



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente
Carrera de Agronomía

TEMA:

EFICIENCIA PRODUCTIVA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) VARIEDAD VOYAGER, A LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE CALCIO BORO, EN LAGUACOTO PROVINCIA DE BOLÍVAR.

AUTORES:

Shirley Rossmery Jiménez Castillo

Daniel Duberli Paz Punina

TUTORA:

Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.

GUARANDA – ECUADOR

2024

**EFICIENCIA PRODUCTIVA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) VARIEDAD
VOYAGER, A LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE CALCIO BORO,
EN LAGUACOTO PROVINCIA DE BOLÍVAR.**

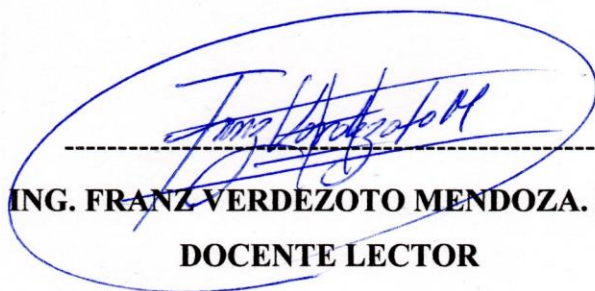
REVISADO Y APROBADO POR:



.....
**ING. SONIA SALAZAR RAMOS MG.
TUTORA**



.....
**ING. DAVID SILVA GARCIA MG.
DOCENTE LECTOR**



.....
**ING. FRANZ VERDEZOTO MENDOZA. MG
DOCENTE LECTOR**

CERTIFICADO DE AUTORÍA

Shirley Rossmery Jiménez Castillo con CI: 0202333175 y Daniel Duberli Paz Punina con CI: 0202235537, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados por ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citas con sus respectivos autores (es).

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

Dr. Guido Fierro Barragán
NOTARIO PÚBLICO 1ro.
GUARANDA - ECUADOR



Shirley Rossmery Jiménez Castillo

CI: 0202333175



Daniel Duberli Paz Punina

CI: 0202235537



Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.
TUTORA

CI:0200933067

NOMBRE DEL TRABAJO

corrección tesis nueva[1]-1.pdf

AUTOR

DANIEL DUBERLI PAZ PUNINA SHIRLEY
ROSSMERY JIM'ENEZ CASTILLO

RECUENTO DE PALABRAS

14280 Words

RECUENTO DE CARACTERES

79323 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

79 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.5MB

FECHA DE ENTREGA

May 31, 2024 12:56 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 31, 2024 1:00 PM GMT-5

● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Fuentes excluidas manualmente



.....
Ing. Sonia Salazar Ramos Mg.
TUTORA

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a Dios, por darme la vida, salud y fuerzas necesarias para poder concluir con mi carrera Universitaria.

A mi Esposo Daniel por ser mi motor el cual me impulso a superarme día a día, y no dejarme sola durante todo este proceso a mis padres Cesar y Mirian, por ser mi apoyo fundamental, en todos los sentidos, porque sin ustedes esta meta no hubiera sido posible. A mis hermanos por apoyarme incondicionalmente, Odalis, Aylin, Iván de manera especial a mi hija Mia por ser la persona más importante en mi vida que fue mi mayor motivación para no rendirme y seguir adelante y tratar de ofrecerle lo mejor.

A todos aquellos mis amigos y familiares que con sus consejos supieron guiarme por el camino del bien, dándome aliento para seguir adelante y creer que un resbalón no es caída y estuvieron a mi lado durante estos 5 años apoyándome hasta lograr conseguir mi sueño.

A nuestra Tutora Ing. Sonia Salazar, Docente lectores Ing. David Silva e Ing. Frans Verdezoto por sus conocimientos y su apoyo, comprensión en el desarrollo y elaboración de este proyecto.

Shirley Jiménez

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a Dios, por darme la vida, salud y fuerzas sabiduría y la inteligencia necesaria para poder culminar con mi carrera.

A mis padres y a mis hermanos y mi tía por brindarme su amor, cariño y apoyo incondicionalmente en los buenos y en los malos momentos y por la oportunidad que me dieron de poder estudiar en una institución como es la Universidad Estatal de Bolívar, gracias a sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y cumpla con mis sueños.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad. A nuestro tutor Ing. Sonia Salazar, docentes lectores Ing. David Silva e Ing. Franz Verdezoto por sus conocimientos, apoyo y comprensión en el desarrollo y elaboración de este proyecto.

Daniel Paz

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos a Dios por habernos fortalecido y brindado sabiduría, fortaleza para creer en nuestros sueños y luchar hasta el punto de superar las dificultades y también por toda la salud que nos da y por permitir llegar a esta etapa tan importante de nuestra vida profesional.

También agradecemos a esta Universidad y a toda su administración, les otorgamos unas palabras de agradecimiento por brindarnos un poco de sus conocimientos, sabidurías, por todo el ambiente inspirador y por la oportunidad de completar este proceso. Y estamos eternamente agradecidos con nuestras familias por brindarnos su apoyo incondicional

Al programa de semillas de la Universidad Estatal de Bolívar por el apoyo con el germoplasma y el seguimiento técnico del ensayo en todas las etapas del desarrollo de campo y laboratorio.

Y un agradecimiento muy especial a la ing. Sonia Salazar tutora de nuestro proyecto a los docentes lectores, Ing. David Silva, Ing. Frans Verdezoto e Ing. Klever Espinosa por ser los principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con sus conocimientos, enseñanzas y colaboración hicieron posible que se desarrolle este proyecto.

Daniel - Shirley

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pag
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
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Origen.....	6
2.2. Taxonomía.....	6
2.3. Valor nutricional de la cebada.....	7
2.4. Descripción botánica	7
2.4.1. Planta.....	7
2.4.2. Raíz.....	7
2.4.3. Tallo.....	7
2.4.4. Hoja.....	7
2.4.5. Flores.....	8
2.4.6. Inflorescencia	8
2.4.7. Grano.....	8
2.5. Descripción vegetativa	9
2.5.1. Germinación	9
2.5.2. Crecimiento de la plántula.....	9

2.5.3. Macollamiento.....	9
2.5.4. Encañado	9
2.5.5. Desarrollo del grano y maduración	10
2.5.6. Semilla.....	10
2.6.2. Pluviosidad	10
2.6.3. Temperatura.....	10
2.6.4. Altitud.....	11
2.6.5. Suelo.....	11
2.7. Manejo del cultivo.....	11
2.7.1. Preparación del suelo.....	11
2.7.2. Siembra.....	11
2.7.3. Densidad de siembra.....	12
2.7.4. Profundidad de siembra.....	12
2.7.5. Riego.....	12
2.7.6. Fertilización.....	12
2.7.7. Control de malezas	13
2.7.8. Cosecha y almacenamiento	13
2.8. Plagas.....	13
2.8.1. Gusano alambre (<i>Agriotes sp</i>)	13
2.8.2. Pulgones (<i>Rhopalosiphum padi</i>)	14
2.9. Enfermedades	14
2.9.1. Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	14
2.9.2. Roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>)	14
2.9.3. Carbón vestido (<i>Ustilago hordei</i>)	14
2.9.4. Carbón desnudo (<i>Ustilago sp</i>).....	15
2.9.5. Oídio (<i>Erisiphe graminis</i>).....	15

2.10. Fertilizante.....	15
2.10.1. Calcio.....	15
2.10.2. Deficiencia de calcio	16
2.10.3. Exceso de calcio	16
2.10.4. Boro.....	16
2.10.5. Deficiencias de Boro	16
2.10.6. Exceso de Boro.....	17
2.11. Producto.....	17
2.11.1. Neo Ca – B	17
2.11.2. Usos y aplicaciones	17
2.11.3. Dosis	18
2.11.4. Ficha técnica del fertilizante NEO Ca - B.....	18
2.12. Variedades.....	18
2.12.1. Otras variedades	18
2.13. Costos de producción	19
CAPÍTULO III.....	20
3. MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Ubicación y características de la investigación.....	20
3.2. Metodología.....	20
3.2.1. Material experimental.....	20
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.....	21
3.2.5.1. Siembra.....	21
3.2.5.2. Control de malezas	21

3.2.5.3. Fertilización.....	22
3.2.5.4. Control de plagas.....	22
3.2.5.5. Control de enfermedades.....	22
3.2.5.6. Codificación de unidades experimentales.....	22
3.2.5.7. Cosecha.....	22
3.2.5.8. Trilla.....	22
3.2.5.9. Secado.....	23
3.2.5.10. Aventado.....	23
3.2.5.11. Almacenado.....	23
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta).....	23
3.2.6.1. Número de plantas por metro cuadrado (NPMC).....	23
3.2.6.2. Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).....	23
3.2.6.3. Incidencia de manchas foliares (IMF).....	23
3.2.6.4. Altura de planta (AP).....	24
3.2.6.5. Longitud de la espiga (LE).....	24
3.2.6.6. Número de granos por espiga (NGPE).....	24
3.2.6.7. Peso de mil granos (PMG).....	24
3.2.6.8. Peso de grano por metro cuadrado (PGMC).....	24
3.2.6.9. Rendimiento en kilogramo por hectárea.....	24
3.2.6.10. Peso hectolítrico (PH).....	25
3.2.7. Tipo de análisis.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Variables agronómicas para promedios de tratamientos.....	26
4.2. Análisis de correlación y regresión lineal.....	38
4.2.1. Coeficiente de correlación (r).....	38
4.2.2. Coeficiente de regresión (b).....	38

4.2.3. Coeficiente de determinación (R^2)	38
4.3. Análisis económico en relación beneficio costo	39
4.4 Relacion beneficio- costo (RB/C e IC)	47
4.5 Comprobacion de Hipótesis	48
CAPÍTULO V	46
5. CONCLUSIONES	46
6. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	pag
1.	Variables agronomicas para promedios de tratamientos.....	26
2.	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes del rendimiento Xs), que presentaron diferencias estadísticas significativas positivas o negativas con el rendimiento (variable dependiente Y).	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	pag
1.	Número de plantas por metro cuadrado	27
2.	Número de espigas por metro cuadrado.....	28
3.	Incidencia de manchas foliares	29
4.	Altura de planta	30
5.	Longitud de la espiga	31
6.	Número de granos por espiga.....	32
7.	Peso de mil granos	33
8.	Peso de grano por metro cuadrado	34
9.	Rendimiento en kilogramo por hectárea	35
10.	Peso hectolítrico	36

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2.	Croquis del ensayo
3.	Base de datos
4.	Fotografías
6.	Glosario de términos

RESUMEN

La cebada ocupa el cuarto lugar entre los cereales, después del trigo, el maíz y el arroz. La producción mundial de cebada está representando el 8% de la producción mundial de cereales, en el año 2018/2019 superó los 141 millones de toneladas. En el Ecuador la cebada es un rubro de seguridad alimentaria ya que se usa especialmente para consumo humano, además, forma parte de los rubros básicos de la canasta familiar de los pequeños productores de la región interandina. La cebada es cultivada principalmente en las provincias de Chimborazo (3325 ha), Pichincha (2304 ha), Carchi (1392 ha), Tungurahua (1206 ha), Cotopaxi (1105 ha), Imbabura (777 ha), Azuay (49 ha), Cañar (37 ha) y Loja con (7 ha), son principalmente donde se cultiva la cebada. En la provincia Bolívar, en el año 2020 se cultivaron 1408 hectáreas de cebada, de las cuales se cosecharon 1355 ha, con una producción de 1127 tm con un rendimiento promedio de 0.83 t/ha. El presente trabajo de investigación se realizó en la granja experimental Laguacoto II, perteneciente al cantón Guaranda, provincia de Bolívar. Los objetivos que se plantearon fueron: i) Determinar la dosis de calcio boro con mejor respuesta productiva, ii) Caracterizar los componentes agronómicos de la cebada, con cada una de las dosis empleadas, iii) Establecer la relación Beneficio/ Costo de los tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 5 tratamientos en 3 repeticiones; se realizó un análisis de varianza, prueba de Tukey al 5%, análisis de correlación y regresión simple. De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento por hectárea la dosis adecuada para el cultivo de la cebada Voyager es 1.25lt/ha de calcio- boro obteniendo un rendimiento de 4832.48 kg/ha. En relación a los análisis estadísticos las variables NEMC, LE, RH y PH incrementan el rendimiento y permite contar con una excelente calidad de semilla certificada; puesto, que el fertilizante aplicado durante su ciclo de cultivo mejoro el desarrollo de la cebada. Económicamente la alternativa tecnológica que presentó el mejor resultado fue el T5 1.25 lt/h (Calcio/boro) con 4832.5 kg/ha; por ende, proporciona una relación beneficio costo de 0.39, donde demuestra que el productor de cebada por cada dólar que ha invertido, obtiene una ganancia de \$0.39 dólares

Palabras claves: eficiencia, cebada, rendimiento, severidad.

