladores esenciales del desarrollo de las plantas y abarcan todos los semblantes de lo que se refiere a la vida de las plantas.

**Glumilla:** Hoja pequeña interior delgada que encierra la flor de una planta gramínea.

**Gluma:** Cubierta floral de las plantas gramíneas, que se compone de dos valvas a manera de escamas, insertas debajo del ovario.

**Hoja bandera:** La hoja bandera es la última hoja que emerge del tallo, generalmente es más pequeña que las otras y se encuentra posicionada justo por debajo de la espiga o panícula en las gramíneas.

**Humificación:** Es el paso final en la degradación de la materia orgánica, la cual es básicamente el clivaje de moléculas de gran peso molecular en complejos coloides amorfos que contienen grupos fenólicos.

**Indolacético:** es la fitohormona natural más común de la clase de las auxinas que actúa a nivel de los ápices, en los que hay tejido meristemático, el cual es indiferenciado.

**Macollamiento:** Etapa fisiológica o de desarrollo de un cultivo, en la que se obtienen de una misma cepa o planta varios tallos, los cuales con un adecuado manejo logran alcanzar la madurez fisiológica.

**Niacina:** también conocida como vitamina B3 ayuda a convertir los alimentos que se consumen en la energía que se necesita.

**Plata coloidal:** La plata coloidal (Ag) juega un papel importante en la capacidad de absorción de los oligoelementos, el crecimiento de las plantas, y por consiguiente también en su rendimiento y ganancias.

**Pectatos de calcio:** Se lo conoce así cuando mantiene unidas las paredes celulares de las plantas; también se encarga de regular la división y el alargamiento celular, además de que se utiliza para activar algunas enzimas y enviar señales que coordinan ciertas actividades celulares.

**Quelatos:** Son un complejo de un ion de metal unidos a una molécula orgánica. Los iones metálicos son minerales muy importantes para las plantas, y sus deficiencias resultan en color amarillento de las hojas, crecimiento retardado y cultivos de baja calidad; lo cual conocemos como clorosis.

**Raquis:** En las hojas compuestas eje en el que se insertan los folíolos; eje principal de la inflorescencia de las gramíneas.

**Seaweed tract:** Es un extracto superior seleccionado de algas marinas para el uso en cultivos extensivos, en hortalizas, frutales y ornamentales. Contiene NPK además de magnesio que ayudan al crecimiento de los cultivos.