UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

RESPUESTA PRODUCTIVA DE CINCO VARIEDADES DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) A LA APLICACIÓN DE DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de ingeniero/a agrónomo/a Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía

Autores

Andres Danilo Sinailin Muñoz

Evelyn Cristina Vallejos Jurado

Tutor

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

Guaranda - Ecuador

2025

RESPUESTA PRODUCTIVA DE CINCO VARIEDADES DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) A LA APLICACIÓN DE DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

TUTOR

NOTARIA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
GUARANDA - ECUADOR

Ing. Sonia Del Carmen Fierro Borja Mg.

DOCENTE LECTOR

Dra. Araceli Beatriz Lucio Quintana PhD.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Sinailin Muñoz Andres Danilo, con CI 1752680601, y Evelyn Cristina Vallejos Jurado, con CI 1755147202, declaramos que el trabajo y los resultados presentados 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 su respectivo autor(es).

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.



Andres Danilo Sinailin Muñoz

CI. 1752680601

Autor

Evelyn Cristina Vallejos Jurado

CI. 1755147202

Autora

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

CI. 0201600327

Tutor

Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

NOTARIA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
GUARANDA - ECUADOR

rio...

N° ESCRITURA 20250201003P02832

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: **SINAILIN MUÑOZ ANDRES DANILO, y,**

VALLEJOS JURADO EVELYN CRISTINA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006- 000008576

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veintiocho de Octubre del dos mil veinticinco, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda,** comparecen **SINAILIN MUÑOZ ANDRES DANILO**, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en el sector Los Trigales de esta ciudad de Guaranda, cantón Guaranda provincia Bolívar, con celular número (0963136192), su correo electrónico es sinailinandres@gmail.com, y, **VALLEJOS JURADO EVELYN CRISTINA**, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en el sector Los Trigales de esta ciudad de Guaranda, cantón Guaranda provincia Bolívar, con celular número (0939652404), su correo electrónico es evelyn13vallejos@gmail.com, por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; y en cumplimiento de la Ley Notarial, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales **(LOPDP)** y su Reglamento General **(RLOPDP)**, los datos personales proporcionados en este documento son autorizados por el compareciente al Notario para su uso, verificación, tratamiento y archivo, los cuales reposaran además en los libros de la Notaria Tercera del cantón Guaranda conforme lo prevé la Ley Notarial, bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declara lo siguiente manifiesto que el criterio e ideas emitidas en el presente PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, con el tema: **RESPUESTA PRODUCTIVA DE CINCO VARIANTES DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) A LA APLICACIÓN DE DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR** Es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, 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. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se ratifican y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

SINAILIN MUÑOZ ANDRES DANILO
C.C. 1752680601

VALLEJOS JURADO EVELYN CRISTINA
C.C 1755147202

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

Andres Danilo Sinailin Muñoz Evelyn Cristina Vallejo...

Sinailin_Vallejos_PROYECTO_CEBADA.pdf

David Silva

David Silva

Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:519383810

Fecha de entrega
28 oct 2025, 10:57 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
28 oct 2025, 11:04 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
Sinailin_Vallejos_PROYECTO_CEBADA.pdf

Tamaño del archivo
1.3 MB

118 páginas

26.048 palabras

129.173 caracteres

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.
Tutor

turnitin Página 1 de 125 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::3117:519383810

turnitin Página 2 de 2 - Entrega de Integridad Identificador de la entrega trn:oid:::3117:519363810

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

Trabajos entregados

Fuentes de Internet

Fuentes principales

0% Fuentes de Internet

5% Publicaciones

0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Caracteres reemplazados
59 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Ing. David Rodrigo Silva García Mg.
Tutor

turnitin Página 2 de 2 - Entrega de Integridad Identificador de la entrega trn:oid:::3117:519363810

DEDICATORIA

Este presente trabajo está dedicado a mis padres José Sinailin y Martha Muñoz, quienes estuvieron en cada momento que los necesite, por su amor incondicional, sus palabras de aliento en cada momento que lo necesite y sobre todo por su sacrificio silencioso, siendo una fuente de inspiración y sabiduría.

A mis hermanas Stacy, Daysi y a mi cuñado José Gonzales, por brindarme cariño, risas y ser una parte fundamental de mi vida, su confianza en mi fueron luz en los momentos más oscuros y alegría en los momentos tristes, por creer en mi incluso cuando yo dude de mí, este logro también les pertenece sin su apoyo nada de esto fuese posible.

A mis gatos Baby, Jack y Bruno, que siempre estuvieron presentes en cada momento de dificultad, su amor incondicional fue la energía que me inspiro en cada noche de desvelo, cuando el cansancio me vencía, sus gestos y ronroneos hicieron más pasajeros los días grises y sé que sin ellos todo esto habría sido más difícil.

Andres

DEDICATORIA

Con profundo amor, dedico este trabajo al Divino Niño Jesús, mi guía y luz eterna, por acompañarme en cada paso de este camino académico, por sostenerme en los momentos de incertidumbre, darme claridad cuando dudaba y enseñarme que con fe y perseverancia todo es posible.

A mis amados padres, Manuel y Blanca, pilares de mi vida, por su amor incondicional, paciencia infinita y sacrificios constantes. Cada esfuerzo que hicieron para brindarme educación, valores y un hogar lleno de cariño me permitió alcanzar este logro. Este proyecto de investigación es un humilde homenaje a su ejemplo de vida, su dedicación y la enseñanza de que con esfuerzo y constancia se construyen los sueños.

A mis queridos hermanos, Edwin, Jenny y Mary, por su apoyo, alegría y complicidad en cada etapa de mi vida. por aquellas palabras de aliento y sobre todo sus consejos que hicieron más llevadero y significativo este camino, y por recordarme siempre el valor de la unión y el cariño familiar.

A mi querida amiga Dilly, mi fiel compañera de cuatro patas, que con su ternura, alegría y cariño incondicional llenó mis días de luz y esperanza. Gracias por acompañarme en cada madrugada de estudio, por desvelarte conmigo y por hacer que nunca me sintiera sola. Cada gesto, cada mirada y cada instante a tu lado me enseñaron que el amor más puro y la verdadera felicidad se encuentran en la compañía de quienes nos entregan su cariño sin condiciones.

A todos ustedes, que son mi fuerza, mi alegría y mi mayor inspiración, les expreso mi más profundo agradecimiento. Este proyecto de investigación no solo representa un logro académico, sino también el reflejo del amor, la fe y el apoyo constante que me han acompañado en cada paso de mi camino.

Evelyn

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento en primer lugar a Dios, por brindarnos la sabiduría y paciencia para enfrentar los desafíos en el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recurso Naturales y del Ambiente al proporcionarnos una educación de tercer nivel. Al programa de Semillas de la UEB por el soporte y seguimiento técnico.

Así también a todas las autoridades, y personal docente, a nuestro docente tutor el Ing. David Silva, igualmente extendemos el agradecimiento a los miembros del tribunal Dra. Araceli Lucio, a la Ing. Sonia Fierro Borja y a la Ing. Deysi Guanga por tomarse el tiempo de evaluar este proyecto y por su valioso aporte, que sin duda contribuyeron a pulir el resultado final.

Andres y Evelyn

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pag
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
• Objetivo General	4
• Objetivos Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Origen	6
2.2. Taxonomía	6
2.3. Descripción botánica	7
2.3.1. Raíz	7
2.3.2. Tallo	7
2.3.3. Hojas	7
2.3.4. Flores	7
2.3.5. Grano	8
2.4. Descripción vegetativa	8
2.4.1. Germinación	8
2.4.2. Crecimiento de la plántula	8
2.4.3. Macollamiento	9
2.4.4. Desarrollo del grano y maduración	9
2.4.5. Semilla	9
2.5. Requerimientos del cultivo	10
2.5.1. Clima	10
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	12

2.6.4. Fertilización 12
2.6.5. Control de malezas 13
2.6.6. Cosecha y almacenamiento 13
2.7. Plagas 14
2.7.1. Pulgones (*Schizaphis graminum*) 14
2.7.2. Saltamontes 15
2.8. Enfermedades 15
2.8.1. Carbón desnudo (*Ustilago nuda*) 15
2.8.2. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*) 15
2.8.3. Roya parda (*Puccinia triticina*) 16
2.8.4. Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*) 16
2.8.5. Virus del enanismo amarillo (BYDV) 16
2.9. Producción de cebada en Ecuador 17
2.10. Variedades 17
2.10.1. INIAP- Palmira 17
2.10.2. Alfa 18
2.10.3. Andreia 19
2.10.4. Guaranga 20
2.10.5. INIAP-Cañicapa 20
2.11. Nutrientes 21
- Nitrógeno 22
- Fósforo 22
- Potasio 22
2.11.1. Micronutrientes 23
- Hierro (Fe) 23
- Zinc (Zn) 23
- Manganeso (Mn) 23
- Cobre (Cu) 23
- Boro (B) 24
- Molibdeno (Mo) 24
2.12. Fertilizantes foliares 24
- Calcio boro 24

- Ácido húmico + fitohormona 25

2.13. Principio del sistema 26

2.14. Costo de producción 27

CAPÍTULO III 28

3. MARCO METODOLÓGICO 28

3.1. Ubicación de la investigación 28

- Localización de la investigación 28
- Situación geográfica y edafoclimática 28
- Zona de vida 28