SUMMARY

Barley ranks fourth among cereals, after wheat, corn and rice. World barley production is representing 8% of world cereal production, in 2018/2019 it exceeded 141 million tons. In Ecuador, barley is a food security item since it is used especially for human consumption. In addition, it is part of the basic items in the family basket of small producers in the inter-Andean region. Barley is cultivated mainly in the provinces of Chimborazo (3325 ha), Pichincha (2304 ha), Carchi (1392 ha), Tungurahua (1206 ha), Cotopaxi (1105 ha), Imbabura (777 ha), Azuay (49 ha), Cañar (37 ha) and Loja with (7 ha), are mainly where barley is grown. In the Bolívar province, in 2020, 1,408 hectares of barley were cultivated, of which 1,355 ha were harvested, with a production of 1,127 Tm with an average yield of 0.83 T/ha. The present research work was carried out at the Laguacoto II experimental farm, belonging to the Guaranda canton, province of Bolívar. The objectives that were set were: i) Determine the dose of calcium boron with the best productive response, ii) Characterize the agronomic components of barley, with each of the doses used, iii) Establish the Benefit/Cost relationship of the treatments. A randomized complete block design (DBCA) was used, with 5 treatments in 3 repetitions; An analysis of variance, Tukey's test at 5%, correlation analysis and simple regression were performed. According to the results obtained in terms of yield per hectare, the appropriate dose for the cultivation of Voyager barley is 1.25lt/ha of calcium-boron, obtaining a yield of 4832.48 kg/ha. In relation to the statistical analyzes the variables NEMC, LE, RH and PH increase yield and allow for excellent quality of certified seed; Since the fertilizer applied during its growing cycle improved the development of barley. Economically, the technological alternative that presented the best result was T5 1.25 lt/h (Calcium/boron) with 4832.5 kg/ha; Therefore, it provides a benefit-cost ratio of 0.39, which shows that the barley producer, for every dollar he has invested, obtains a profit of \$0.39 dollars.

Keywords: efficiency, barley, yield, severity.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare*) ocupa el cuarto lugar en importancia entre los cereales, después del trigo, el maíz y el arroz. Según datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), estima que la producción mundial para la campaña 2019/2020 en 1110.8 millones de toneladas, menor en 1.0 % al registrado en la campaña 2018/2019 (1122.5 millones de toneladas), muestra la reducción de la producción mundial, estaría causada por la caída de la producción del más importante productor mundial de maíz amarillo duro, Estados Unidos que reduciría en 16.5 millones de toneladas, al pasar de 364.3 millones de toneladas a 347.8 millones toneladas respecto a la campaña pasada (4.5% menos), debido a un retraso en las siembras por condiciones agroclimáticas desfavorables, además de expectativas de obtención de menores rendimientos (Romero, 2023).

Cabe señalar que Argentina desde hace un lustro ha interactuado en ese escenario mayor. La producción mundial de cebada que estaría representando el 8% de la producción mundial de cereales, en los años 2018/2019 superó los 141 millones de toneladas (Bernardi, 2021).

En el Ecuador la cebada es un rubro de seguridad alimentaria ya que se usa especialmente para consumo humano, además, forma parte de los rubros básicos de la canasta familiar de los pequeños productores de la región interandina. La cebada es cultivada principalmente por agricultores de subsistencia por lo que su producción en su mayoría es para autoconsumo, como fuente de carbohidratos, fibra y proteína (Garófalo, 2022).

A pesar de la importancia de la cebada para la economía agrícola, en Ecuador se producen tan sólo 24000 t/año, con una productividad promedio de entre 0.60 a 1.5 t/ha, y con costos de producción directos superiores a USD 700/ha, enfocándonos en la variedad de cebada Voyager que representa un rendimiento de 2.5 toneladas métricas por hectárea lo que da como resultado un incremento del 30%.

El país importa hasta 40000 t/año, por un valor superior a US \$ 10 millones, para

suplir la demanda de la industria cervecera. El 40% de la producción ecuatoriana se usa para producir cerveza, mientras que los excedentes se comercializan en mercados locales y sirven para generar subproductos para la alimentación animal y humana (Manzano, “Comparación de rendimiento en seis variedades de cebada (*hordeum vulgare*), forrajera y maltera, con dos densidades de siembra, aplicado a la industria cervecera, en la localidad de Laguacoto ii, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar”, 2022).

Las provincias de Chimborazo (3325 ha), Pichincha (2304 ha), Carchi (1392 ha), Tungurahua (1206 ha), Cotopaxi (1105 ha), Imbabura (777 ha), Azuay (49 ha), Cañar (37 ha) y Loja con (7 ha), son principalmente donde se cultiva la cebada. En la provincia Bolívar, en el año 2020 se cultivaron 1408 hectáreas de cebada, de las cuales se cosecharon 1355 ha, con una producción de 1127 Tm con un rendimiento promedio de 0.83 T/ha (Mesías & Yáñez, “Estimación de parámetros de calidad y rendimiento del grano en diez líneas de cebada (*hordeum vulgare* l.) con proyección a la industria cervecera, en la Localidad Laguacoto II, Provincia Bolívar”, 2022).

Calcio-boro es un fertilizante foliar líquido, estos elementos tienen una sinergia, sobre todo a partir de la floración, promoviendo una excelente división celular, un reforzamiento de las paredes celulares, con lo que se garantiza una mejor integridad celular, se genera una correcta formación del fruto, mejora la calidad e incrementa el rendimiento (Agrotel, 2023).

1.2. PROBLEMA

La baja productividad del cultivo de cebada, está condicionada por la falta de variedades adecuadas y es la principal causa en el Ecuador; las deficiencias nutricionales generadas por falta de micro elementos y el desconocimiento de productos, fuentes y medios de aplicación.

Dentro del cultivo de cebada se presenta diferentes deficiencias de macro y micro nutrientes, dependiendo del lugar y calidad del suelo, ya que para efectuar las respectivas fertilizaciones se necesita realizar un análisis de suelo previamente.

Además, no se cuenta con datos satisfactorios sobre el efecto de calcio boro en el rendimiento de la cebada.

Por tal razón, el presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de aportar resultados satisfactorios mediante la eficiencia productiva de la cebada para la validación de aplicación del fertilizante calcio boro dentro de este estudio, además para saber si la producción y productividad de cebada satisface el rendimiento a los pequeños y medianos agricultores.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar la eficiencia productiva de cebada variedad Voyager, con la aplicación de cuatro dosis de calcio-boro.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la dosis de calcio boro con mejor respuesta productiva.
- Caracterizar los componentes agronómicos de la cebada, con cada una de las dosis empleadas.
- Establecer la relación Beneficio/ Costo de los tratamientos.

1.4. HIPÓTESIS

- Ho: La eficiencia productiva de cebada Voyager no depende de la dosis de aplicación de calcio-boro.
- Ha: La eficiencia productiva de cebada Voyager depende de la dosis de aplicación de calcio-boro.

CAPÍTULO II

1.5. MARCO TEÓRICO

1.6. Origen

La cebada (*Hordeum vulgare*) es una de las primeras especies cultivadas en los inicios de la agricultura. Algunos autores señalan que este proceso se da en dos centros de origen ubicados en el sudeste asiático y el norte de África. En Ecuador, las condiciones agroclimáticas para la producción de cebada incluyen áreas en altitudes de 2400-3300 msnm, precipitaciones de 400-600 mm durante el ciclo de cultivo, suelos franco arenosos, bien drenados con pH 6.5 - 7.5. La cebada es un grano de cereal de la familia de las gramíneas, y las principales variedades de cebada cultivadas son *Hordeum distichum* (2 hileras) y *Hordeum vulgare* (6 hileras) (González, 2022).

1.7. Taxonomía

Reino:	Plantae – Plantas
Subreino:	Tracheobionta – Plantas vasculares
Superdivisión:	Spermatophyta – Plantas con semilla
División:	Magnoliophyta – Plantas que florecen
Clase:	Liliopsida – Monocotiledoneas
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Hordeum</i>
Especie:	<i>vulgare</i>
Nombre Científico:	<i>Hordeum vulgare</i>
Nombre Común:	Cebada

Fuente: (Arguello, 2022).

1.8. Valor nutricional de la cebada

Este cereal posee gran valor nutritivo, ya que es rico en vitaminas y minerales, además es considerado como uno de los principales rubros para la seguridad alimentaria, por su contenido de proteína (13%), misma que es de fácil asimilación, contiene numerosos minerales benéficos (P, K, Mg) así como oligoelementos (Cu, Zn, S, Fe, I) (INIAP, 2020).

1.9. Descripción botánica

1.9.1. Planta

Es una planta monocotiledónea anual que pertenece a la familia de las poáceas o gramíneas, presenta un nivel de gran importancia para la alimentación tanto humana como animal, que se puede utilizar para diferentes propósitos que pueden ir desde la elaboración de harinas, forrajes (Arguello, 2022).

1.9.2. Raíz

Posee un sistema radicular fasciculado, fibroso alcanzando una profundidad relativamente baja alcanzando una profundidad de 1.20 m, del peso total de estas el 60% se encuentra en los primeros 25 cm considerados desde la parte superior del suelo hacia la corteza terrestre (Mariño, 2020).

1.9.3. 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 (Muñoz, 2019).

1.9.4. Hoja

Son simples paralelinervias, de forma alinear, con terminales aserrados y ápice acuminado. Envainadoras, alternas, se encuentran formando dos hileras sobre el tallo. En cada hoja se distingue dos partes: la lámina o limbo, que en su base posee

8 dos prolongaciones denominadas aurículas y la vaina que es laminar tubular y verde, en cuya parte superior tiene una prolongación membranosa llamada lígula, y en su base forma un anillo denominado corona o pulvinus. En todo el conjunto de hojas se distingue la hoja bandera, caracterizada por poseer limbo más corto pero vaina más alargada, la cual tiene como función proteger a la espiga antes que esta emerja. (Guambuguete, 2022).

1.9.5. Flores

Las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas. Es autógena. Las flores abren después de haberse realizado la fecundación, lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada (Mariño, 2020).

1.9.6. Inflorescencia

Las flores se encuentran agrupadas para formar una espiga, cada una de las espigas consta de un eje central o raquis compuesto de nudos, entrenudos y de las espiguillas, que son tres por nudo de raquis, las espiguillas son la unidad morfológica básica y van dispuestas de forma alterna a ambos lados del raquis, están compuestas de dos glumas y de flores, este número depende del genotipo, en el caso de todas las espiguillas del nudo son fértiles se origina una espiga de seis hileras, si solo son fértiles las espiguillas centrales, en cada nudo se originara una espiga de dos hileras (Coronado, 2020).

1.9.7. Grano

El grano se encuentra vestido por la palea (cubre grano) y lema (envuelve grano). El tamaño depende de las condiciones ambientales. La longitud máxima es de 9.5 mm y la mínima es 6.0 mm; ancho 2.5 y 3.0 mm. El peso específico es de 67.00 kg (Guambuguete, 2022).

1.10. Descripción vegetativa

1.10.1. Germinación

Se produce una vez que la semilla se encuentra fisiológicamente madura, el grano germina una vez absorbido el 25% de agua relacionado a su peso total, para esto necesita una temperatura entre 20 a 22 °C en un periodo de 12 a 15 días, sin embargo este proceso puede tardar si se someten a temperaturas muy frías, siembras demasiado profundas y suelos con humedad excesiva (Escobar, 2018).

1.10.2. Crecimiento de la plántula

Con la aparición del coleóptilo, la planta deja de crecer dando paso a las primeras hojas verdaderas que se muestran a los 3 y 5 días. Del tallo botan 8 a 9 hojas que son un indicador para la aplicación de reguladores de crecimiento (Torres, 2020).

1.10.3. Macollamiento

Los macollos o tallos secundarios aparecen de las yemas axilares del primer tallo, el número de macollos por planta es influenciado por la densidad y la genética del cultivar, así también como los factores ambientales (Manzano, 2022).

Por lo general una planta desarrolla entre 2-9 macollos dependiendo la densidad de siembra, disponibilidad de agua y nutrientes. El macollamiento tiene especial relevancia, ya que el número de vigor de estas determinara en un porcentaje significativo el número de espigas verdaderas que sobrevivan por metro cuadrado, 7 siendo un componente de rendimiento. Los macollos empiezan a emerger a los 15 a 25 días después de la siembra (Arellano, 2018).

1.10.4. Encañado

A los tres o cuatro días de nacimiento de la planta los entrenudos superiores del tallo comienzan a alargarse, desplazando la espiga embrionaria sobre la superficie del suelo, a medida que los entrenudos se alargan la espiga sigue desarrollándose sobre el último dudo del tallo (Caluguillin, 2023).

1.10.5. Desarrollo del grano y maduración

Esta fase se produce cuando el grano ha alcanzado su madurez fisiológica, teniendo una humedad del 40%, además se observa el cambio de coloración de las glumas, la maduración se cumple cuando el grano ha disminuido su humedad llegando al 14% en grano duro (Escobar, 2018).

1.10.6. Semilla

Denominada también cariósipide la cual consta de pericarpio y testa, posee una longitud de 6.0 a 9.5 mm, un ancho de 2.5 y 3.0 mm y un peso específico de 67.99 kg/ha (Cisneros, 2018).

1.11. Requerimientos edafoclimáticos

1.11.1. Clima

La cebada tiene pocas exigencias en cuanto al clima; crece mejor en los climas frescos y moderadamente secos, requiere menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica, por ello alcanza altas latitudes y altitudes; tolera muy bien las bajas temperaturas, ya que puede llegar a soportar hasta -10 °C (Álvarez, 2019).

1.11.2. Pluviosidad

Para el crecimiento adecuado de la cebada es necesario una precipitación idónea para que las semillas se puedan desarrollar de una manera correcta, dentro de estas las fuentes principales de agua son las provenientes de las lluvias, ríos, riachuelos. La precipitación adecuada para la cebada está en un rango de 240 a 1100 mm, dependiendo también de la variedad genotípica (Moreta, 2020).

1.11.3. Temperatura

Los requerimientos de temperatura en la cebada para la etapa de emergencia son de 20°C, crecimiento 20°C, floración de 16 – 17 °C y llenado de grano de 20°C. La

cebada posee pocas exigencias en cuanto al clima; crece mejor en los climas frescos y modestamente secos; demanda menos unidades de calor para conseguir la madurez fisiológica, por ello alcanza altas latitudes y altitudes; tolera muy bien las bajas temperaturas, ya que puede alcanzar a soportar hasta -10°C (Caiza, 2023).

1.11.4. Altitud

La mayor presencia de este cultivo se registra en las regiones interandinas con altitudes que varían desde los 2400 a 3300 msnm (Mesías, 2022).

1.11.5. Suelo

Se desarrolla de mejor manera en suelos con textura arenosa, además que cuenten con un adecuado drenaje y un pH comprendido entre 6,5 y 7,5. Tiene poca adaptabilidad en suelos extremadamente arcillosos, no obstante, los suelos que poseen una textura media ayudan a un buen desarrollo radicular siendo aptos para este cultivo (Arguello, 2022).

1.12. Manejo del cultivo

1.12.1. Preparación del suelo

Requiere un suelo bien labrado y mullido, que promueva una rápida germinación, emergencia y enraizamiento. El contacto de la semilla con un suelo fino, sólido y húmedo asegura una germinación rápida y uniforme, el alto trabajo en el suelo limita la humedad por lo que promueve a la formación de costras en la tierra (Ponce, Noroña, Campaña, Garófalo, & Coronel, 2020).

1.12.2. Siembra

Esto generalmente se hace al comienzo de la temporada de lluvias para que la cosecha coincida con la estación seca. La humedad suficiente del suelo asegura una buena germinación de las semillas. El método manual al voleo es la forma más común en la sierra ecuatoriana (Falconí, 2018).

1.12.3. Densidad de siembra

La densidad de siembra depende del tamaño, tipo y calidad de la semilla, la densidad de siembra está entre 140 a 180 kilogramos por hectárea (Demagnet, 2022).

1.12.4. Profundidad de siembra

La siembra no debe ser demasiado profunda ni demasiado superficial. Idealmente, la profundidad de la semilla debe estar entre 2.5 y 4.0 cm (Ponce, & Coronel, 2020).

1.12.5. Riego

La cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al trigo, aunque, por ser el ciclo más corto, la cantidad de agua absorbida es algo inferior. Tiene como ventaja que exige más agua al principio de su desarrollo que al final, por lo que es menos frecuente que en el trigo el riesgo de asurado. En el riego de la cebada hay que tener en cuenta que éste favorece el encamado, a lo que la cebada es tan propensa, por ello el riego se debe hacer en la época del encañado (Infoagro, 2021).

1.12.6. Fertilización

Es importante realizar un análisis de suelo para la práctica de fertilización que se realiza según se requiera puede realizarse, en el momento de la siembra o después de la siembra. El aporte correcto de nutrientes ayuda a lograr buenos rendimientos que cumplan con altos estándares de la calidad, pero la falta de nutrientes afecta la calidad final de la cebada (INIAP 2021).

Los requerimientos que necesita el cultivo de cebada son: 60 kg de nitrógeno (N), 60 de fósforo (P₂O₅), 40 de potasio (K₂O) y 20 de azufre (S), más microelementos (calcio, magnesio, boro y zinc); es decir que se deberá aplicar 5 sacos de fertilizante compuesto 15-30-15 + microelementos, y al macollamiento (30 a 40 días después de la siembra) 3 sacos de urea (Garófalo, & Noroña, 2022).

1.12.7. Control de malezas

El control de malezas exitoso y económico depende de una combinación de los mejores métodos de control preventivo, cultural, mecánico y químico. Las prácticas preventivas y culturales contienen el control de malezas en cultivos anteriores o en rotación. Hay que mantener los bordes de la parcela libres de malas hierbas, sembrando semillas de alta calidad y empleando métodos de cultivo que permitan un correcto desarrollo del mismo. Si el control químico de las malezas de hoja ancha es inevitable, se puede usar un herbicida específico (Garófalo, & Coronel, 2020).

1.12.8. Cosecha y almacenamiento

La cebada se debe cosechar antes de que reviente o espigue, pero debe estar lo suficientemente seca (humedad por debajo de 15%) para un almacenamiento seguro (Mesías & Yáñez, 2022).

En la Sierra Ecuatoriana la forma más común de cosechar es manualmente y se realiza utilizando una hoz, para cortar las espigas y formar gavillas, las mismas que son agrupadas para formar parvas, con el fin de conservar la cebada en el campo, para luego proceder a la trilla (Falconí, 2018).

El grano pelado o agrietado germina en cualquier momento y es más susceptible al daño causado por moho e insectos. Los sacos empleados para almacenar el grano deben estar limpios y el lugar donde se ubiquen debe ser seco y bien ventilado (Campaña,, & Coronel, 2020).

1.13. Plagas

1.13.1. Gusano alambre (*Agriotes sp*)

Causan daños a las raíces subterráneas, ingresan al interior de la semilla y se alimentan de su contenido, observándose pequeños hoyos que indican su presencia. Para el control de plagas se utiliza cipermetrina en dosis de 2 c/c l-1 (AgroEs, 2020).

1.13.2. Pulgones (*Rhopalosiphum padi*)

El daño directo se manifiesta como atrofia de la planta, color pálido y a menudo hojas marchitas rojizas o moradas. Solo una gran cantidad de áfidos pueden causar estos síntomas y, en esta etapa, la población es lo suficientemente grande como para detectarse fácilmente en la planta. Otro síntoma es la aparición de melazas viscosas, que pueden actuar como sustrato para el desarrollo de hongos (Caiza, 2023).

1.14. Enfermedades

1.14.1. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

La enfermedad se presenta en los limbos foliares, también puede presentarse en las vainas de las hojas y espigas. El tiempo que el hongo necesita para infectar y generar nuevas esporas va de 10 a 14 días. La temperatura óptima para el desarrollo del hongo está en el rango de 7 a 15°C, por lo que es importante interrumpir el ciclo del hongo, siendo una de las maneras de hacerlo la eliminación de los rebrotes (Ortiz & Díez, 2019).

1.14.2. Roya de la hoja (*Puccinia hordei*)

Se caracteriza por el hecho de que las pústulas son redondas o ligeramente elípticas y su distribución no sigue un patrón, el color de las pústulas varía entre naranja y marrón anaranjado. Este patógeno puede reducir el rendimiento hasta en un 50%, la mejor forma de combatirlo es utilizar variedades resistentes a este patógeno (Garófalo, 2020).

1.14.3. Carbón vestido (*Ustilago hordei*)

Se comporta de manera similar a la enfermedad del trigo, las mazorcas afectadas son de apariencia normal, pero los granos están llenos de polvo negro. Cuando los granos infectados se siembran, las esporas que contienen penetran dentro de la plántula, invadiendo las zonas de crecimiento (Infoagro, 2021).

1.14.4. Carbón desnudo (*Ustilago sp*)

Se transmiten en forma de micelio latente en el interior del grano. Las hifas crecen intercelularmente por debajo del punto de crecimiento y penetran en las hojas y los primordios de la espiga, así como en las raíces. Se trata de una enfermedad de transmisión por semilla contemplada en el reglamento de multiplicación y certificación de semilla, no tiene curación en campo por lo que cualquier acción debe ser previa a la siembra (Manzano, 2022).

1.14.5. Oídio (*Erisiphe graminis*)

Los síntomas de la enfermedad se manifiestan con manchas blancas a gris pálido en hojas, vainas y glumas. Seguidamente las manchas se hacen más grandes y oscuras, los tejidos se tornan pardos y mueren. Los ataques tempranos y severos pueden reducir el desarrollo radicular, el número de tallos con espiga y el tamaño del grano (Infoagro, 2021).

1.15. Fertilizante

Es cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético, que se adiciona al suelo con la finalidad de suplir en determinados elementos esenciales para el crecimiento de las plantas (AEFA, s.f.).

1.15.1. Calcio

El calcio se considera un nutriente secundario de las plantas; cada planta necesita calcio para crecer; una vez fijo el calcio no es móvil en la planta, es un constituyente importante de las paredes celulares y solo puede ser suministrado por la savia de la xilema. Los fertilizantes de aplicación foliar usualmente compensan o suplementan esta carencia. La nutrición foliar con calcio juega un papel importante en el aumento de los contenidos de nutrientes en vegetales durante la fructificación (Vaca, 2019).

1.15.2. Deficiencia de calcio

La deficiencia del calcio es generalmente causada debido a una baja disponibilidad del calcio o debido a un estrés hídrico que tiene como resultado bajas tasas de transpiración. Los síntomas de deficiencia de este micro elemento aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes, el crecimiento se inhibe y las plantas tienen la apariencia de un arbusto. Las hojas más jóvenes son pequeñas y deformadas, con manchas cloróticas de color café que se desarrollan en el margen de la hoja. Las nervaduras también son café, lo que hace una característica típica de plantas deficientes en calcio, nervaduras oscuras en hojas completamente necróticas. Las hojas pueden verse ajadas y partidas. El crecimiento de los meristemas de la raíz se detiene en las plantas deficientes (Plantscience, 2023).

1.15.3. Exceso de calcio

Entre los efectos que se pueden presentar en las plantas cuando son sometidas a concentraciones altas de calcio son: detención del crecimiento con base en impedir la extensión de la pared celular, rigidez de la membrana celular y se incrementan los depósitos insolubles en paredes y vacuolas (Cultifort, 2020).

1.15.4. Boro

El boro (B) es un micronutriente esencial para las plantas, tiene importancia en el crecimiento y desarrollo de la raíz, debido a la producción de hormonas que participan en este proceso. Desempeña una función fundamental en el proceso de polinización y cuajado de frutos, ya que da viabilidad al polen, es decir, juega un papel importante en la maduración del polen, el crecimiento de los tubos polínicos mejorando el tamaño y la fertilidad de los granos de polen. En gramíneas esto se traduce en una mayor cantidad de granos en la mazorca o espiga. (Intagri, 2019).

1.15.5. Deficiencias de Boro

Se forman manchas cloróticas pequeñas entre las nervaduras de las hojas más jóvenes sin abrir. Las manchas se agrandan y se unen para formar las características

rayas blancas además se produce la esterilidad de las espigas, como resultado del deterioro de la germinación del polen y el crecimiento. Se observa un mayor macollamiento y los entrenudos son cortos. Existen indicaciones de que el trigo y la cebada con deficiencia de boro son más propensas al moho (*Erysiphe graminis*) que las plantas sanas (Borax, s.f.).

1.15.6. Exceso de Boro

Los síntomas de toxicidad consisten en una necrosis progresiva de las hojas que empieza por un amarilleamiento de las extremidades y de los bordes de las hojas, que progresa con quemaduras entre los nervios laterales hacia la nervadura central y evoluciona con un oscurecimiento, cayendo las hojas prematuramente. Los rendimientos de los cultivos sólo se ven severamente afectados cuando los síntomas de toxicidad son extremadamente graves, quizá el hecho de que el boro se concentre en ápices y márgenes de hojas, actúe a modo de mecanismo de autodefensa, teniendo una baja incidencia sobre el crecimiento (Infoagro, 2018).

1.16. Producto

1.16.1. Neo Ca – B

Es un fertilizante que se lo puede encontrar en diferentes presentaciones comerciales, es indicado para corregir deficiencias e insuficiencias de los nutrientes calcio y boro en los cultivos, importantes para prevenir la caída prematura de flores y frutos, al igual que para promover la fertilidad de las flores (AgroActivo, 2020).


1.16.2. Usos y aplicaciones

El calcio estimula el desarrollo de raíces y hoja, forma compuestos que son parte de las paredes celulares, activa numerosos sistemas enzimáticos, neutraliza los ácidos grasos en las plantas. El boro aumenta el rendimiento, previene la podredumbre apical, rajado de frutos y problemas en la corteza (Agrota, 2020).

1.16.3. Dosis


Utilizar de 250 – 500 ml por 200 litros de agua o 25 – 50 ml por bomba de 20 litros, el según producto comercial que se va aplicar.

1.16.4. Ficha técnica del fertilizante NEO Ca - B



NEO CAB

Grupo
Fertilizante Mineral
N° de Registro: 2545-F-AGR



NEO Cab.-
Es un acondicionador orgánico líquido que se lo puede emplear como enmienda natural para suelos arenosos y arcillosos agotados, vía foliar actúa como estimulante y complejo nutricional.

Composición.
Formulación: Líquido Soluble (SL)
Olor: Agradable
Solubilidad: Altamente Soluble en agua

Composición y concentración

Calcio (CaO)	8.27 (%) p/v
Boro (B)	2.55 (%) p/v

Modo y Mecanismo de acción:
NEO Cab.- Líquido soluble, enriquecidos con macro-micro elementos para uso foliar o radicular en todo tipo de cultivo, ayuda a mejorar la estructura del suelo a la vez que proporciona Calcio y Boro a la solución del suelo, elementos indispensables para la buena fructificación de cualquier cultivo. También mejora las características físicas y químicas tales como permeabilidad, porosidad, capacidad de intercambio catiónico, regula el Ph de la solución del suelo, e incrementa la fertilidad de los suelos pobres, optimizando la nutrición edáfica base, aumenta la capacidad de retención de agua y ayuda al desarrollo de la micro fauna benéfica.

Aplicaciones:
NEO Cab.- Puede aplicarse en cualquier cultivo y/o, cuando sea necesario mejorar el vigor y desarrollo de las plantas, se puede recomendar en programas nutricionales en mezcla con otros fertilizantes foliares o bio estimulantes.

Modo de Empleo.