3.2. Metodología 29

3.2.1. Material en estudio 29

3.2.2. Factores en estudio 29

3.2.3. Tratamientos 29

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 30

3.2.5. Manejo de la investigación 30

- Análisis del suelo 30
- Preparación del suelo 31
- Siembra 31
- Codificación de unidades experimentales 31
- Control de malezas 31
- Fertilización 32
- Control de plagas 32
- Control de enfermedades 32
- Cosecha 33
- Trilla 33
- Secado 33
- Aventado 33
- Almacenamiento 33

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta) 34

- Porcentaje de emergencia en el campo (PEC) 34
- Número de plantas por metro cuadrado (PMC) 34
- Número de macollos por planta (NMP) 34

- Incidencia y severidad de enfermedades foliares (ISEF) 34
- Días de espigamiento (DE) 35
- Altura de la planta (AP) 35
- Longitud de la espiga (LE) 35
- Acame de tallo (AT) 35
- Acame de raíz (AR) 35
- Días a la cosecha (DC) 35
- Grano quebrado (GQ) 36
- Color del grano (CG) 36
- Tamaño de grano (TG) 36
- Peso hectolítrico (PH) 36
- Rendimiento total en kg 36

3.2.7. Análisis de datos 37

CAPÍTULO IV 38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 38
4.1. Interpretación de resultados 38

4.1.1. Factor A: Variedades de cebada 38

4.1.2. Factor B: Sistemas de fertilización 51

4.1.3. Interacción de factores (AxB) 58

4.1.4. Variables morfológicas 69

4.1.6. Análisis de correlación y regresión lineal 71

4.1.7. Coeficiente de correlación 71

4.1.8. Coeficiente de regresión 71

4.1.9. Coeficiente de determinación 71

4.1.10. Análisis económico de beneficio costo 74

4.1.11. Relación beneficio-costo 75

4.2. Comprobación de la hipótesis 76

CAPÍTULO V 77
5. CONCLUSIONES 77
5.1. RECOMENDACIONES 78
BIBLIOGRAFÍA 79
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag
1	Resultados del análisis de varianza y de la prueba de Tukey al 5% del Factor A (variedades de cebada) para: porcentaje de emergencia en el campo (PEM), número de plantas por metro cuadrado (NPM), número de macollos por planta (NMP) incidencia de plagas y enfermedades (I), severidad de plagas y enfermedades (S), días al espigamiento (DE), altura de la planta (AP), longitud de la espiga (LE), días a la cosecha (DC), grano quebrado (GQ), peso hectolítrico (PH), tamaño del grano (TG), peso campo parcela (PCP), rendimiento en kg/ha (RH)	38
2	Resultados del análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% en las características agronómicas del Factor B (Sistemas de fertilización): porcentaje de emergencia en el campo (PEM), número de plantas por metro cuadrado (NPM), número de macollos por planta (NMP) incidencia de plagas y enfermedades (I), severidad de plagas y enfermedades (S), días al espigamiento (DE), altura de la planta (AP), longitud de la espiga (LE), días a la cosecha (DC), grano quebrado (GQ), peso hectolítrico (PH), tamaño del grano (TG), peso campo parcela (PCP), rendimiento en kg/ha (RH)	51
3	Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (variedades de cebada y sistemas de fertilización): Porcentaje de emergencia en el campo (PEM), Número de plantas por metro cuadrado (NPM), Número de macollos por planta (NMP) incidencia de plagas y enfermedades (I), severidad de plagas y enfermedades (S), Días al espigamiento (DE), Altura de la planta (AP).	58
4	Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (variedades de cebada y sistemas de fertilización): Longitud de la espiga (LE), Días a la cosecha (DC), Grano quebrado (GQ), Peso hectolítrico (PH), Tamaño del grano (TG), Peso campo parcela (PCP), Rendimiento en kg/ha (RH).	64
5	Caracteres morfológicos: Vigor (V) y Color del grano (CG)	69
6	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables que presentaron una relación de significancia estadística negativa o positiva con el rendimiento de la variable.	71
7	Costos de producción de cinco variedades de cebada.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag
1.	Porcentaje de emergencia en campo	39
2.	Número de plantas por metro cuadrado	40
3.	Incidencia de plagas y enfermedades	41
4.	Días al espigamiento	42
5.	Altura de la planta	43
6.	Longitud de la espiga	44
7.	Días a la cosecha	45
8.	Grano quebrado	46
9.	Peso hectolítrico	47
10.	Tamaño del grano	48
11.	Peso kg/parcela	49
12.	Rendimiento en kg/ha	50
13.	Días al espigamiento	52
14.	Altura de la planta	53
15.	Longitud de la espiga	54
16.	Días a la cosecha	55
17.	Grano quebrado	56
18.	Incidencia de plagas y enfermedades	59
19.	Severidad de plagas y enfermedades	60
20.	Días al espigamiento	61
21.	Altura de la planta	62
22.	Longitud de la espiga	65
23.	Días a la cosecha	66
24.	Peso campo parcela	67
25.	Rendimiento kg/ha	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Detalle
1.	Mapa de ubicación de la investigación.
2.	Croquis del ensayo
3.	Análisis de suelo
4.	Base de datos de cinco variedades de cebada en tres sistemas de fertilización
5.	Fotos
6.	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La cebada es una gramínea de gran importancia mundial por sus propiedades nutricionales. Siendo cultivadas 7 mil hectáreas en Ecuador, este cultivo ocupa un lugar fundamental en la canasta básica, dado sus diversos productos procesados. En el año 2023, en la provincia Bolívar, se cultivaron 254 ha de cebada, de las cuales se cosecharon 208ha. Este estudio se propuso identificar: i) El sistema de fertilización foliar con mayor eficiencia para el cultivo de cebada. ii) Determinar el rendimiento de cada variedad bajo dos sistemas de fertilización foliar. iii) Realizar el análisis económico en la relación Beneficio/costo, teniendo en cuenta que en la provincia Bolívar las condiciones climáticas, la falta de variedades adaptadas y las deficiencias en la fertilización limitan la producción de cebada. La investigación se llevó a cabo en la granja experimental Laguacoto II, ubicada a 2638m.s.n.m, utilizando un diseño de bloques completos al azar DBCA en arreglo factorial 5x3 con 3 repeticiones en parcelas divididas, en donde se evaluó la Respuesta productiva de cinco variedades de cebada a la aplicación de dos sistemas de fertilización foliar. De acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ADEVA) y de las pruebas de Tukey al 5%, se obtuvo que el mayor rendimiento corresponde al T1 (palmira + calcio boro), con 4865.63 kg/ha mientras que el rendimiento más bajo se registró en T10 (Cañicapa + ácidos húmicos + fitohormona), con 3252.99kg/ha. Económicamente el T1 mostró una relación beneficio/costo de 0.15 y un ingreso neto de $273.06/ha mientras que el T10 presentó una relación beneficio/costo de -0.18 con una pérdida de $308.13/ha. con base en estos resultados, se concluye que la mejor variedad y sistema de fertilización foliar complementaria para esta zona agroecológica es Palmira + calcio boro.

Palabras clave: Productividad, variedades, fertilización foliar, cebada, Palmira.

SUMMARY

Barley is a grass of great global importance due to its nutritional properties. In Ecuador, around 7,000 hectares are cultivated, and this crop holds a fundamental place in the basic food basket given its diverse processed products. In 2023, in the province of Bolívar, 254 ha of barley were cultivated, of which 208 ha were harvested. This study aimed to identify: i) the foliar fertilization system with the highest efficiency for barley cultivation; ii) to determine the yield of each variety under two foliar fertilization systems; and iii) to carry out an economic analysis of the benefit/cost ratio, considering that in Bolívar province climatic conditions, lack of adapted varieties, and deficiencies in fertilization limit barley production. The research was conducted at the Laguacoto II experimental farm, located at 2,638 m.a.s.l., using a randomized complete block design (RCBD) in a 5x3 factorial arrangement with 3 replications in split plots, where the productive response of five barley varieties to the application of two foliar fertilization systems was evaluated. According to the results of the analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at 5%, the highest yield was obtained in T1 (Palmira + calcium-boron), with 4,865.63 kg/ha, while the lowest yield was recorded in T10 (Cañicapa + humic acids + phytohormone), with 3,252.99 kg/ha. Economically, T1 showed a benefit/cost ratio of 0.15 and a net income of $273.06/ha, whereas T10 presented a benefit/cost ratio of -0.18, with a loss of $308.13/ha. Based on these results, it is concluded that the best accession and complementary foliar fertilization system for this agroecological zone is Palmira + calcium-boron.

Keywords: Productivity, varieties, foliar fertilization, barley, Palmira.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.), es una gramínea con alto potencial tanto para consumo animal como humano. Sus propiedades químicas la hacen de gran importancia nutritiva, rica en vitaminas y minerales. Ocupa el cuarto lugar a nivel mundial entre los países de mayor producción de cereales, después del maíz, trigo y arroz, mientras que en superficie cultivada ocupa el quinto lugar con 53 millones de hectáreas sembradas alrededor del mundo (González & Rodríguez, 2023).

Es un cereal multipropósito que se utiliza para la alimentación animal y humana en variedad de formas como cebada perlada, harinas, copos, semolina y malta, en la producción de etanol o como cultivo asociado (Velasco et al., 2020).

Los mayores productores de este cultivo son la Unión Europea, Rusia, Australia, Canadá, Turquía, Ucrania, Estados Unidos, y Argentina (Vivar & Gordillo, 2021).