CONSULTE CON UN TÉCNICO PROFESIONAL

Cultivo	Dosis	Época de aplicación	Forma de aplicación
Milpa	1.50 l/ha	Aplicar en la etapa Vegetativa (100 día)	Foliar cada 15 días
Chir cascá	Volumen de agua 200 l/ha		
Ayuá	1.50 l/ha		
(Ejeto nativo)	Volumen de agua 250 l/ha		
Bermejo	3.00 l/ha	Vegetativo - Reproductivo	Apertura foliar - radicular
(Musa acumata AAA)	Volumen de agua 100 l/ha		
Cañe	3.00 l/ha	Vegetativo - Fracción	Apertura foliar
(Theobroma cacao)	Volumen de agua 300 l/ha		
Tamarito añón	1.50 l/ha	Desarrollo - Fracción-Cuaj	Apertura foliar
(Euphorbia maculata)	Volumen de agua 250 l/ha		
Caballa	3.00 l/ha	Vegetativa - Bulbificación	Apertura foliar - radicular
(Musa sapientum)	Volumen de agua 200 l/ha		
Financé	3.00 l/ha	Vegetativa - Fracción	Apertura foliar - radicular
(Pison sp.)	Volumen de agua 800 l/ha		
Papa (Solomon tuberosum)	3.00 l/ha	Vegetativa - Tuberosación	Apertura foliar - radicular

Incompatibilidad:
NEO Cab.- Incompatible con productos alcalinos; se recomienda realizar una prueba de compatibilidad antes de su aplicación.

Categoría Toxicológica
No pertenece a ninguna de las existentes.

Presentación:
Envases plásticos de 250 ml, 500 ml, 1 Litro, 20 Litros.

Almacenaje y manipulación
Guárdese en un sitio limpio, fresco y seco, fuera de la luz directa. Se evitarán oscilaciones extremas de temperatura durante su almacenaje. Agítase antes de usar.

Observaciones:
Para más detalles sobre NEO Cab visite nuestro sitio web: www.nederagro.com o contáctese con nuestro servicio al cliente PBX: 042 113133 - email: ventas@nederagro.com
Guayaquil - Ecuador.

1.17. Variedades

Las variedades validadas por el INIAP han sido desarrolladas empleando métodos tradicionales de mejoramiento genético. El uso de herramientas de investigación participativa ha permitido la generación de variedades mejoradas con los agricultores, suministrando la adopción de las mismas, contribuyendo a la Seguridad y Soberanía Alimentaria del Ecuador (INIAP, 2020).

1.17.1. Otras variedades

Variedades generadas por el INIAP “Santa Catalina” en el Ecuador son:

2. INIAP-Dorada	11. INIAP- Cañicapa 2003
3. INIAP-Duchicela	12. INIAP- Pacha 2003
4. INIAP-Terán 78	13. INIAP- Guaranga 2010
5. INIAP- Shyri 89	14. INIAP- Palmira 2014
6. INIAP- Calicuchima 92	15. INIAP-Ñusta 2016
7. INIAP- Atahualpa 92	16. CM-09-003
8. INIAP- Shyri 2000	17. Clipper
9. INIAP- Quilotoa.2003	18. Metcalfe
10. INIAP- Cañari 2003	19. Scarlet

Elaborado: (Guambuquete, 2022)

2.13. Costos de producción

Los costos de producción son estimaciones monetarias de todos los gastos que se han hecho dentro de la empresa, para la elaboración de un bien. Se les considera entonces como los costos que deben ser cubiertos para mantener el funcionamiento de un proyecto (Concepto, 2019).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

Esta investigación se realizó en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Veintimilla, sector Laguacoto II

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud promedio	2622 msnm
Latitud	01° 36' 52"S
Longitud	78° 59' 54"S
Temperatura media anual	14.8 °C
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	7 °C
Precipitación media anual	750 mm
Heliofanía promedio	920/horas/luz/año

Fuente: Estación Meteorológica Laguacoto II. UEB. 2021

- **Zona de vida**

La investigación en estudio se encuentra en la zona de vida según Holdridge, L. (1979) bosque Seco Montano Bajo (bs-MB).

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

- Variedad de cebada Voyager
- Calcio – boro.

3.2.2. Factores en estudio

- Calcio – boro con cuatro dosis.

3.2.3. Tratamientos

Tratamiento	Dosis
T1	0 lt/ha (testigo)
T2	0.25 lt/ha
T3	0.75 lt/ha
T4	1 lt/ha
T5	1.25 lt/ha

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Para este estudio se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) de 5 tratamientos y tres repeticiones (5x3), según el siguiente esquema:

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	CME*
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 5 f^2 \text{ bloques}$
Tratamientos (t-1)	4	$f^2 e + 3 \theta^2 t$
Error experimental (t-1) (r-1)	8	$f^2 e$
Total (txr) – 1	14	

19.1. Manejo del experimento en campo

3.2.5. Siembra

Se realizó de forma manual por el método de a voleo, en cada parcela experimental, con una profundidad de 2 a 5 cm y una dosis de 120 kg/ha de semilla.

3.2.6. Control de malezas

Control químico: se aplicó Metsulfurón una dosis de 15 gr/ha en aplicación al follaje a los 20 días después de la siembra, se utilizó una boquilla de abanico.

3.2.7. Fertilización

Se utilizó el fertilizante edáfico 10-30-10, aplicando a una dosis de 150 kg/ha + Urea a una dosis de 150 kg/ha a los 45 días.

Para la aplicación del fertilizante foliar calcio – boro, se aplicó una dosis de 0.25 lt/h, 0.75 lt/h, 1 lt/h y 1.25 lt/h después del macollamiento y la segunda aplicación se realizó en el llenado de grano.

3.2.8. Control de plagas

En el desarrollo del cultivo, se empleó el insecticida Acephate para el control de áfidos en dosis de 0.3kg/ha.

3.2.9. Control de enfermedades

Se realizó el debido control de roya amarilla, se utilizó un fungicida agrícola Propiconazole a una dosis de 0.25lt/ha.

3.2.10. Codificación de unidades experimentales

Se identificó cada unidad experimental con letreros, donde exista la descripción de los tratamientos.

3.2.11. Cosecha

Una vez que se alcanzó la madurez comercial en cada una de las parcelas, se realizó el proceso en forma manual con la ayuda de una hoz.

3.2.12. Trilla

Se realizó con ayuda de una maquina trilladora con el objetivo de separar el grano de la espiga, evitando mezclar las semillas de cada parcela.

3.2.13. Secado

El secado se llevó a cabo de forma manual en un tendal, hasta que el grano presente el 14% de humedad, el cual fue comprobado mediante un detector de humedad portátil.

3.2.14. Aventado

En el proceso de trilla se quedó residuos de impurezas, se procedió a realizar el aventado con la ayuda del viento para conseguir un grano limpio.

3.2.15. Almacenado

Las semillas limpias, secas e identificadas fueron almacenadas en saquillos aptos para su debido almacenamiento, en un lugar fresco y ventilado para evitar de esta manera el ataque de gorgojo.

19.2. Métodos de evaluación (variables respuesta)

3.2.16. Número de plantas por metro cuadrado (NPMC)

Se tomó mediante un conteo directo antes de la cosecha, mediante la ayuda de un cuadrante de 1 m².

3.2.17. Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)

Se realizó mediante un conteo directo después de realizar el corte de 1 m² de la parcela experimental de cada tratamiento, con ayuda de un cuadrante.

3.2.18. Incidencia de manchas foliares (IMF)

Se evaluó de una manera visual durante el ciclo del cultivo, adoptando la escala: 0: no presenta enfermedad y 5: espiga completamente negra por la presencia de patógenos foliares (INIAP, 2019).

3.2.19. Altura de planta (AP)

Se evaluó en la etapa de madurez fisiológica, se seleccionó a 10 plantas al azar en las parcelas netas, con ayuda de un flexómetro, se midió desde la corona del tallo hasta la última arista de la espiga. Datos que fueron expresados en cm.

3.2.20. Longitud de la espiga (LE)

Dato que se evaluó tomando 10 espigas al azar y con ayuda de un flexómetro se midió desde la base del raquis hasta la espiguilla terminal de la espiga, se expresó en cm.

3.2.21. Número de granos por espiga (NGPE)

El número de granos por espiga se evaluó en la fase de maduración comercial, se contó en 10 espigas previamente seleccionadas mediante un conteo directo.

3.2.22. Peso de mil granos (PMG)

Variable que fue evaluada después de la cosecha, para lo cual se procedió a tomar una muestra al azar de 1000 granos de cada tratamiento y se pesó en una balanza de precisión. Dato que se expresó en gramos.

3.2.23. Peso de grano por metro cuadrado (PGMC)

Se pesó la cebada previamente trillada y limpia de cada parcela establecida.

3.2.24. Rendimiento en kilogramo por hectárea

El rendimiento en kg/ha, se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$R = PCP \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{ANC \text{ m}^2/1} \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

Dónde:

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

PCP: Peso de Campo por Parcela en kg.

ANC: Área Neta Cosechada en m².

HE: Humedad Estándar (13%).

HC: Humedad de Cosecha en porcentaje.

3.2.25. Peso hectolítrico (PH)

Se registró con la ayuda de una balanza de peso hectolítrico, donde se empleó una muestra de 1 kg de cada tratamiento y se expresó en kilogramos/hectolítrico, una vez que el grano este en 14% de humedad.

19.3. Tipo de análisis

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos.
- Análisis de correlación y regresión simple.
- Análisis Beneficio/Costo.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables agronómicas para promedios de tratamientos

Tabla 1.

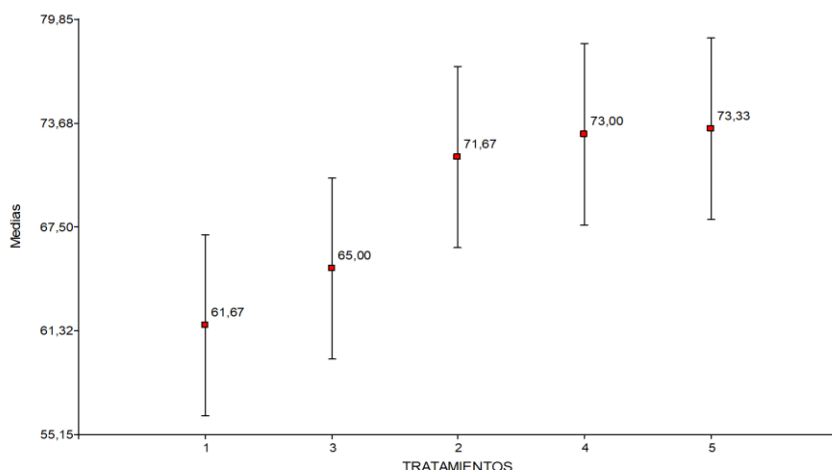
Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de los tratamientos en las siguientes variables: Número de plantas por metro cuadrado (NPMC), Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Incidencia de manchas foliares (IMF), Altura de planta (AP), Longitud de la espiga (LE), Número de granos por espiga (NGPE), Peso de mil granos (PMG), Peso de grano por metro cuadrado (PGMC), Rendimiento en kilogramo por hectárea (RH), Peso hectolítrico (PH). Lagucoto 2023.

Variables	NPMC (NS)	R	NEMC (*)	R	IMF (NS)	R	AP (NS)	R	LE (*)	R	NGPE (NS)	R	PMG (NS)	R	PGMC (NS)	R	RH (*)	R	PH (*)	R
T1	62	A	22	C	4.66%	A	82.67	A	9.33	C	21	A	26.70	A	258.95	A	2074.1	B	57.18	B
T2	72	A	45	A	4.67%	A	88.00	A	11.00	B	22	A	28.67	A	259.84	A	2998.3	AB	56.66	B
T3	65	A	26	BC	3.33%	A	82.67	A	12.00	AB	22	A	32.56	A	443.86	A	3346.5	AB	57.69	AB
T4	73	A	27	BC	4.33%	A	84.33	A	12.33	A	23	A	31.07	A	324.88	A	4371.9	AB	58.54	AB
T5	73	A	37	AB	4.00%	A	87.00	A	11.33	AB	23	A	33.17	A	477.76	A	4950.2	A	59.61	A
M. G	69 plantas		31 espigas		4.20%	85.73 cm		11.20 cm		22 granos		30.43 g		353.06 g		3548.2kg/ha		57.94 kg/hl		
CV (%)	13.56		15.75		16.26	15.86		3.99		9.02		17.29		29.12		26.52		1.52		

*Nota: NS = No significativo; * = Significativo al 5 %. Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5 %*

Figura 1.

Número de plantas por metro cuadrado



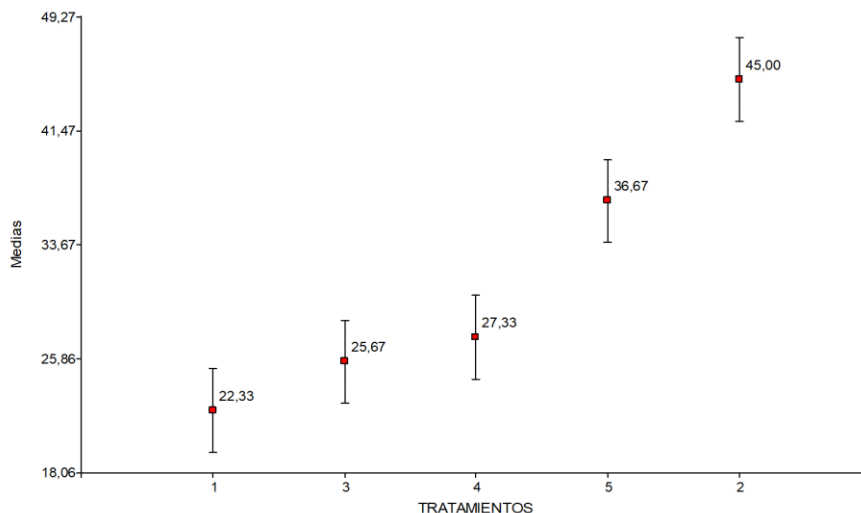
Para el componente número de plantas por metro cuadrado (NPCM) se determinó que existió una diferencia no significativa (NS), registrando una media general 69 plantas y un coeficiente de variación de 13.56 %. (Tabla 1)

De acuerdo al análisis estadístico se determinó que, el tratamiento T5 con la dosis 1.25 lt/ha de calcio – boro obtuvo el mejor promedio con 75 plantas seguida del T4 con la dosis 1 lt/ha de calcio – boro con un promedio de 73 plantas, mientras que el tratamiento que menor promedió registró fue el T1 con la dosis 0 lt/ha de calcio - boro con un promedio de 62 plantas. (Tabla 1 y Figura1)

El NPCM requiere un suelo bien labrado y mullido, que promueva una rápida germinación, emergencia y enraizamiento. Al cumplir con los requerimientos de la cebada en cuanto a la preparación del suelo se aseguró una óptima germinación y crecimiento por lo que el número de plantas por metro cuadrado fue similar en todas las parcelas. (Garófalo, & Coronel, 2020).

Figura 2.

Número de espigas por metro cuadrado



Para la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC), se evidenció que existió una diferencia significativa (*), registrando una media general 31 espigas y un coeficiente de variación de 15.75 %. (Tabla 1).

De acuerdo a los datos estadísticos se determinó que en la presente investigación si existió una diferencia significativa, es decir que existe mayor número de espigas por metro cuadrado si la dosis de calcio - boro aumenta respecto al testigo. Y que el tratamiento que mayor promedio registró fue el T2 con dosis de 0.25 lt/ha de calcio boro con un promedio de 45 espigas y mientras que el tratamiento que menor promedio registró fue el T1 con dosis de 0 lt/h de calcio boro (testigo) con 22 espigas. (Tabla 1 y Figura 2)

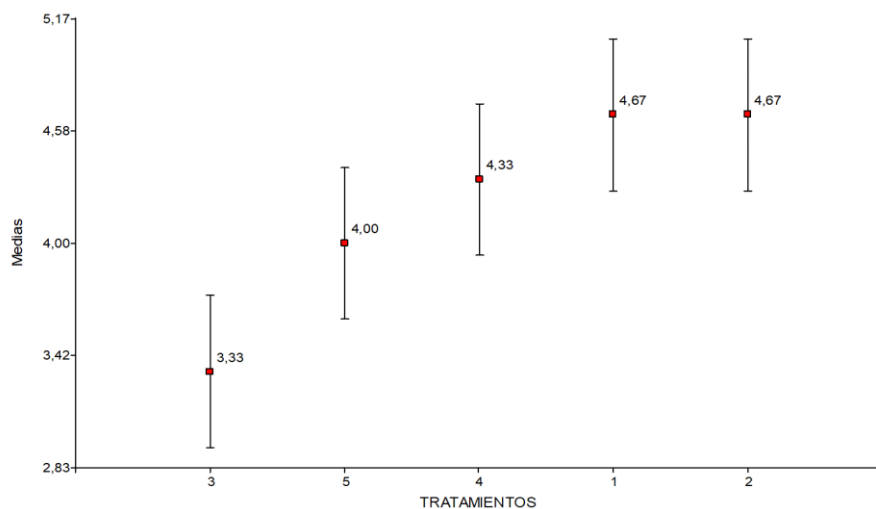
Esta variable depende del genotipo, en el caso de todas las espiguillas del nudo son fértiles se origina una espiga de seis hileras, si solo son fértiles las espiguillas centrales, en cada nudo se originará una espiga de dos hileras (Coronado, 2020).

La cantidad de espigas depende de varios factores, incluyendo factores genéticos, condiciones ambientales y prácticas de cultivo. La genética de la variedad de cebada que se cultiva es un factor clave en la determinación del número de espigas. La falta

de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio puede limitar la producción de espigas por lo que la realización de un análisis de suelo antes de la siembra es esencial.

Figura 3.

Incidencia de manchas foliares



Para la variable incidencia de mancha foliar (IMF), se determinó que existió una diferencia significativa (*), registrando una media general 4.20% y un coeficiente de variación de 16.27 %. (Tabla 1).

De acuerdo a los datos estadísticos se determinó que el tratamiento T1 con la dosis de 0 lt/ha, fue el tratamiento que mayor incidencia de manchas foliares presentó seguida del T2 con la dosis 0.25 lt/ha de calcio – boro con un promedio de 4.45 % de incidencia de manchas foliares y mientras que el tratamiento que menor incidencia de manchas foliares presentó fue el T5 con la dosis de 1.25 lt/ha de calcio – boro con un promedio de 3.33%. (Tabla 1 y Figura3)

La incidencia de manchas foliares no está relacionada a la fertilización, los factores

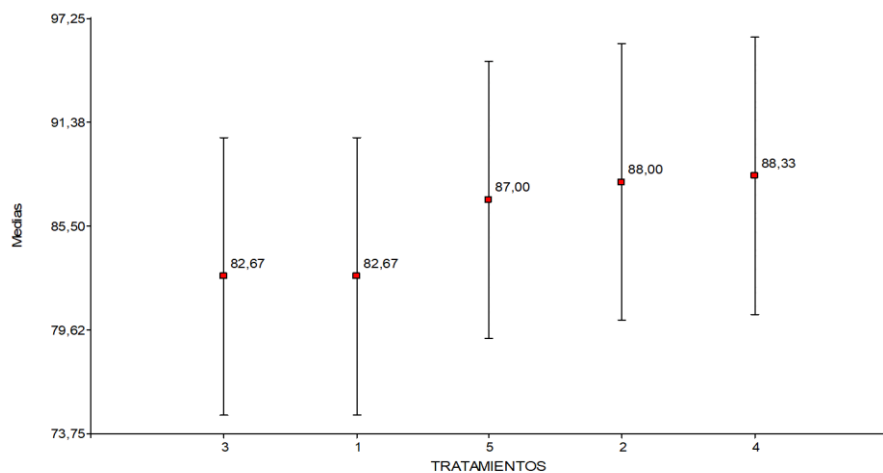
climáticos contribuyeron a la aparición de las enfermedades como roya y oídio las cuales incrementaron las manchas foliares en algunas parcelas.

La Roya amarilla (*Puccinia striiformis*) se presenta en los limbos foliares, también puede presentarse en las vainas de las hojas y espigas. (Ortiz & Díez, 2019)

Los síntomas de la enfermedad Oídio (*Erisiphe graminis*) se manifiestan con manchas blancas a gris pálido en hojas, vainas y glumas. (Infoagro, 2021).

Figura 4.

Altura de planta



Para el componente altura de planta (AP), se determinó no que existió diferencia significativa (NS), registrando una media general 85.73cm y un coeficiente de variación de 15.86%. (Tabla 1).

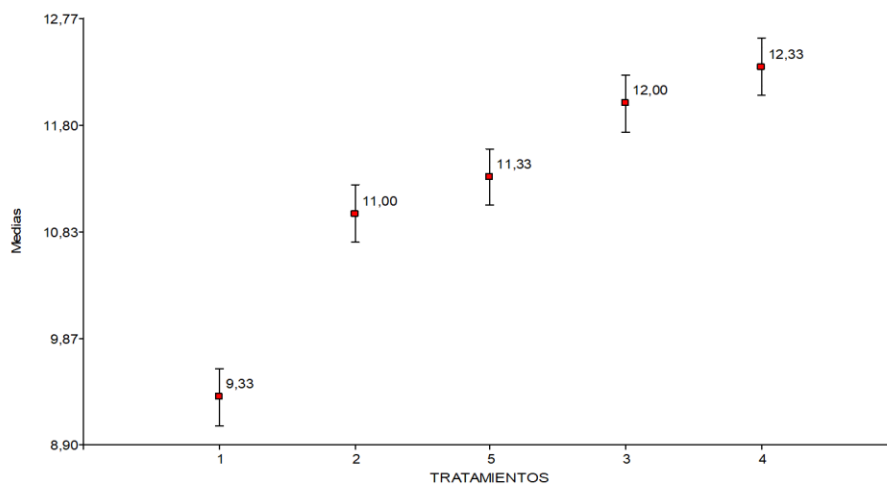
De acuerdo a los datos estadísticos se determina que el tratamiento T4 con la dosis 1 lt/ha de calcio – boro obtuvo un mejor promedio en altura de planta con 88.33cm seguidas del tratamiento T5 con dosis de 1.25 lt/ha con 87cm y mientras que el tratamiento que menor promedió obtuvo fue el T1 con dosis de 0 lt/ha de calcio-boro con 82.67 cm. (Tabla 1 y Figura 4)

La cebada posee pocas exigencias en cuanto al clima; crece mejor en los climas frescos y modestamente secos. (Caiza, 2023)

El clima puede tener un impacto significativo en la altura de las plantas de cebada. La temperatura, la cantidad de luz solar y la disponibilidad de agua son factores cruciales. Las condiciones climáticas óptimas favorecerán un crecimiento saludable y una altura adecuada.

Figura 5.

Longitud de la espiga



Para el componente longitud de espiga (LE), se determinó que existió una diferencia significativa (*), registrando una media general 11.20cm y un coeficiente de variación de 3.99%. (Tabla 1).

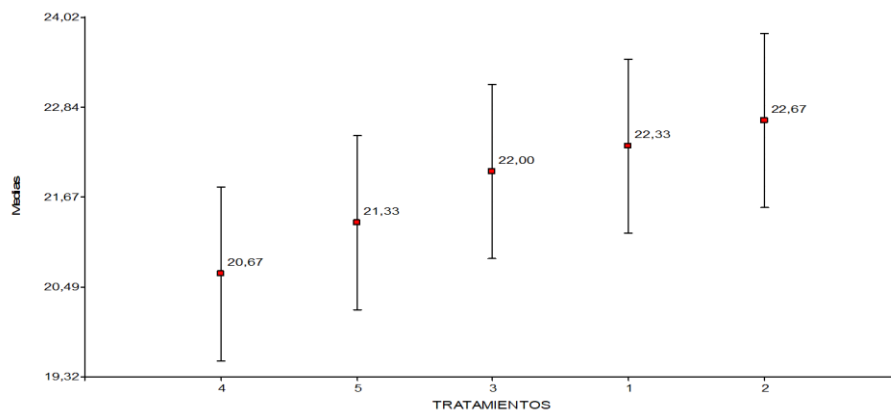
De acuerdo a los análisis estadísticos se determinó que el promedio superior se registró en el T4 con dosis de 1l t/h de calcio – boro con un promedio de 12.33 cm y mientras que el tratamiento de menor promedió registró fue en el T1 con dosis de 0 lt/h de calcio – boro (testigo) con un promedio de 9.33 cm. (Tabla 1 Figura 5)

La selección adecuada de un fertilizante que contenga los nutrientes necesarios y la aplicación de la dosis correcta contribuye al buen desarrollo morfológico de la planta incrementando el número el tamaño de las espigas.

Neo Ca-B es un fertilizante importante para prevenir la caída prematura de flores y frutos, al igual que para promover la fertilidad de las flores y garantizar espigas de mayor tamaño (AgroActivo, 2020).

Figura 6.

Número de granos por espiga



Para la variable números de granos por espiga (NGPE), se determinó que no existió diferencia significativa (NS), registrando una media general 22 granos y un coeficiente de variación de 9.02%. (Tabla 1).

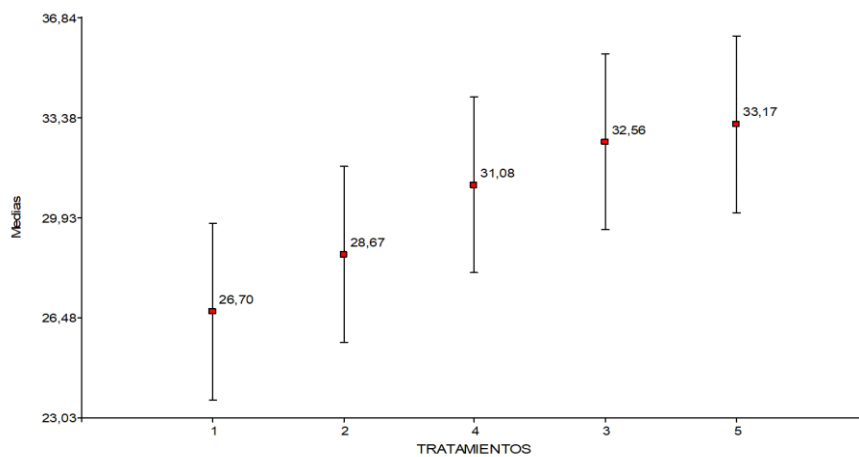
De acuerdo al análisis estadístico se determinó que, el tratamiento T2 con la dosis 25 lt/ha de calcio – boro obtuvo el mejor promedio con 23 granos seguida del T3 con la dosis 0.75 lt/ha de calcio – boro con un promedio de 22 granos, mientras que el tratamiento que menor promedió registró fue el T5 con la dosis 1.25 lt/ha de calcio - boro con un promedio de 21 granos. (Tabla 1 y Figura 6).