En Ecuador la cebada es uno de los principales cereales dentro de la canasta básica familiar de la Sierra; sin embargo, a través del tiempo, varios factores han incidido en la producción de este cultivo, entre ellos cabe mencionar, la falta de acceso a nuevas tecnologías, políticas agrícolas y el inadecuado manejo del cultivo (Ponce et al., 2020).

En la actualidad a nivel nacional la superficie dedicada al cultivo de cebada es de 7 mil hectáreas con una producción anual de 8.5 mil toneladas, (Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2025).

En la provincia Bolívar, en el año 2023 se cultivaron 254 ha de cebada, de las cuales se cosecharon 208 ha, con una producción de 235 t con un rendimiento promedio de 1.13 t/ha (INEC, 2025).

Para producir cebada de alta calidad es importante implementar prácticas de fertilidad integral que permitan incrementar los rendimientos y hacer más eficientes el uso de los fertilizantes, reduciendo los costos de producción y haciendo más

rentable las unidades de producción. Los análisis de suelo, las enmiendas, el uso de sensores ópticos, la fertilización enterrada (particularmente en la siembra y segunda fertilización) y el fraccionamiento del fertilizante nitrogenado (70% a la siembra y el 30% en la segunda fertilización) son recomendaciones útiles para este propósito (González, 2022).

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Baldeón, 2021).

El calcio y el boro aportan nutrientes esenciales, aminoácidos y ácidos fúlvicos que facilitan la rápida absorción de estos elementos hacia las zonas de mayor demanda, como las flores y los frutos. Asimismo, contribuyen a reducir la caída floral, mejorar el cuajado y prevenir la caída de los frutos. Además, estimulan la producción y actividad de auxinas naturales, que favorecen el desarrollo de brotes, hojas y frutos (Inveragro, 2020).

Los ácidos húmicos influyen de manera directa en la nutrición de las plantas al liberar los nutrientes retenidos en el suelo, equilibrar el pH, mejorar la aireación y permeabilidad, y facilitar a las raíces un mayor acceso al CO_2 necesario para su respiración. Asimismo, favorecen la formación de agregados con partículas inorgánicas, lo que evita el encharcamiento, incrementan la capacidad del suelo para retener agua y optimizan su capacidad de intercambio catiónico. Del mismo modo, previenen la retrogradación del fósforo y el potasio al formar humatos y humofosfatos, contribuyendo a un mejor estado nutricional y desarrollo vegetal (Calderon, 2023).

1.2. PROBLEMA

La cebada (Hordeum vulgare L.) es un cultivo de relevancia en varias zonas andinas del Ecuador, donde las condiciones agroclimáticas dificultan el establecimiento de cereales. No obstante, el primer problema que enfrenta este cultivo en el país es su baja productividad, lo cual afecta directamente su rentabilidad y sostenibilidad, limitando su papel como fuente de ingresos para pequeños y medianos agricultores.

Se identifica la falta de acceso a tecnologías modernas, como semillas mejoradas y herramientas de manejo técnico, lo que impide optimizar los procesos de producción. A ello se suma la ausencia de políticas agrícolas efectivas que fomenten el desarrollo de este cultivo en las zonas rurales, y un manejo inadecuado del cultivo, muchas veces realizado de forma empírica y sin orientación técnica, como lo señalan (Ponce et al., 2020).

El problema clave es el uso de variedades de cebada no adaptadas a las condiciones agroclimáticas específicas de cada región. Esta falta de adecuación provoca bajos rendimientos debido a la baja resistencia a plagas, enfermedades o condiciones ambientales locales. Por tanto, la selección de variedades sin considerar las características regionales sigue siendo una limitante agronómica importante.

Otro problema está relacionado con las deficiencias en la fertilización, resultado del escaso uso de insumos adecuados y del desconocimiento técnico sobre las necesidades nutricionales del cultivo. Esto incide negativamente en el desarrollo y productividad de la planta. A esta situación se suma la producción en monocultivo y el uso inadecuado de fertilizantes químicos.

Esta investigación busca generar información técnica precisa sobre la interacción entre cinco variedades de cebada y dos sistemas de fertilización foliar, lo que permitirá establecer recomendaciones basadas en evidencia que contribuyan a mejorar la productividad del cultivo, la sostenibilidad del sistema agrícola y la rentabilidad del productor.

1.3. OBJETIVOS

- **Objetivo General**

Evaluar la respuesta productiva de cinco variedades de cebada a la aplicación de dos sistemas de fertilización foliar.

- **Objetivos Específicos**

- Identificar el sistema de fertilización foliar con mayor eficiencia para el cultivo de cebada.
- Determinar el rendimiento de cada variedad bajo dos sistemas de fertilización foliar.
- Realizar el análisis económico en la relación Beneficio/costo.

1.4. HIPÓTESIS

- **Ho:** La respuesta productiva del cultivo de cebada, no depende de la variedad y la aplicación de dos sistemas de fertilización.
- **Ha:** La respuesta productiva del cultivo de cebada, si depende de la variedad y la aplicación de dos sistemas de fertilización.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

La cebada (*Hordeum vulgare* L) es un cultivo agrícola de gran importancia histórica que tiene sus orígenes en el Creciente Fértil, una región que abarca partes de lo que hoy son Irak, Siria, Turquía e Irán. Este cultivo ancestral ha sido cultivado por miles de años en esta región, y su domesticación se remonta a alrededor de 10 000 años atrás. Los primeros vestigios arqueológicos de cebada cultivada se han encontrado en sitios como Jericó, lo que indica su papel vital en la transición de sociedades de cazadores-recolectores a comunidades agrícolas sedentarias (Bastida, 2023).

2.2. Taxonomía

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
Superdivision:	Spermatophyta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Genero:	Hordeum
Especie:	vulgare
Nombre científico:	*Hordeum vulgare* L.
Nombre común:	Cebada

Fuente: (Ponce et al., 2020).

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Raíz

El sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza una profundidad de hasta 1,20 m. Posee dos tipos de raíces: seminales y adventicias, las raíces seminales de las plántulas se desarrollan desde la germinación a la etapa de macollaje. Las raíces adventicias o de la corona, aparecen con el macollamiento y cumplen con la función de anclar la planta y proporcionar agua y nutrientes. (Ponce et al., 2020).

2.3.2. Tallo

Presenta una estructura erecta, cilíndrica conformado por seis u ocho entrenudos de consistencia suave, la planta tiene un tallo principal y macollos o hijuelos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscilan desde 0.50 m. hasta un metro (Huaman et al., 2024).

2.3.3. Hojas

La disposición de las hojas de la cebada es alterna, en la base de la lámina foliar se encuentra la lígula, y a ambos lados de esta hay dos apéndices denominados estípulas. En la cebada son más grandes que en el trigo y llegan casi a abrasar totalmente el tallo. La última hoja denominada hoja bandera, se caracteriza por tener el limbo corto y la vaina más largas que las otras (Lasluisa, 2022).

2.3.4. Flores

Este cultivo presenta flores hermafroditas ya que son plantas autógamas. La espiga presenta un raquis compuesto por entrenudos, cada uno se caracteriza por tener espiguillas unifloras provistas de raquilla, la espiguilla central carece normalmente, de pedicelo, o es muy corto. Cada espiguilla consta de dos glumillas, llamadas lemma y palea, que envuelven los órganos sexuales (tres anteras, un pistilo con óvulo único y un estigma pubescente). La lemma puede terminar en una arista más o menos larga. Si todas las espiguillas del nudo son fértiles genera una espiga de seis hileras, si sólo son fértiles las espiguillas centrales, en cada nudo, se dará origen a una espiga de dos hileras. Espiguillas de cebada de seis hileras (izquierda) y de

dos hileras (derecha). Componentes de un antecio de cebada. Componentes de una flor de cebada (Huaman et al., 2024).

2.3.5. Grano

El grano es una cariópside oval, acanalado con extremos redondos que ligeramente están cubiertos por la palea la cual cubre el grano mientras que el lemma lo encierra. El tamaño del grano está sujeto a factores externos como los ambientales, longitud entre de 9.5-6 mm, ancho entre 2.5 – 3.0 mm, la densidad bordea (peso específico) de 67.00 kg/hl. El peso de los mil gramos oscila entre 45 - 55g (Amaguaya, 2022).

2.4. Descripción vegetativa

2.4.1. Germinación

La germinación comienza después de que la semilla absorbe humedad, entonces la radícula emerge, la cual crece hacia abajo, proporcionando anclaje y absorción de agua y nutrientes, y posteriormente desarrolla raíces laterales, una vez que la plántula ha emergido, el coleóptilo cesa su alargamiento y la primera hoja verdadera aparece, entonces las hojas aparecen aproximadamente cada 3 a 5 días, dependiendo de la variedad y condiciones ambientales (Marcos, 2023).

2.4.2. Crecimiento de la plántula

Esta etapa inicia tras la emergencia y puede durar aproximadamente de 3 a 5 semanas, durante este periodo la planta desarrolla su sistema radicular y las hojas verdaderas comienzan a emerger. La fotosíntesis se activa, permitiendo el crecimiento activo de la planta. Es crucial un adecuado suministro de nutrientes y agua. (Bastida, 2023).

Las hojas aparecen cada 3 a 5 días dependiendo de la variedad y las condiciones ambientales, de ocho o nueve hojas normalmente se forman en el tallo principal, en variedades con maduración tardía generalmente se forman más hojas (Ponce et al., 2020).

2.4.3. Macollamiento

Ocurre después del desarrollo vegetativo y puede durar de 2 a 4 semanas, en esta fase la cebada forma tallos adicionales o macollos. Este proceso es vital para determinar el potencial de rendimiento del cultivo, ya que cada macollo puede dar lugar a una espiga (Bastida, 2023).

La capacidad de macollamiento de las plantas de cebada es un método importante para adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes, cuando las condiciones ambientales son favorables o si la densidad de las plantas se reduce, es posible compensar esto produciendo más macollos (Bongard, 2021).

2.4.4. Desarrollo del grano y maduración

Se produce luego de la fecundación en la que ocurre una fase "lag" o cuaje que transforma el ovario en un grano maduro, la primera etapa realiza una división celular esta actividad mitótica es crucial, pues determina la capacidad de almacenamiento de nutrientes en el endospermo que da lugar al llenado efectivo del grano. Existe el estado de grano lechos y pastoso en el cual se produce el "plateau hídrico" en el que se equilibra la cantidad de agua que entra y sale, en este estado es importante un buen abastecimiento hídrico ya que origina el crecimiento del grano, en el estado de grano duro y grano maduro se produce la madurez fisiológica, este estado define el peso de los granos y el rendimiento del cultivo (Simón & Voisin, 2022).

2.4.5. Semilla

Este es un fruto seco, indehiscente denominado cariópside, en la cebada de seis hileras, todas las espiguillas de un triplete son fértiles y capaces de desarrollar granos (Torres, 2021).

2.5. Requerimientos del cultivo

2.5.1. Clima

La producción será mejor cuando el clima sea fresco y seco, este cultivo también puede crecer en zonas cálidas, siempre que la humedad sea baja. Las condiciones climáticas cálidas y húmedas ponen en peligro el rendimiento, debido a la mayor vulnerabilidad a diversas enfermedades de las plantas (Cherlinka, 2024).

2.5.2. Temperatura

La cebada que se cultiva en Ecuador, requiere una temperatura del suelo como mínima de 4 ºC y como óptima entre 12 y 24°C, para los procesos de germinación. La época optima de siembra varía por localidad y por año, en Ecuador las épocas de siembra son al inicio de la época lluviosa o invernal en cada localidad, estimando que la época de cosecha coincida con la época seca (Ponce et al., 2020).

2.5.3. Precipitación

La cantidad de agua que necesita la cebada varía a lo largo de su ciclo de crecimiento. En total, la cebada requiere entre 300mm y 500 mm de agua para completar su ciclo desde la siembra hasta la cosecha (Arnal, 2024).

2.5.4. Suelo

La cebada no crecerá en campos con malas propiedades de drenaje. Los mejores tipos de suelo son los franco-arcillosos y los margosos, siempre que estén suficientemente bien drenados, los suelos arenosos no son adecuados para el cultivo de la cebada, ya que la superficie no será uniforme en estos campos.

Para que las semillas germinen correctamente, la temperatura del suelo debe ser de al menos 4-5°C. El pH del suelo ideal para el cultivo de cebada oscila entre 6.0 y 6.5 (a veces, hasta 8.5), aunque puede sobrevivir mejor en suelos muy alcalinos, en comparación con otros cultivos de cereales pequeños (Cherlinka, 2024).

2.6. Manejo del cultivo

2.6.1. Preparación del terreno

Los cereales son cultivos que requieren un alto laboreo del suelo, por lo que la preparación del lote seleccionado empieza con la incorporación del material vegetal presente, mediante el uso de un pase de arado y una cruza, esta labor se debe realizar al menos un mes antes de la siembra, lo que permitirá incorporar la materia verde al suelo y convertirla en materia orgánica, para que sea aprovechada por el cultivo. Previo a la siembra se deben realizar las labores necesarias para que el suelo este mullido o suelto, permitiendo que la semilla se distribuya de forma homogénea y a una misma profundidad, para obtener una buena emergencia y uniformidad del cultivo. Después del pase del arado y cruza, pocos días antes de la siembra, se recomienda dos pases de rastra (Ponce et al., 2022).

2.6.2. Siembra y densidad

Las zonas propicias para la siembra de cebada son los pisos altitudinales entre los 2 400 a 3 400 metros de altura, con precipitaciones entre los 400 a 700 mm y temperaturas promedio de 10 a 18 °C.

La época de siembra inicia con el aparecimiento de las lluvias o inicio del invierno en cada zona, procurando que la época de cosecha coincida con la época seca. Es así que históricamente las siembras empiezan en noviembre para el centro-sur del Ecuador (Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo) y terminan en enero. Para el centro y norte del país (Pichincha, Imbabura y Carchi, incluida también la provincia de Bolívar) inician en enero y terminan en marzo (Ponce et al., 2022).

La densidad de siembra es otro factor a considerar. Generalmente, se recomienda una densidad de 100 a 150 kg de semillas por hectárea, sin embargo, esto puede variar según la variedad y las condiciones del suelo. Una siembra adecuada asegura que las plantas tengan suficiente espacio para crecer y desarrollarse, lo que a su vez mejora el rendimiento del cultivo (Benedí, 2025).

2.6.3. Riego

El riego de la cebada debe ser gestionado cuidadosamente para asegurar un crecimiento adecuado sin incurrir en problemas de exceso de agua, como la pudrición de raíces o la proliferación de enfermedades. La frecuencia del riego depende del clima, el tipo de suelo y las condiciones específicas del cultivo. Durante las primeras etapas de crecimiento, la cebada requiere un riego más frecuente para establecer sus raíces. A medida que la planta madura, necesita riegos profundos menos frecuentes para fomentar el desarrollo de raíces profundas. En total, la cebada necesita entre 300 a 500 mm de agua durante su ciclo de crecimiento. En general, la cebada debe recibir alrededor de 25-35 mm de agua por semana, ya sea a través de riego o lluvia natural. Es crucial ajustar la cantidad de riego según las condiciones meteorológicas y las necesidades concretas de la planta en diferentes etapas de su ciclo de crecimiento (Arnal, 2024).

2.6.4. Fertilización

En primer lugar, lo que tendrá que tener en cuenta es el estado del suelo de su campo mediante análisis semestrales o anuales antes de aplicar cualquier método de fertilización. No hay dos campos idénticos en el mundo; por lo tanto, nadie puede aconsejarle sobre métodos de fertilización, sin tener en cuenta los datos de las pruebas de su suelo, el análisis de los tejidos y el historial del campo (Wikifarmer, 2022).

La administración de nutrientes es muy importante para obtener un buen rendimiento y cumplir con los requisitos de calidad final. Si existen niveles inadecuados de nutrientes, la producción de cebada y la calidad final se ven afectados. Por lo tanto, el manejo adecuado de nutrientes, es esencial para el productor y la comunidad. La recomendación de fertilización media general es de 80, 60, 40 kg ha^{-1} de N, $\mathrm{P_2\ O_5}$ y $\mathrm{K_2O}$ respectivamente (Lasluisa, 2022).

Esta actividad se realiza al momento de la siembra, para ello es necesario realizar un análisis químico de suelo, la cantidad de fertilizante dependerá de las recomendaciones emitidas por el laboratorio. De no contar con el análisis del suelo

se puede realizar la fertilización con base a la extracción de nutrientes del cultivo de cebada. Para obtener un promedio de rendimiento de grano de 4 toneladas, se recomienda aplicar 60 kg de nitrógeno (N), 60 de Fósforo ($P_2\ O_5$), 40 de potasio (K_2O) y 20 de azufre (S), más microelementos (calcio, magnesio, boro y zinc). A la siembra se debe aplicar el 20 % del nitrógeno más el 100% de fósforo, potasio, azufre y microelementos. El restante, 80 % del nitrógeno, se aplicará en forma complementaria. Para alcanzar este requerimiento de nutrientes para el cultivo se puede usar fertilizantes compuestos como el 18-46-0 más sulphomag, 10-30-10; 15-15-15 o 15-30-15 (Ponce et al., 2022).

2.6.5. Control de malezas

Es importante llevar un control de malezas, evitando la competencia por nutrientes, para garantizar un rendimiento y una calidad apropiada, se debe realiza un efectivo control de malezas en la preparación del suelo, una densidad de siembra adecuada, el empleo de semilla certificada y una distribución adecuada de fertilización; el control se lo puede realizar de manera manual donde se suprimen las malezas grandes o se puede realizar a través de un control químico (Flores, 2023).

Las malezas son todas las plantas que no hemos sembrado y que compiten con nuestro cultivo.

El control de malezas se puede realizar de dos maneras:

1.- Control manual, cuando no hay presencia de muchas malezas en el lote y se dispone de mano de obra.

2.- Control químico, cuando hay demasiadas malezas, especialmente de hoja ancha, se recomienda emplear un herbicida específico, metsulfuron-metil, en una dosis de 30 gr ha^{-1} en 400 litros de agua (Ponce et al., 2022).