El NGPE no está ligado al tipo o a la dosis de fertilización que le demos al cultivo de cebada más bien depende de la susceptibilidad a plagas y enfermedades que tenga cada variedad por lo que debemos optar por variedades resistentes.

Los ataques tempranos y severos de oídio pueden reducir el desarrollo radicular, el número de tallos con espiga y el tamaño del grano (Infoagro, 2021).

Figura 7.

Peso de mil granos



Para la variable peso de mil granos (PMG), se determinó que no existió diferencia significativa (NS), registrando una media general 30.43 gramos y un coeficiente de variación de 17.29%. (Tabla 1).

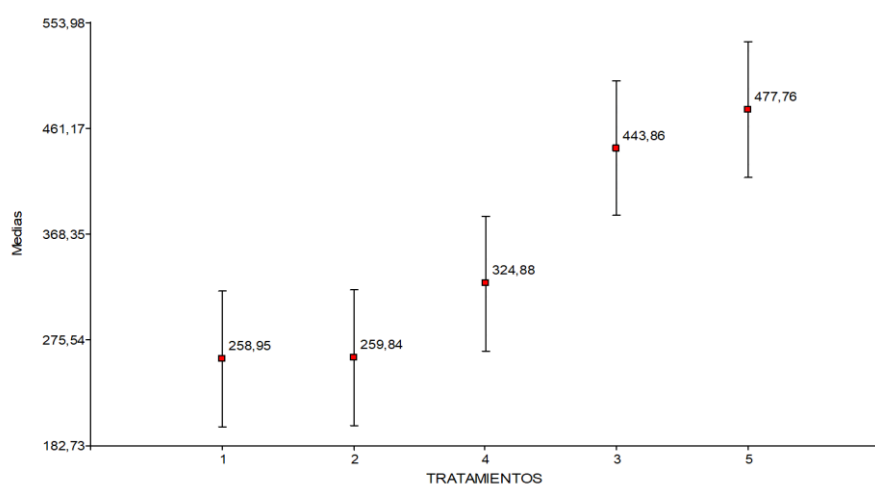
De acuerdo a los análisis estadísticos se determina que el tratamiento T5 con la dosis 1.25 lt/ha de calcio – boro fue el tratamiento que mayor promedio registro con 33.17 gramos seguidas del T4 con la dosis 1 lt/ha de calcio – boro con un promedio de 31.07 gramos y el tratamiento que menor promedio se determinó fue en el T1 con la dosis 0 lt/h de calcio – boro con un promedio de 26.7 gramos. (Tabla 1 y Figura 7).

La presencia de enfermedades y plagas durante el ciclo de crecimiento de la cebada

puede afectar negativamente el rendimiento y el peso de los granos. Un manejo adecuado de estas amenazas es esencial para proteger la calidad de los granos. El gusano alambre causa daños a las raíces u órganos subterráneos, ingresan al interior de la semilla y se alimentan de su contenido, observándose pequeños hoyos que indican su presencia. (AgroEs, 2020)

Figura 8.

Peso de grano por metro cuadrado



Para la variable peso de grano por metro cuadrado (PGMC), se determinó que no existió diferencia significativa (NS), registrando una media general 353.06 gramos y un coeficiente de variación de 29.12%. (Tabla 1).

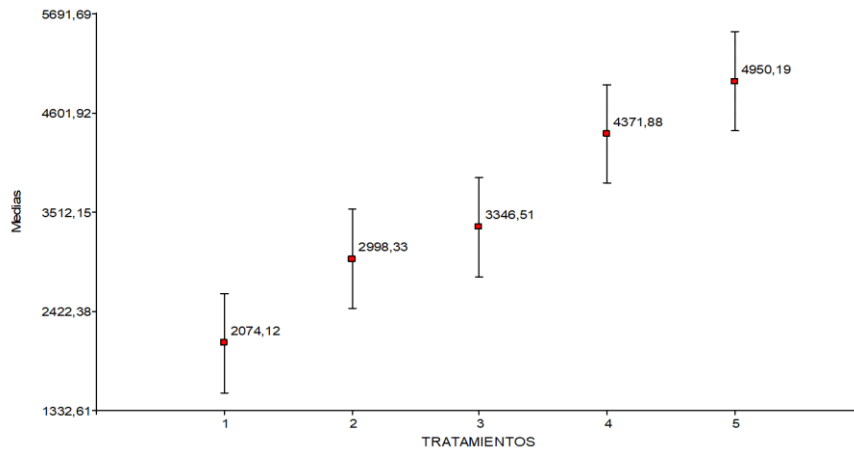
De acuerdo a los análisis estadísticos se pudo determinar que el tratamiento T5 con la dosis 1.25 lt/ha de calcio – boro fue el tratamiento que mejor promedio obtuvo con 477.78 gramos seguida del T4 con la dosis 1 lt/ha de calcio – boro que obtuvo un promedio de 443.88 gramos y mientras que el de menor promedio se registró en el T1 con una dosis 0lt/h de calcio – boro con un promedio de 258.95 gramos. (Tabla 1 figura 8).

Se desarrolla de mejor manera en suelos con textura arenosa, además que cuentan

con un adecuado drenaje y un pH comprendido entre 6.5 y 7.5. (Arguello, 2022). La calidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes, especialmente durante las etapas críticas de desarrollo del grano, influyen en el peso de los granos. La cebada requiere nutrientes específicos, como nitrógeno, fósforo y potasio, para producir granos de calidad.

Figura 9.

Rendimiento en kilogramo por hectárea



Para la variable rendimiento en kilogramo por hectárea (RH), se determinó que no existió una diferencia significativa (NS), registrando una media general 3548.2kg/ha granos y un coeficiente de variación de 26.52%. (Tabla 1).

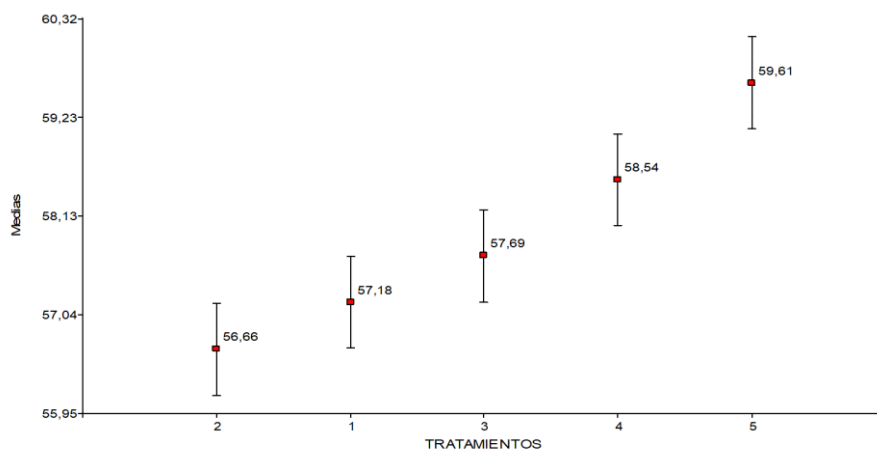
Según el análisis estadístico se pudo determinar que el tratamiento T5 con la dosis 1.25 lt/ha de calcio – boro fue el tratamiento que mayor promedio registro con 4950.2 kg/ha seguida del T4 con la dosis 1 lt/ha de calcio – boro con un promedio de 4371.9 kg/ha y mientras que el tratamiento que menor promedió tuvo fue el T1 con una dosis de 0 lt/ha de calcio – boro con un promedio de 2074.1 kg/ha (Tabla 1 Figura 9).

El control de plagas y enfermedades como la roya que atacan a las hojas y espigas

pueden afectar negativamente la formación de las mismas. Si las plantas de cebada están bajo estrés debido a enfermedades o plagas, es posible que no se produzcan la cantidad deseada de espigas como es evidente en el tratamiento 1 que es el testigo mientras que un buen control aumenta la producción. Además, la aplicación del riego en la época de encañado evita el encamado de la cebada que genera el riesgo de disminuir el número de plantas por metro cuadrado.

Figura 10.

Peso hectolítrico



Para la variable peso hectolítrico (PH), se determinó que existió una diferencia significativa (*), registrando una media general 57.94 kg/hl y un coeficiente de variación de 1.52 %. (Tabla 1).

De acuerdo al análisis estadístico se puede determinar que el tratamiento T5 con la dosis 1.25 lt/ha de calcio – boro tuvo un mejor promedio con 59.61 kg/hl seguido del T4 con la dosis 1lt/ha de calcio – boro con un promedio de 58.54 kg/hl y mientras que el tratamiento T2 con la dosis 0.25lt/h de calcio – boro obtuvo un menor promedio con 56.66 kg/hl. (Tabla 1 Figura 10)

El aporte correcto de nutrientes ayuda a lograr un buen peso hectolítrico que

cumplan con altos estándares de la calidad, pero la falta de nutrientes afecta la calidad final de la cebada (INIAP 2021).

Los resultados pudieron estar en dependencia de la fertilización, del manejo agronómico, de la incidencia y severidad de enfermedades foliares. La selección de la variedad adecuada para este sector también influyo en el peso de la cebada puesto que uno de los atributos de esta variedad es que tiene un alto contenido de proteína, así como también buen peso hectolítrico del grano.

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), que presentaron diferencias estadísticas significativas positivas o negativas con el rendimiento (variable dependiente Y).

Variabes independientes (Xs) (Componentes del rendimiento)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R²) %
Longitud de la espiga	0.5508**	11.1584	30

Nota: Altamente significativa**

4.2.1. Coeficiente de correlación (r)

En la presenta investigación se ha podido determinar una correlación positiva (**) en la variable; Longitud de la espiga (LE), vs el Rendimiento en kg/ha. (Tabla 2).

4.2.2. Coeficiente de regresión (b)

El cambio unitario en la longitud de la espiga generó 11.16 % puntos de cambio positivo en el incremento del rendimiento.

4.2.3. Coeficiente de determinación (R²)

En el 30% del incremento del rendimiento fue generada directamente por la espiga de mayor tamaño dentro del proceso de investigación.

4.3. Análisis económico en relación beneficio costo

Relación beneficio costo T1 0 lt/h de calcio boro.

Variable		Tratamiento N°.			
		T1 (calcio boro + 0 lt/h)			
Rendimiento de cebada en kg/ha		2074.1			
Total, de ingreso bruto \$/ha		1405.56			
Labor o actividad	Tecnología	Costo de tecnología			
		Un.	Cant.	Cu.	Total/ha
Análisis de suelo	Análisis competo de suelo	Análisis	1	30	30
Preparación del suelo	Arada	Hora	2	40	80
	Rastra	Hora	2	40	80
Semilla	Semilla registrada	Kg	135	0.6	81
Siembra	Siembra al voleo	Jornal	2	15	30
	Fertilización base	Jornal	2	15	30
Fertilización	10-30-10	Kg	200	0.7	140
	Urea	Kg	100	0.7	70
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control de malezas	Metsulfurol	G	1	8.5	8.5
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control fitosanitario	Propiconazole	Lt	2	30	60
	Aplicación	Jornal	2	15	30
	Trilla	Saco	57	4.17	237.7
Postcosecha	Secado	Jornal	2	15	30
	Ensacado	Jornal	4	15	60
	Sacos	Sacos	114	0.3	34.20
	Transporte	Sacos	57	0.5	28.50
A. Total, de costos Variable					1149.9
Rendimiento de tierra					300
10% Capital Circular					114.9
B. Costos fijos					414.9
C. Costo total					1564.8
Ingreso neto					-159.24
Beneficio Costo B/C					-0.10

Relación beneficio costo T2 0.25 lt/h de calcio boro.

Variable		Tratamiento N°.			
		T2 (calcio boro + 0.25 lt/h)			
Rendimiento de cebada en kg/ha		2998.3			
Total, de ingreso bruto \$/ha		1450.17			
Labor o actividad	Tecnología	Costo de tecnología			
		Un.	Cant.	Cu.	Total/ha
Análisis de suelo	Análisis competo de suelo	Análisis	1	30	30
Preparación del suelo	Arada	Hora	2	40	80
	Rastra	Hora	2	40	80
Semilla	Semilla registrada	Kg	135	0.6	81
Siembra	Siembra al voleo	Jornal	2	15	30
	Fertilización base	Jornal	2	15	30
Fertilización	10-30-10	Kg	200	0.7	140
	Urea	Kg	100	0.7	70
	Calcio- boro	Lt	0.25	8	2
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control de malezas	Metsulfurol	G	1	8.5	8.5
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control fitosanitario	Propiconazole	Lt	2	30	60
	Aplicación	Jornal	2	15	30
	Trilla	Saco	58	4.17	241.7
Postcosecha	Secado	Jornal	2	15	30
	Ensacado	Jornal	4	15	60
	Sacos	Sacos	116	0.3	34.8
	Transporte	Sacos	58	0.5	29
A. Total, de costos Variable					1157.0
Rendimiento de tierra					300
10% Capital Circular					115.7
B. Costos fijos					415.7
C. Costo total					1572.7
Ingreso neto					-122.53
Beneficio Costo B/C					-0.08

Relación beneficio costo T3 0.75 lt/h de calcio boro.