2.6.6. Cosecha y almacenamiento

El tiempo de cosecha de la cebada depende del contenido de humedad del grano y del tiempo que haga en el campo. Si el contenido de humedad de la semilla es

adecuado, la cosecha de la cebada puede comenzar, siempre que no haya lluvias. Se considera que la cosecha está madura cuando el contenido de humedad del grano oscila entre el 12.5% y el 18%. Si el contenido de humedad del grano es inferior, es probable que las semillas pierdan su recubrimiento. Si los granos están demasiado húmedos, se requieren condiciones especiales de almacenamiento. La cosecha se suele realizar con cosechadoras y trilladoras. Si la cebada se usará en la producción de malta, la cosecha debe tratarse con especial cuidado, debido a sus normas más estrictas (Cherlinka, 2024).

Una vez separados de la paja, los granos pueden almacenarse en lugares frescos y secos durante 6-8 meses. En congeladores, el rendimiento será mayor (un año, incluso más). Sin embargo, las condiciones del almacenamiento dependen del contenido de humedad del grano y de la finalidad del cultivo. Por ejemplo, la cosecha de la cebada cuyo fin es la elaboración de cerveza con un contenido de humedad del grano del 10.5% o inferior permitirá su almacenamiento durante 18 meses en el rango 10-20°C. La duración de almacenamiento de los granos de malta con mayor contenido de humedad (12.5% o más) es de algo menos de 3 meses a una temperatura de 20-30°C (Cherlinka, 2024).

2.7. Plagas

2.7.1. Pulgones (*Schizaphis graminum*)

Los pulgones son una plaga que se alimenta de la savia de diversos cultivos, particularmente trigo y cebada, al alimentarse, estos insectos "chupadores" debilitan las plantas y pueden provocar el desarrollo deficiente del cultivo, reduciendo su rendimiento entre 30 y 50 % si no son manejados adecuadamente ocurren pérdidas significativas particularmente cuando hay más de 60 pulgones por tallo durante la etapa de floración (González, 2023).

Además del significativo daño relacionado con el rendimiento, las ninfas y adultos de pulgones ocasionan diversos daños a los cereales de grano pequeño, como la inyección de toxinas, la transmisión de virus como el del enanismo amarillo de la cebada (BYDV, por sus siglas en inglés), distintos tipos de estrés, falta de

nutrimentos suficientes, y la inhibición del llenado del grano, incluso el líquido dulce que secretan, conocido como mielecilla, causa un daño indirecto porque aumenta el contenido de impurezas en el grano durante la cosecha y, sobre todo, porque propicia el desarrollo de un hongo que afecta la fotosíntesis de la planta (González, 2023).

2.7.2. Saltamontes

Los saltamontes tienen piezas bucales de masticación que arrancan el tejido vegetal. La lesión se asocia con mayor frecuencia con pastizales, maíz, granos pequeños y cultivos vegetales, sin embargo, durante las infestaciones pesadas, casi cualquier tipo de planta puede ser atacada, incluidos árboles, arbustos, ornamentales, flores y césped. Los saltamontes se consideran comúnmente alimentadores de follaje, pero también se alimentarán de flores, frutas, cabezas de semillas, tallos y esencialmente todas las partes de plantas sobre el suelo (Utah State University UTA, 2020).

2.8. Enfermedades

2.8.1. Carbón desnudo (*Ustilago nuda*)

El carbón volador en cebada es provocado por el hongo *Ustilago nuda* que se caracteriza por presentar masas de esporas negras que ocupan el espacio en el que debía formarse los granos en la espiga. Las condiciones que favorecen su desarrollo son temperatura de 15 a 20 °C y una humedad relativa superior a 80 %. Esta enfermedad se disemina mediante semilla contaminada, de ciclo a ciclo. La mejor forma de control de esta enfermedad es el uso de semilla de calidad registrada o certificada. Caso contrario se puede realizar la desinfección de la semilla a utilizar con captan + carboxin (3 g kg^{-1} de semilla) o fludioxil (2 cc kg^{-1} de semilla) (Ponce et al., 2022).

2.8.2. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

La roya amarilla es producida por el hongo *Puccinia striiformis*, ataca al trigo, cebada y triticale, y puede atacar tanto al follaje como a las espigas. Se caracteriza

por su color amarillo y crecimiento rectilíneo o estriado en dirección de las nervaduras de las hojas (Unda, 2022)

2.8.3. Roya parda (*Puccinia triticina*)

La roya de la hoja o parda es provocada por el hongo *Puccinia hordei*, que se caracteriza por presentar pústulas (uredias) pequeñas de forma oval o redondeada de color naranja oscuro a café. Las condiciones climáticas que favorecen su desarrollo son temperatura de 15 a 25 °C y una humedad relativa superior a 80 %. Esta enfermedad se transmite por esporas (uredosporas) que son transportadas por el viento, cientos de kilómetros. Esta enfermedad puede ocasionar pérdidas de rendimiento de hasta un 50 %. Principalmente ataca a las hojas del cultivo. La forma más económica de control de esta enfermedad es el uso de variedades mejoradas resistentes. Caso contrario se puede realizar aplicaciones foliares con propiconazole (50 cc/bomba de 20 l) o tebuconazole (50 cc/bomba de 20 l) o azoxystrobin (6 g/ bomba de 20 l) u oxicarboxín (75 g/bomba de 20 l) (Ponce et al., 2022).

2.8.4. Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*)

La escaldadura de la cebada es causada por *Rynchosporium commune*, un hongo Ascomicete, denominado previamente *R. secalis*. Se han reportado pérdidas de rendimiento de 10-45% debido a esta enfermedad. Causa manchas foliares, afectando láminas, vainas y también espigas. Los síntomas se manifiestan como lesiones ovaladas, de color gris pálido. Con el tiempo las lesiones desarrollan bordes rojizos a marrón oscuro irregulares y centros blanco grisáceo, gris pálido, a verde oliváceo, característicos de esta enfermedad. El hongo causa lesiones en las estructuras de la espiga (glumas, aristas, semillas). Es un hongo de semillas (seed-borne) que se transmite por semillas (seed-transmitted) (Souilla & Scandiani, 2021)

2.8.5. Virus del enanismo amarillo (BYDV)

Esta enfermedad presenta un amarillamiento típico de las hojas que empieza por la parte apical extendiéndose en forma de estrías alargadas. En el caso de la cebada el amarillamiento inicial se transforma en colores violáceos o morados oscuros y posteriormente provoca la muerte de las hojas, en casos severos produce enanismo

a las plantas, que no cumplen su ciclo de vida. Este es transmitido principalmente por pulgones, por lo que favorecen su aparición los climas templados o cálidos, aunque estos pueden aparecer en casi cualquier ambiente. Los pulgones son atraídos por los brotes jóvenes ricos en nitrógeno (proteína), aunque pueden presentarse en cualquier momento de desarrollo del cultivo. La forma más económica de control de esta enfermedad es el uso de variedades mejoradas resistentes. Caso contrario se puede realizar controles de los vectores (pulgones) realizando aplicaciones foliares con clorpirifos (30 cc/bomba de 20 l) (Ponce et al., 2022).

2.9. Producción de cebada en Ecuador

El cultivo de cebada en el Ecuador se realiza cada vez más de manera sostenible, con prácticas agrícolas que promueven la conservación del suelo, el uso eficiente del agua y la reducción del impacto ambiental. Esto refuerza el compromiso de la industria cervecera con la responsabilidad social y ambiental, creando un ciclo virtuoso que beneficia tanto a los productores como a los consumidores de cerveza en el país (Labomersa, 2024).

2.10. Variedades

2.10.1. INIAP- Palmira

La variedad INIAP-Palmira 2014 viene del cruzamiento entre líneas RHODES/TB-B/CHZO/3/GLORIBAR/COPAL/4/ESC.II.72, se trabajó en el programa ICARDA-CIMMYT, en el año 2003 fue ingresado a Ecuador por el programa de cereales INIAP y evaluado en la estación Santa Catalina, Loja y Chimborazo, resistente a sequía, moderadamente resistente a roya amarilla y roya de la hoja, resistente a virosis y enanismo (Simbaña, 2023).

Características agronómicas y morfológicas INIAP-Palmira.

Ciclo de cultivo (días)	160
Días al espigamiento	80
Rendimiento (kg ha)	1350 – 2700
Peso 1000 granos (g)	40

Peso hectolítrico (kg hl)	65
Número de hileras	2
Tipo de espiga	Barbada
Tipo de grano	Cubierto
Densidad de espiga	Compacta
Forma de grano	Oblongo
Color de grano	Amarillento claro
Número de macollos	6
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de la planta (cm)	90 – 110
Tamaño de espiga (cm)	8

Fuente: (Ponce et al., 2019)**.**

2.10.2. Alfa

La nueva variedad maltera INIAP-ALFA 2021 se obtuvo del cruce entre la línea STANDER-BAR y la línea CALI92/ROBUST en CIMMYT-México. Fue introducido, evaluado y seleccionado para su liberación por el Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en 2007. INIAP-ALFA 2021 se puede cultivar en las zonas del altiplano ecuatoriano en las provincias de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Azuay a una altura de 2000 -3200 msnm. con temperaturas que oscilen entre 13 y 24 grados centígrados con precipitaciones de 400 a 700 mm (Ponce et al., 2021). Es la primera variedad mejorada generada para la producción de malta y cerveza artesanal en el Ecuador, fue liberada en el año 2021 y se encuentra vigente hasta la fecha, INIAP-ALFA 2021 sirve para elaborar cervezas rubias (Pastuña, 2023).

Características agronómicas y morfológicas Alfa.