Variable		Tratamiento N°.			
		T3 (calcio boro + 0.75 lt/h)			
Rendimiento de cebada en kg/ha		3346.5			
Total, de ingreso bruto \$/ha		1821.5			
Labor o actividad	Tecnología	Costo de tecnología			
		Un.	Cant.	Cu.	Total/ha
Análisis de suelo	Análisis competo de suelo	Análisis	1	30	30
Preparación del suelo	Arada	Hora	2	40	80
	Rastra	Hora	2	40	80
Semilla	Semilla registrada	Kg	135	0.6	81
Siembra	Siembra al voleo	Jornal	2	15	30
	Fertilización base	Jornal	2	15	30
Fertilización	10-30-10	Kg	200	0.7	140
	Urea	Kg	100	0.7	70
	Calcio- boro	Lt	0.75	8	6
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control de malezas	Metsulfurol	G	1	8.5	8.5
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control fitosanitario	Propiconazole	Lt	2	30	60
	Aplicación	Jornal	2	15	30
	Trilla	Saco	73	4.17	304.41
Postcosecha	Secado	Jornal	2	15	30
	Ensacado	Jornal	4	15	60
	Sacos	Sacos	146	0.3	43.8
	Transporte	Sacos	73	0.5	36.5
A. Total, de costos Variable					1240.2
Rendimiento de tierra					300
10% Capital Circular					124.0
B. Costos fijos					424
C. Costo total					1664.2
Ingreso neto					157.3
Beneficio Costo B/C					0.09

Relación beneficio costo T4 1 lt/h de calcio boro.

Variable		Tratamiento N°.			
		T4 (calcio boro +1lt/h)			
Rendimiento de cebada en kg/ha		4371.9			
Total, de ingreso bruto \$/ha		2494.2			
Labor o actividad	Tecnología	Costo de tecnología			
		Un.	Cant.	Cu.	Total/ha
Análisis de suelo	Análisis competo de suelo	Análisis	1	30	30
Preparación del suelo	Arada	Hora	2	40	80
	Rastra	Hora	2	40	80
Semilla	Semilla registrada	Kg	135	0.6	81
Siembra	Siembra al voleo	Jornal	2	15	30
	Fertilización base	Jornal	2	15	30
Fertilización	10-30-10	Kg	200	0.7	140
	Urea	Kg	100	0.7	70
	Calcio- boro	Lt	1	8	8
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control de malezas	Metsulfurol	G	1	8.5	8.5
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control fitosanitario	Propiconazole	Lt	2	30	60
	Aplicación	Jornal	2	15	30
	Trilla	Saco	100	4.17	417
Postcosecha	Secado	Jornal	2	15	30
	Ensacado	Jornal	4	15	60
	Sacos	Sacos	200	0.3	60
	Transporte	Sacos	100	0.5	50
A. Total, de costos Variable					1384.5
Rendimiento de tierra					300
10% Capital Circular					138.4
B. Costos fijos					438.4
C. Costo total					1822.9
Ingreso neto					671.3
Beneficio Costo B/C					0.37

Relación beneficio costo T5 1.25 lt/h de calcio boro.

Variable		Tratamiento N°.			
		T5 (calcio boro + 1.25 lt/h)			
Rendimiento de cebada en kg/ha		4950.2			
Total, de ingreso bruto \$/ha		2684.7			
Labor o actividad	Tecnología	Costo de tecnología			
		Un.	Cant.	Cu.	Total/ha
Análisis de suelo	Análisis competo de suelo	Análisis	1	30	30
Preparación del suelo	Arada	Hora	2	40	80
	Rastra	Hora	2	40	80
Semilla	Semilla registrada	Kg	135	0.6	81
Siembra	Siembra al voleo	Jornal	2	15	30
	Fertilización base	Jornal	2	15	30
Fertilización	10-30-10	Kg	200	0.7	140
	Urea	Kg	100	0.7	70
	Calcio- boro	Lt	1.25	8	10
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control de malezas	Metsulfurol	G	1	8.5	8.5
	Aplicación	Jornal	4	15	60
Control fitosanitario	Propiconazole	Lt	2	30	60
	Aplicación	Jornal	2	15	30
	Trilla	Saco	108	4.17	450.4
Postcosecha	Secado	Jornal	2	15	30
	Ensacado	Jornal	4	15	60
	Sacos	Sacos	216	0.3	64.8
	Transporte	Sacos	200	0.5	108
A. Total, de costos Variable					1482.7
Rendimiento de tierra					300
10% Capital Circular					148.3
B. Costos fijos					448.3
C. Costo total					1931
Ingreso neto					753.7
Beneficio Costo B/C					0.39

4.4. Relación Beneficio – Costo (RB/C e I/C)

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. 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 nos 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 se obtuvo el T5, con mayor rendimiento con (4832.5 kg/ha), registrando una relación beneficio-costo de \$0.39, la que quiere decir que se recupera por cada dólar invertido \$0.39 dólares.

Mediante los resultados estadísticos y la proyección económica, la mejor dosis de bioestimulante que genera la mejor eficiencia productiva y ganancia es 1.25lt/ha (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 \$25.00 por quintal.

4.5. Comprobación de hipótesis

De acuerdo a los resultados agronómicos, estadísticos y económicos, de las 4 dosis de calcio boro en la aplicación del cultivo de cebada Voyager en la localidad Laguacoto se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, por las diferencias significativas obtenidas en las diferentes variables, evidenciando además una interacción genotipo ambiente en todas las unidades experimentales.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- En relación de los resultados generados a través del estudio experimental de campo los diferentes análisis estadísticos, agronómicos y económicos encontraron diferencias entre los tratamientos con una respuesta lineal, es decir a mayor dosis de calcio boro mayor respuesta.
- Se determinó que la dosis 1.25lt/ha de Calcio-boro resultó ser la dosis más eficaz para el desarrollo del cultivo de cebada en estudio, para la variable rendimiento por hectárea, el tratamiento T5 registró el mejor resultado con 4889.6 kg/ha, en cambio el T1, al no aplicar ninguna dosis de calcio-boro presentó el promedio más bajo con 2530.0 kg/ha.
- En relación a los análisis estadísticos se concluye que las variables NEMC, LE, y PH incrementan el rendimiento y permite contar con una excelente calidad de grano; puesto, que el fertilizante aplicado durante su ciclo de cultivo mejoro el desarrollo de la cebada, en sus diferentes componentes.
- Económicamente la alternativa tecnológica que presentó el mejor resultado fue el T5: 1.25lt/h de (Calcio/boro) con 4889.6 kg/ha; por ende, proporciona una relación beneficio costo de 0.39, donde demuestra que el productor de cebada por cada dólar que ha invertido, obtiene una ganancia de \$0.39 dólares.

6. RECOMENDACIONES

- Socializar los resultados obtenidos en esta investigación con instituciones públicas con la finalidad de realizar más tipos de ensayos en diferentes zonas agroecológicas como: santa fe san simón empleando este tipo de bioestimulante Calcio boro para la producción de semilla certificada de cebada de la variedad Voyager, donde determino 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 cereal y el empleo del bioestimulante (Calcio-boro) que nos ayudara a mejorar el rendimiento del cultivo.
- La Universidad Estatal de Bolívar en conjunto con la Escuela 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 del bioestimulante calcio-boro con la finalidad de darles nuevas alternativas de siembra.

BIBLIOGRAFÍA

- AEFA. Fertilizante. Obtenido de Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes: <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/fertilizante>
- AgroActivo. (2020). Nutrición vegetal. Obtenido de Calcio-Boro fertilizante foliar: <https://agroactivocol.com/producto/nutricionvegetal/fertilizantesfoliares/calcioborofertilizantecalibrex/#:~:text=CALCIO%20BORO%20FERTILIZA NTE%20CALIBREX%20es,la%20fertilidad%20de%20las%20flores.>
- AgroEs. (2020). Gusano de Alambre en cereales, Agriotes, descripción, daños y control integrado. Obtenido de: <https://www.agroes.es/cultivosagricultura/cultivosherbaceosexensivos/trigo/1248gusanodealambreencerealesagriotes>
- Agrota. (2020). Ficha técnica. Obtenido de: <https://agrota.com.ec/wp-content/uploads/2020/10/FICHAT1.pdf>
- Agrotel. (2023). Características principales del fertilizante foliar Calcio-boro. Obtenido de: <https://agrotel.com.do/productos/calcioboro/#:~:text=CALCIO%20BORO%20es%20un%20fertilizante,formaci%C3%B3n%20del%20fruto%2C%20mejora%20la>
- Álvarez, B. (2019). En Análisis económico de un sistema productivo bajo riego por goteo., 28. Argentina. Gobierno de la provincia de Catamarca.
- Arellano, V. (2018). Manual de la cebada cervecera. Obtenido de: [https://es.scribd.com/doc/14229542/Manual-Cebada.](https://es.scribd.com/doc/14229542/Manual-Cebada)
- Arguello, J. (2022). Determinación de la respuesta agronómica de 20 accesiones de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en su primer año de evaluación, en la zona agro-ecológica de Naguán, parroquia san Lorenzo, Cantón Guaranda. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar:

file:///C:/Users/Acer/Downloads/TESIS20CEBADA20ARGUELLOJHONY%202022.pdf

Bernardi, L. (2021). Subsecretaria de alimentos y bebidas. Obtenido de Producción de cebada:

<https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=119#:~:text=La%20cebada%20ocupa%20el%20cuarto,el%20ma%C3%ADz%20y%20el%20arroz.>

Borax. (s.f.). Deficiencia de boro en cebada. Obtenido de Agricultura española:

<https://agriculturaespanol.borax.com/cropguides/cerealsandsugarcane/barley#:~:text=Deficiencia%20de%20boro%20en%20la,formar%20las%20caracter%C3%ADsticas%20rayas%20blancas.>

Caiza, C. (2023). Evaluación productiva de seis variedades de cebada (*hordeum vulgare*) en la comunidad de Sablog chico, Cantón Guamote, provincia de Chimborazo. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar: <file:///C:/Users/Acer/Downloads/CEBADACAIZA%201.pdf>

Caluguillin, E. (2023). Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*hordeum vulgare* l.) en la granja experimenta “la pradera” chaltura, Imbabura. Ibarra.

Cattáneo. (2021). Cebada Cervesera. Obtenido de:

<http://www.cebadacervesera.com.ar>

Cisneros, L. (2018). Rendimiento de cebada (*Hordeum vulgare* L.) variedad San Cristóbal y cultivar Tambo. Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Cristóbal-de-Huamanga,-17.:

<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3086>

Concepto. (2019). Costos de producción. Obtenido de ConceptoDefinición:

<https://conceptodefinicion.de/costos-de-produccion/>

- Coronado, M. (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Municipio de Chivatá Bayacá, Colombia. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Obtenido de 18(2), 105. doi:[http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(18\)103-116](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(18)103-116)
- Cultifort. (2020). Importancia del Calcio y del Boro en la nutrición vegetal. Obtenido de Grow Natural: [https://www.cultifort.com/calcio-boro-nutricionvegetal/#:~:text=Entre%20los%20efectos%20que%20se,vacuolas%20\(Hanson%2C%201984\).](https://www.cultifort.com/calcio-boro-nutricionvegetal/#:~:text=Entre%20los%20efectos%20que%20se,vacuolas%20(Hanson%2C%201984).)
- Demagnet, R. (2022). Cebada (*Hordeum vulgare* L. ssp. *vulgare*): Manual de cultivos suplementarios Cap. 4. Obtenido de Engormix: <https://www.engormix.com/ganaderiacarne/articulos/cebadahordeumvulgare-ssp-t48897.htm>
- 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 química bromatológica. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Huancavelica, 29–30.: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2081>
- Falconí. (2018). Guía para la producción artesanal de semilla de calidad. Cultivo de cebada. INIAP, 17.
- Garófalo, J. V. (2022). Manual para la producción sostenible de cebada en la Sierra ecuatoriana. Manual No. 133. INIAP. Quito-Ecuador. 47 p. Obtenido de <file:///C:/Users/Acer/Downloads/MANUAL%20PARA%20LA%20PRODUCCION%20SOSTENIBLE%20DE%20CEBADA%20EN%20LA%20SIERRA%20ECUATORIANAopt.pdf>
- González, J. (2022). Proyecto de investigación . Obtenido de “Cebada cervecera – cultivo con perspectivas para la industria cervecera, estudios actuales 2018-2022. Revisión bibliográfica.”: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9220/1/PC-002334.pdf>

- Guambuguete, C. (2022). Categorización del rendimiento de 18 variedades de cebada (*hordeum vulgare*) provenientes del banco de semillas del Iniap - Santa Catalina en la localidad de Naguan, provincia Bolívar. Obtenido de Repositorio Ueb:
file:///C:/Users/brusi/Downloads/GUAMGUETE VANESSACEBADA.pdf
- Infoagro. (2018). El boro como nutriente esencial . Obtenido de Toda la agricultura en internet: <https://infoagro.com/hortalizas/boronutrienteesencial2.htm>
- Infoagro. (2021). El cultivo de la cebada . Obtenido de Toda la agricultura en el internet: <https://infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm>
- INIAP. (2020). Guía para el manejo del cultivo de cebada para la producción artesanal de semilla de calidad. Quito-Ecuador.
- INIAP. (2020). La cebada (*Hordeum vulgare* L.): generalidades y variedades para la sierra ecuatoriana (Primera ed.). Quito - Ecuador: Estación Experimental. Santa Catalina.
- INIAP. (2022). Nuevas variedades de papa y cebada para aumentar la producción. Obtenido de Gobierno del Ecuador:
<https://www.agricultura.gob.ec/nuevas-variedades-de-papa-y-cebada-para-aumentarlaproduccion/#:~:text=INIAPAIfa%202021%20es%20la%20variedad%20mejorada%20de%20cebada,al%20acame%20%28inclinaci%C3%B3n%20del%20tallo%20debido%20al%20viento%29.>
- INIAP. (s.f.). Cebada. Obtenido de
<http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rcebada>
- Intagri. (2019). Funciones críticas del boro en los cultivos . Obtenido de Nutrición vegetal: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funciones-criticas-del-boro-en-los-cultivos>
file:///C:/Users/Acer/Downloads/TESIS%20CAROLINA.pdf
- Manzano, J. (2022). “Comparación de rendimiento en seis variedades de cebada

(*Hordeum vulgare*), forrajera y maltera, con dos densidades de siembra, aplicado a la industria cervecera, en la localidad de Laguacoto II, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar”. Obtenido de Universidad Estatal de Bolívar: <file:///C:/Users/Acer/Downloads/TESIS%20CAROLINA.pdf>

Mariño, I. (2020). Caracterización agrosocioeconómica de los productores de cebada (*Hordeum vulgare* L) de la Parroquia Guanujo, Guaranda, Provincia de Bolívar. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MARI%C3%91O%20QUINTANA%20RICHARD%20ISRAEL.pdf>

Mesías, R., & Yáñez, V. (2022). “Estimación de parámetros de calidad y rendimiento del grano en diez líneas de cebada (*hordeum vulgare* L.) con proyección a la industria cervecera, en la Localidad Laguacoto II, Provincia Bolívar”. Guaranda. Obtenido de <file:///C:/Users/Acer/Downloads/TESIS%20CEBADA%20MESIASYAN EZ2022.pdf>

Morales, C. (2022). Uso de bioestimulantes. INIA, 43.