Ciclo de cultivo (días)	155
Días al espigamiento	80
Rendimiento (kg ha)	1560 – 3600
Peso 1000 granos (g)	35 – 48

Peso hectolítrico (kg hl)	65 – 69
Número de hileras	2
Tipo de espiga	Barbada
Tipo de grano	Descubierto
Densidad de espiga	Compacta
Forma de grano	Oblongo
Color de grano	Amarillo claro
Número de macollos	6 – 8
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de la planta (cm)	70 – 100
Tamaño de espiga (cm)	10

Fuente: (Ponce et al., 2019)**.**

2.10.3. Andreia

Esta variedad predominante en el área sembrada en Argentina, con un 80% del total, porcentaje que se eleva en la producción de cebada, siendo asociado en su mayor proporción a la industria cerveceras (Sistema de información simplificado agrícola SISA, 2020).

Características agronómicas y morfológicas Andreia.

Ciclo de cultivo (días)	120
Días al espigamiento	66
Rendimiento (kg ha)	8610
Peso 1000 granos (g)	48.2
Peso hectolítrico (kg hl)	71.04
Densidad de espiga	Densa
Número de macollos	8 – 15
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de la planta (cm)	78.29
Tamaño de espiga (cm)	7.61

Fuente: (Flores, 2023)**.**

2.10.4. Guaranga

La cebada INIAP-Guaranga 2010 es un cultivo de dos hileras, originario del cruzamiento entre las líneas JAZMIN/CARDO/TOCTE, esta línea fue creado en México, por el programa ICARDA/CIMMYT, en el año 2010 fue introducido en Ecuador por el programa de cereales INIAP, ha sido evaluado en la estación Santa Catalina y Bolívar, esta variedad es resistente a la sequía, roya amarilla, roya de la hoja y virosis (Simbaña, 2023).

Características agronómicas y morfológicas INIAP-Guaranga.

Ciclo de cultivo (días)	170
Días al espigamiento	104
Rendimiento (kg ha)	2700 – 3600
Peso 1000 granos (g)	52
Peso hectolítrico (kg hl)	63 – 65
Número de hileras	2
Tipo de espiga	Barbada
Tipo de grano	Cubierto
Densidad de espiga	Compacta
Forma de grano	Oblongo
Color de grano	Blanco
Número de macollos	6 – 8
Tipo de tallo	Tolerante al acame
Altura de la planta (cm)	109 – 120
Tamaño de espiga (cm)	10

Fuente: (Ponce et al., 2019)**.**

2.10.5. INIAP-Cañicapa

Es una variedad nacional de cebada maltera que se ha implementado en el país desde el año 2003. Se destaca por su buen rendimiento en áreas de altitud y su resistencia a enfermedades. Esta variedad se considera óptima para la industria

cervecera cuando se cultiva en condiciones de producción favorables. (Cevallos, 2024)

Características agronómicas y morfológicas INIAP-Cañicapa.

Ciclo de cultivo (días)	180
Días al espigamiento	90
Rendimiento (kg ha)	2700 – 4500
Peso 1000 granos (g)	62
Peso hectolítrico (kg hl)	63 – 65
Número de hileras	2
Tipo de espiga	Barbada
Tipo de grano	Cubierto
Densidad de espiga	Compacta
Forma de grano	Oblongo
Color de grano	Amarillo claro
Número de macollos	8 – 10
Tipo de tallo	Tolerante al acame
Altura de la planta (cm)	110 – 130
Tamaño de espiga (cm)	12

Fuente: (Ponce et al., 2019)**.**

2.11. Nutrientes

La cebada necesita un suelo bien fertilizado, rico en nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Estos nutrientes son indispensables para el desarrollo de la planta, mejorando su resistencia a enfermedades e incrementando la producción de grano. Los micronutrientes como el zinc, el hierro y el magnesio, aunque necesarios en menor cantidad, son primordiales para el desarrollo general de la planta (Arnal, 2024).

- **Nitrógeno**

Tanto en las plantas como en los seres humanos, el nitrógeno se usa para producir aminoácidos, que producen las proteínas que construyen las células, y es uno de los componentes básicos del ADN, también es esencial para el crecimiento de las plantas porque es un componente importante de la clorofila, el compuesto por el cual las plantas usan la energía de la luz solar para producir azúcares a partir del agua y dióxido de carbono (fotosíntesis) (Orchardson, 2020).

- **Fósforo**

El fósforo es un macronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que participa en procesos clave como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis de ácidos nucleicos. La absorción y transporte de este elemento dentro de la planta involucra una serie de mecanismos fisiológicos altamente especializados. La absorción del fósforo ocurre principalmente en forma de ion fosfato ($H_2PO_4^-$ o HPO_4^{2-}, dependiendo del pH del suelo) a través de las raíces. Este proceso se ve influenciado por factores como la disponibilidad de fósforo en el suelo, el pH, la actividad microbiana y las características de la rizosfera. Las plantas han desarrollado dos sistemas principales para la captación de fósforo: el transporte pasivo y el transporte activo (Bastida, 2025).

- **Potasio**

El potasio es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Juega un papel fundamental en la regulación de la apertura y cierre de las estomas, los poros microscópicos que se encuentran en las hojas y que permiten el intercambio de gases, como el dióxido de carbono y el oxígeno. Las funciones del potasio en las plantas ayudan a regular la turgencia celular, lo que les permite mantener su forma y estructura, (La Sociedad Mexicana de Especialistas en Agricultura Protegida SMEAP, 2023).

2.11.1. Micronutrientes

Los micronutrientes juegan un papel esencial en el crecimiento y desarrollo de los cultivos de cebada. A pesar de que se necesitan en cantidades mínimas, su deficiencia puede afectar significativamente el rendimiento y la calidad del cultivo. A continuación, profundizaré en los micronutrientes más relevantes para la cebada y su importancia (Fernández, 2024).

- **Hierro (Fe)**

El hierro es esencial para la formación de clorofila y, por lo tanto, para la fotosíntesis.

Una deficiencia de hierro puede provocar clorosis internerval, donde las hojas jóvenes se vuelven amarillas con venas verdes (Fernández, 2024).

- **Zinc (Zn)**

El zinc es necesario para la síntesis de proteínas y el crecimiento celular.

Una deficiencia de zinc puede causar un acortamiento de entrenudos, hojas pequeñas y deformadas, así como un retraso en el crecimiento (Fernández, 2024).

- **Manganeso (Mn)**

El manganeso participa en la fotosíntesis y en la activación de enzimas relacionadas con la respiración de las plantas.

Una deficiencia de manganeso puede manifestarse en forma de manchas cloróticas entre las venas de las hojas más jóvenes (Fernández, 2024).

- **Cobre (Cu)**

El cobre es esencial para la formación de enzimas y la respiración celular.

Una deficiencia de cobre puede causar un oscurecimiento de las hojas jóvenes y un crecimiento reducido (Fernández, 2024).

- **Boro (B)**

El boro es necesario para el transporte de azúcares y la formación de paredes celulares.

Una deficiencia de boro puede provocar una menor retención de flores y granos, así como una mayor susceptibilidad a enfermedades (Fernández, 2024).

- **Molibdeno (Mo)**

El molibdeno es esencial para la fijación biológica de nitrógeno.

Una deficiencia de molibdeno puede reducir la nodulación de leguminosas asociadas y afectar la disponibilidad de nitrógeno (Fernández, 2024).

2.12. Fertilizantes foliares

La fertilización foliar es una técnica de nutrición de plantas que consiste en la aspersión del fertilizante líquido al follaje del cultivo. Su propósito no es reemplazar la fertilización edáfica, debido a que el abastecimiento de los principales nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) es más económico y efectivo a través de la aplicación al suelo. Si no, es un método altamente eficiente para aplicar nutrientes necesarios o críticos en una etapa específica de la planta, principalmente nutrientes secundarios (calcio, magnesio y azufre) y micronutrientes (zinc, manganeso, hierro, cobre, boro y molibdeno) (Casimiro, 2022).

- **Calcio boro**

El fertilizante foliar de calcio y boro ofrece numerosos beneficios para las plantas que se traducen en un mejor crecimiento y desarrollo. Uno de los principales beneficios es que mejora la calidad de los frutos, ya que estos nutrientes son esenciales para el desarrollo celular y la formación de tejidos en las plantas. Además, el uso de fertilizantes foliares permite una rápida absorción de estos nutrientes, lo que se traduce en resultados visibles en el corto plazo (Moya, 2024).

El calcio es un nutriente esencial para las plantas que es adquirido en forma de catión divalente (Ca^{2+}) y que cumple funciones estructurales en la pared celular y las membranas, además actúa en el movimiento de los aniones inorgánicos y orgánicos en la vacuola y como mensajero intracelular en el citosol (Tenesaca, 2023).

El Ca es escasamente inmóvil, tiene la función de ser parte integral de la pared celular, indispensable en el correcto funcionamiento de la membrana. Se moviliza a través del xilema por medio del agua y su absorción está directamente relacionada con la transpiración de la planta, es absorbido como catión calcio, es un activador de sistemas de enzimas, estimula el desarrollo del sistema radical y crecimiento foliar (Coque, 2022).

Con relación al boro (B), las plantas necesitan este micronutriente principalmente para el crecimiento y la elasticidad de la pared celular y la producción de pectina, donde se encuentra como ésteres de borato con ramnogalacturonano (RG-II), el cual juega un papel clave en el control de la porosidad y la elasticidad de la pared celular (Tenesaca, 2023).

La función del B en la planta es la de integrar parte de un polisacárido complejo dentro de la pectina, la cual da forma y rigidez a la pared primaria celular de plantas monocotiledóneas, dicotiledóneas y gimnospermas. El B también está implicado de asegurar el proceso del buen desarrollo floral, en el que se encuentra la producción y viabilidad del polen, provocando una mejor atracción de abejas a la flor (Coque, 2022).

- **Ácido húmico + fitohormona**

Es un producto compuesto, contiene macro y micronutrientes quelatados con ácido húmico, vitaminas y fitohormonas, que actúan como promotores de crecimiento y de maduración del cultivo, promueve el vigor de las plantas, aumenta la absorción de nutrientes del suelo, además de incrementar el nivel de proteína en las cosechas como en la soya, permitiendo un mejor desarrollo en la producción (Toala, 2023).

Los ácidos húmicos son compuestos que forman parte de la materia orgánica del suelo. Se producen principalmente durante la descomposición de restos vegetales y animales mediante procesos naturales que involucran actividad microbiana y química. Son, en definitiva, el resultado de una compleja red de transformaciones biológicas y químicas de la biomasa (Fuster, 2024).

2.13. Principio del sistema

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto (Caballero et al., 2022).

La aplicación de nutrientes vía foliar es una práctica que mantiene el equilibrio nutricional de las plantas, es considerada como una técnica que corrige las carencias o deficiencias nutricionales de los cultivos, además, la fertilización foliar no sustituye a la fertilización común de los cultivos, sin embargo, es una práctica que ayuda a la suplementación de los requisitos nutricionales de cultivos que no se pueden proporcionar mediante la fertilización habitual al suelo (Toala, 2023).

Fertilizantes Orgánicos: Estos fertilizantes se derivan de materiales naturales como estiércol, compost y residuos vegetales. Son ricos en materia orgánica y mejoran la estructura del suelo, facilitando la retención de agua y el desarrollo de microorganismos beneficiosos. Aunque tienen una liberación más lenta de nutrientes, su impacto ambiental es menor y contribuyen al equilibrio natural del suelo (Aranda, 2024).

Fertilizantes Inorgánicos: También conocidos como fertilizantes químicos o sintéticos, estos se producen mediante procesos industriales y contienen nutrientes en concentraciones precisas, lo que permite una liberación rápida y una disponibilidad inmediata para las plantas. Entre los más comunes se encuentran los fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos. Aunque son muy efectivos para el crecimiento rápido de los cultivos, su uso excesivo puede causar problemas como la contaminación del agua y la degradación del suelo (Aranda, 2024).

Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos aplicados a plantas o suelos que mejoran el crecimiento y desarrollo de los cultivos al incrementar su tolerancia al estrés biótico y abiótico, y optimizar la absorción de nutrientes y el uso del agua. Su origen puede ser natural o sintético, y pueden presentarse en diversas formas (líquidos, polvos o gránulos), contribuyendo a reducir la dependencia de fertilizantes y pesticidas químicos, y minimizando el impacto ambiental en la agricultura (Sarango & Chenche, 2024).

2.14. Costo de producción

El conocimiento de los costos es fundamental para gestionar, planear, valorizar un producto o servicio y tomar decisiones en cualquier tipo de negocio, así como para; evaluar y comparar distintas alternativas. Por lo tanto, a través de una adecuada contabilidad se puede conocer el valor de cada proceso, minimizar recursos, cambiar y eliminar una línea de producción o pronosticar el valor monetario de un nuevo artículo destinado para la venta. Dentro de la contabilidad de costos es indispensable conocer y clasificar los elementos que intervienen en un proceso productivo denominados costos de producción los cuales son necesarios para transformar la materia prima en un producto elaborado o semielaborado (Guatemal & Guerrón, 2022).

La implementación de sistemas de fertilización foliar con bioestimulantes en el cultivo de cebada en Ecuador representa una estrategia prometedora para mejorar la productividad y sostenibilidad agrícola (Ardisana et al., 2020).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Veintimilla
Sector	Granja Laguacoto III. (Guaranda Km.1 1/2 Vía San Simón)

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud promedio	2638 msnm
Latitud	01°36´52"S
Longitud	78°59´54"W
Temperatura media anual	14.4 °C
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	7 °C
Precipitación media anual	980 mm
Heliofanía promedio	900 /horas/luz/año
Velocidad de viento	6 m/s
Tipo de suelo	Inceptisol
Ph	5.2 y 6.3

Fuente: (Estación metereológica UEB, 2025).

- **Zona de vida**

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

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

Variedades de cebada

Bioestimulantes

3.2.2. Factores en estudio

- **FA:** Cinco variedades de cebada

A1: Palmira

A2: Guaranga

A3: Alfa

A4: Andreia

A5: Cañicapa

- **FB:** Sistemas de fertilización

B1: Calcio Boro (1.2 l/ha en 400l)

B2: Acido húmico + fitohormona + vitamina B12 (0.75 l/ha en 300l)

B3: Sin fertilización foliar

3.2.3. Tratamientos

Se utilizó las siguientes combinaciones de los factores AxB (5x3) según el siguiente detalle:

N°	CÓDIGO	DETALLE
T1	a1b1	Palmira + Calcio boro
T2	a1b2	Alfa + Calcio boro
T3	a1b3	Andreia + Calcio boro
T4	a1b4	Guaranga + Calcio boro
T5	a1b5	Cañicapa + Calcio boro
T6	a2b1	Palmira + Ácidos húmicos
T7	a2b2	Alfa + Ácidos húmicos
T8	a2b3	Andreia + Ácidos húmicos
T9	a2b4	Guaranga + Ácidos húmicos
T10	a2b5	Cañicapa + Ácidos húmicos
T11	a3b1	Palmira + Sin fertilización
T12	a3b2	Alfa Sin + fertilización
T13	a3b3	Andreia + Sin fertilización
T14	a3b4	Guaranga + Sin fertilización
T15	a3b5	Cañicapa + Sin fertilización

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Tipo diseño de Bloques Completos al Azar DBCA en arreglo factorial 5x3 con 3 repeticiones, en parcela dividida.

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Análisis del suelo**

Previo a la implementación del experimento, se realizó un análisis químico completo del suelo, con el objetivo de determinar la disponibilidad de macro y micronutrientes esenciales. La toma de muestra se efectuó un mes antes de la siembra en el área destinada al ensayo, permitiendo caracterizar las condiciones nutricionales iniciales del sitio experimental.

- **Preparación del suelo**

Se ejecutó con maquinaria agrícola, iniciando con un pase de arado para romper la capa compactada del suelo, seguido de dos pasadas de rastra que facilitó el desmenuzamiento de los terrones. Esta labor se llevó a cabo dos semanas antes de la siembra y teniendo como finalidad mejorar la aireación del suelo, facilitar el establecimiento radicular, e incorporar malezas y residuos de cultivos anteriores.

Se realizó un trazado con cal, para delimitar las unidades experimentales dentro del área total del ensayo y con estacas para separar cada repetición.

- **Siembra**

La siembra se realizó de manera manual bajo el sistema al voleo, distribuyendo equitativamente la semilla de cada una de las cinco variedades de cebada en sus respectivas parcelas, según el diseño experimental establecido. Se utilizó una dosis de siembra de 120 kg/ha. Posteriormente, se realizó el tapado de la semilla manualmente con rastrillos y azadones, asegurando una cobertura homogénea y una profundidad de siembra no mayor a 5 cm, condiciones necesarias para una emergencia uniforme.

- **Codificación de unidades experimentales**

Para facilitar el control y monitoreo del experimento, en cada unidad experimental se colocó letreros visibles. Utilizando carteles blancos resistentes a la intemperie, en los cuales se especificó los tratamientos correspondientes, incluyendo tanto la variedad de cebada como el tipo de fertilización foliar aplicado, permitiendo así un seguimiento preciso durante todo el ciclo del cultivo.

- **Control de malezas**

Se empleó el método químico mediante la aplicación foliar del herbicida Metsulfuron-metil, de 1 gramo disuelto en 20 litros de agua. La aplicación se realizó a los 27 días después de la siembra (dds), utilizando una boquilla de abanico para asegurar una distribución uniforme sobre el follaje de las malezas emergidas.

- **Fertilización**

Durante la siembra se aplicó fertilización de base con una fórmula completa 10-30-10 + Sulphomag, en dosis de 50 kg/ha y 150 kg/ha respectivamente, con el fin de aportar nutrientes esenciales en las primeras fases de desarrollo. Posteriormente, se realizó una fertilización complementaria nitrogenada utilizando urea, aplicada en la etapa de macollamiento con una dosis de 100 kg/ha, para estimular el crecimiento vegetativo y el desarrollo del macollo.

En cuanto a la fertilización foliar, se aplicó dos tratamientos conforme a las recomendaciones técnicas de los productos utilizados:

- En el primer tratamiento se aplicó calcio boro a una dosis de 1.2 litros por hectárea.
- El segundo tratamiento incluye ácido húmico combinado con fitohormonas, aplicado a razón de 0.75 litros por hectárea.

Ambos tratamientos foliares se aplicaron en dos momentos críticos del desarrollo fenológico del cultivo: posterior al macollamiento y durante el llenado de grano, respectivamente, con el objetivo de mejorar la asimilación de nutrientes y el rendimiento del cultivo.