Moreta, A. (2020). Caracterización morfoagronómica de 144 accesiones de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la granja experimental Laguacoto III Cantón Guaranda, provincia Bolívar. DSpace-UEB,-53. Obtenido de: <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3673>

Muñoz, M. (2019). “Determinación del impacto de la roya en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y sus alternativas de control, en la Parroquia El Ángel, Provincia del Carchi”. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo.

Ortiz, A., & Díez, M. (2019). Epidemiología y detección temprana, claves del control de enfermedades del cereal. . En *Grandes Cultivos*. (págs. 10-11).

Plantscience. (2023). Deficiencia de calcio. Obtenido de Departamento de ciencias

de las plantas:

<https://plantscience.psu.edu/research/labs/roots/methods/metodologiadeinvestigacion/observandolosdesordenesnutricionalesdelasplantas/deficienciaidealcalcio>

Ponce, L., Garófalo, J., & Noroña, P. (2022). Cebada (*Hordeum vulgare* L.). Manual de manejo del cultivo y conservación de suelos. Obtenido de [file:///C:/Users/brusi/Downloads/FINAL%20MANUAL%20CEBADA%20KOPIA%202022compressed%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/brusi/Downloads/FINAL%20MANUAL%20CEBADA%20KOPIA%202022compressed%20(1).pdf)

Ponce, L., Noroña, P., Campaña, D., Garófalo, J., & Coronel, J. (2020). La cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. INIAP, 21-25.

Romero, J. (2023). Dirección General De Políticas Agrarias. Obtenido de INIA: <https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/Reporte>

Torres, C. (2020). Componentes de rendimiento de líneas avanzadas de cebada hexástica (*Hordeum hexastichum* L.) del CIMMYT – México en condiciones de la C.C. Pucará – Huancayo. Obtenido de Universidad Nacional del Centro del Perú, 3–4.: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5644>

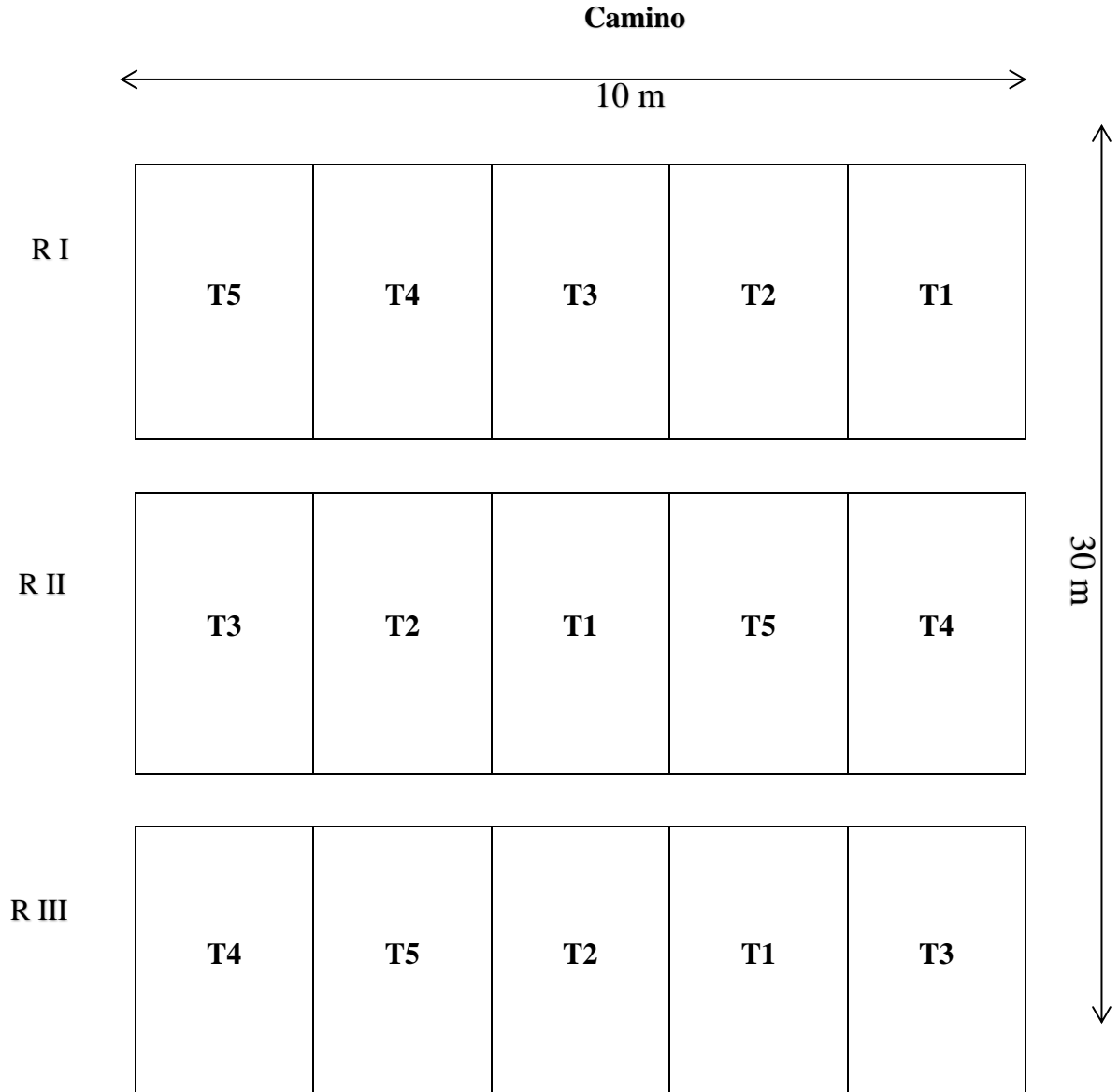
Vaca, J. (2019). Aplicación foliar de calcio en el cultivo de fresa (*fragaria* sp.) obtenido a partir de cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus*). Obtenido de Repositorio UTA: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29517/1/Tesis231%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20632.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2. Croquis del ensayo



Anexo 3. Base de datos

REP	TRAT	NPMC	NEMC	IMF	AP	LE	NGPE	PMG	PGMC	R.kH	PH
1	1	70	25	0	67	9	20	23.30	0.22	2146.49	56.99
1	2	65	50	0	71	11	21	26.42	0.37	3702.84	56.47
1	3	70	30	0	66	12	22	34.41	0.55	3755.09	57.50
1	4	90	30	0	87	12	21	25.74	0.37	558577.	58.34
1	5	75	30	0	82	11	23	42.24	0.66	6709.14	59.41
2	1	55	20	5	80	9	23	26.48	0.28	2149.04	58.13
2	2	70	40	5	93	11	25	28.75	0.21	2780.87	57.60
2	3	60	27	0	93	12	22	29.03	0.41	3621.9	58.65
2	4	69	25	5	95	12	23	35.50	0.36	4134.99	59.51
2	5	65	35	0	101	12	22	33.71	0.43	4393.43	60.60
3	1	60	22	5	101	10	24	30.31	0.27	1926.82	56.42
3	2	80	45	5	100	11	22	30.85	0.19	2511.28	55.91
3	3	65	20	0	89	12	22	34.24	0.37	2662.55	56.93
3	4	60	27	0	83	13	18	31.99	0.25	3394.88	57.76
3	5	80	45	5	78	11	19	23.56	0.34	3747.99	58.82

Anexo 4. Fotografías



Medición del terreno



Control de malezas



Fertilización



Control de plagas y Enfermedades



Visita de campo



cosecha



Número de espigas por metro cuadrado



Altura de planta



Número de plantas por metro cuadrado



Longitud de la espiga



Peso de mil granos



Número de granos por espiga



Peso hectolitrico



Peso de grano por metro cuadrado



Rendimiento en kilogramo por hectárea



Almacenado

Anexo 5. Glosario de términos

Albumen: Tejido que rodea el embrión de algunas plantas, como el trigo y el ricino, y le sirve de alimento cuando la semilla germina. Su aspecto varía según la naturaleza de las sustancias nutritivas que contiene, pudiendo ser carnosos, amiláceos, oleaginosos, corneos y mucilaginosos.

Aleurona: Es una sustancia vegetal proteínica albuminoide que se deposita en forma de pequeños granos en los tejidos de reserva de muchas semillas. Es abundante en las oleaginosas, así como en la región externa del endospermo en los granos de los cereales.

Amida: Son comunes en la naturaleza, y una de las más conocidas es la urea, una diamida que no contiene hidrocarburos. Las proteínas y los péptidos están formados por amidas y son derivados de los ácidos carboxílicos. Todas las amidas contienen un átomo de nitrógeno unido a un grupo carbonilo.

Antesis: Fase de expansión de una flor, durante la cual ocurre la polinización. También se llama así a todo el desarrollo floral, desde la aparición del capullo hasta la marchitez de la flor.

Aurícula: En la base de cada lámina se presentan dos apéndices conocidos con el nombre de aurículas estos apéndices se proyectan como prolongaciones de la lámina, circundando el tallo. La presencia o ausencia de aurículas y el tamaño de ellas, son características fundamentales para lograr diferenciar las distintas especies de cereales durante los estados vegetativos. En el caso del trigo las aurículas son cortas y se entrecruzan ligeramente; en la cebada, en cambio, se cruzan completamente, en tanto que en la avena estas estructuras están ausentes.

Autógamas: Son aquellas que poseen sus órganos de reproducción tanto como femenino como masculino en la misma flor, puede autofecundarse.

Bioestimulante.: Es una sustancia o mezcla de ellas o un microorganismo diseñado para ser aplicado solo o en mezcla sobre plantas de cultivo, semillas o raíces (rizosfera) con el objetivo de estimular procesos biológicos y, por tanto, mejorar la disponibilidad de nutrientes y optimizar su absorción.

Caracterización agronómica: evaluación de las respuestas a factores que pueden ser bióticos o abióticos

Cariósido: Es fusiforme se presenta con la lema y la pálea acercadas, conformando por lo tanto un fruto vestido e indehisciente a cuya única semilla esta últimamente adherido el pericarpio.

Coleóptilo: Es una estructura característica del embrión de la familia de las gramíneas, el cual es, en realidad, una primera hoja modificada de tal modo que forma una caperuza cerrada sobre las hojas siguientes y el meristema apical.

Encalado: Consiste en la adición de cal a las superficies destinadas para las siembras de diferentes cultivos, con la finalidad de enriquecerla mineralmente.

Espiguillas: Unidad de inflorescencia envuelta por el par de glumas que consta de un eje sobre el que se insertan las dos glumas y una o más lemmas; en la axila de las lemmas se origina una ramilla brevísima que sostiene la palea, los lodículos, los estambres y el gineceo. Cada una de las espigas pequeñas que están formadas por varias flores que después de la fecundación da origen al fruto.

Fijación: Acción y efecto de fijar o fijarse. Estado de reposo a que se reducen las materias después de agitadas y movidas por una operación química.

Glumas: Es la envoltura o cubierta basal y estéril de las espiguillas o inflorescencias de las gramíneas como la avena, el trigo, la cebada y el centeno, que consta de dos valvas o brácteas, o pequeñas hojas modificadas.

Gluten: Es una proteína amorfa que se encuentra en la semilla de muchos cereales como son el trigo, cebada, centeno, triticale, espelta, así como sus híbridos y derivados. Representa un 80 % de las proteínas del trigo y está compuesta por gliadina y glutenina.

Pulvinus: Es un espesamiento parecido a una articulación en la base de una hoja o folíolo de la planta que facilita el movimiento independiente del crecimiento.

Sistema enzimático: Grupo de enzimas cuya misión es acelerar (catalizar) millones de veces las reacciones químicas en los organismos vivos. Hay un gran número de enzimas específicas que desempeñan un papel importante en los procesos fisiológicos (digestión, conducción nerviosa, síntesis hormonal, etc.).

Tendal: Puede ser de tela o de plástico que se tiende en el suelo, debajo de determinados árboles (avellanos, olivos, etc.) para que caigan en él los frutos cuando se recogen.

Vaina: Ensanchamiento en la base del peciolo; en algunas monocotiledóneas, como las gramíneas, parte basal de las hojas, que envuelve al tallo.