- **Control de plagas**

El control de plagas se aplicó cuando se evidencio la presencia de pulgón en el cultivo, para lo cual se empleó un insecticida a base de lambda cyalotrina en dosis de 0.25l/ha.

- **Control de enfermedades**

Se implementó un tratamiento fitosanitario utilizando un fungicida que contenga propiconazole como ingrediente activo en una dosis de 250 cc/ha. La mezcla se aplicó directamente sobre el follaje, garantizando una cobertura uniforme en todo

el dosel vegetal para reducir la incidencia y severidad de patógenos que comprometen la funcionalidad de las hojas.

- **Cosecha**

La recolección del grano se llevó a cabo de forma escalonada, en función del grado de madurez fisiológica alcanzado por cada parcela. Para ello, se efectuó un monitoreo cada 15 días a partir del cambio de color de las espigas, indicando su transición a madurez comercial. La cosecha se realizó de manera manual con el uso de hoz, asegurando la integridad del grano y la no mezcla entre tratamientos.

- **Trilla**

La separación del grano de las espigas se realizó utilizando una trilladora mecánica, lo que permitió efectuar el proceso de manera eficiente y uniforme. Teniendo cuidado en evitar la mezcla entre las semillas procedentes de las distintas parcelas, garantizando así la pureza de cada tratamiento.

- **Secado**

Se realizó de manera natural en un tendal, exponiéndolo al aire libre bajo condiciones controladas hasta alcanzar un contenido de humedad del 14 %. Este valor se verificó utilizando un higrómetro portátil, lo que aseguró la calidad del grano para su posterior almacenamiento.

- **Aventado**

Para eliminar restos de impurezas como fragmentos de espiga, polvo y otros materiales ligeros derivados del proceso de trilla, se procedió al aventado, aprovechando corrientes de aire, obteniendo como resultado un grano limpio y apto para almacenamiento o análisis.

- **Almacenamiento**

Las semillas limpias y completamente secas fueron debidamente identificadas y almacenadas en sacos apropiados, ubicados en un ambiente fresco, seco y bien

ventilado. Teniendo como finalidad preservar la calidad del grano y evitar la aparición de plagas almacenadas, especialmente del gorgojo.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)**

Se evaluó mediante forma visual las plántulas emergidas dentro de cada unidad experimental, a los 18 días después de la siembra. Utilizando una escala de evaluación.

Escala	Descripción
Buena	81 – 100% plantas germinadas
Regular	60-80 % plantas germinadas
Mala	< 60 % plantas germinadas

Fuente: (Lasluisa, 2022)**.**

- **Número de plantas por metro cuadrado (PMC)**

Se realizó mediante conteo directo de plántulas emergidas en una muestra aleatoria dentro de cada unidad experimental, utilizando un cuadrante de 1 m x 1 m a los 18 días después de la siembra.

- **Número de macollos por planta (NMP)**

Se tomó un promedio del número de macollos de 10 plantas seleccionadas al azar dentro de cada unidad experimental, previo al inicio del espigamiento.

- **Incidencia y severidad de enfermedades foliares (ISEF)**

La incidencia se determinó como el porcentaje de plantas afectadas en un área de 1 m^2 dentro de cada parcela.

La severidad se evaluó con una escala de 1 a 10, donde 1 indica daño mínimo y 10 daño severo.

- **Días de espigamiento (DE)**

Se evaluó mediante forma visual en relación al número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas presenten espigas emergidas, en cada unidad experimental.

- **Altura de la planta (AP)**

Se midió la altura de 10 plantas seleccionadas al azar en cada parcela neta, utilizando un flexómetro para registrar la distancia desde la base del tallo hasta la punta de la espiga, en la etapa de maduración fisiológica.

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

Se realizó la medición en 10 plantas seleccionadas al azar en cada unidad experimental, utilizando un flexómetro para registrar la distancia desde la base del raquis hasta la espiguilla terminal de la espiga, durante la etapa de maduración fisiológica.

- **Acame de tallo (AT)**

Se determinó el porcentaje de plantas acamadas en cada parcela neta. Se consideró acame de tallo cuando este se doble a la altura de su parte media. Para la evaluación, se tomó dos muestras por parcela utilizando una regla.

- **Acame de raíz (AR)**

Se evaluó el porcentaje de plantas acamadas en cada parcela neta. Se consideró acame de raíz cuando la planta se incline desde la base y se tomó dos muestras con la ayuda de una regla.

- **Días a la cosecha (DC)**

Se registró el tiempo (en días) desde la siembra hasta la madurez comercial, momento en el cual el grano presentó un 14% de humedad.

- **Grano quebrado (GQ)**

Se determinó el porcentaje de grano dañado en 4 muestras de 100 g de grano por parcela. En cada muestra se realizó el conteo de los granos quebrados.

- **Color del grano (CG)**

Se determinó visualmente comparándolo con una escala de colores estándar para cebada.

- Blanco 1
- Crema 2
- Amarillo 3
- Otros 4

Fuente: (Naranjo, 2023)**.**

- **Tamaño de grano (TG)**

Se tomó una muestra de 400 gramos de grano seco y limpio de cada uno de los tratamientos, posterior a lo cual se pasó por una criba de 2,5mm de diámetro, separando el grano grueso del grano fino. Posteriormente se realizó el cálculo de porcentaje de grano grueso con la utilización de la siguiente ecuación:

Gg= peso del grano grueso/ peso de la muestra x 100

- **Peso hectolítrico (PH)**

Se evaluó con una balanza de peso hectolítrico, donde se empleó una muestra de 1 kg de cada parcela, dato que se expresó en kg/hl.

- **Rendimiento total en kg**

kg por parcela: Se pesó la producción total obtenida en cada unidad experimental.

kg por hectárea: Se estimó con la siguiente fórmula:

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

R = Rendimiento en kg/ha al 14% de humedad

PCP = Peso de campo por parcela en kg

ANC = Área neta cosechadas en metro lineal

HC = Humedad de cosecha (%)

HE = Humedad estándar al 14%

3.2.7. Análisis de datos

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

Fuentes de variación	GL
Bloques (r-1)	2
FA: Variedades de cebada	4
FB: Sistemas de fertilización	2
FA x FB	8
EExp (r-1) (t-1)	28
Total (t x r)-1	44

- Prueba de Tukey al 5% para promedios de tratamientos y FA, FB, AxB y factores en estudio.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.
- Análisis económico en la relación Beneficio/ Costo.

Estas pruebas se realizaron empleando el software InfoStat, y teniendo como insumo la base de datos incluida en el Anexo 4.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Interpretación de resultados

4.1.1. Factor A: Variedades de cebada

Tabla 1.

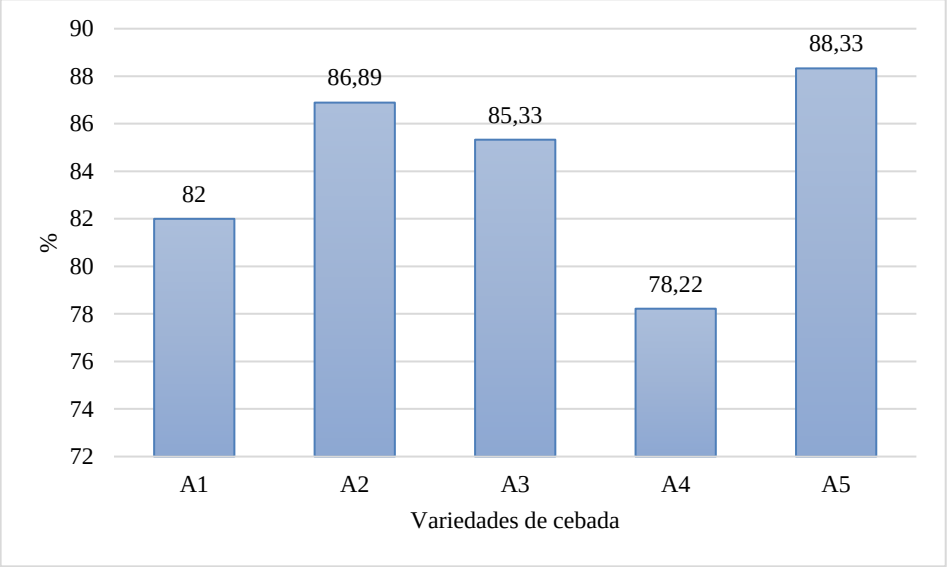
Resultados del análisis de varianza y de la prueba de Tukey al 5% del Factor A (variedades de cebada) para: porcentaje de emergencia en el campo (PEM), número de plantas por metro cuadrado (NPM), número de macollos por planta (NMP) incidencia de plagas y enfermedades (I), severidad de plagas y enfermedades (S), días al espigamiento (DE), altura de la planta (AP), longitud de la espiga (LE), días a la cosecha (DC), grano quebrado (GQ), peso hectolítrico (PH), tamaño del grano (TG), peso campo parcela (PCP), rendimiento en kg/ha (RH).

Variables	**Factor A Variedades de cebada**					
	A1	A2	A3	A4	A5	CV
PEM (*)	82 AB	86.89 B	85.33 AB	78.22 A	88.33 B	7.41
NPM (*)	157 A	193.44 AB	203 B	165.44 AB	174.67 AB	16.80
NMP (NS)	9 A	9 A	9 A	9 A	10 A	5.16
I (**)	29.56 B	44.61 C	18.56 A	23.61 A	38.78 C	13.80
S (NS)	46.67 A	47.78 A	52.22 A	47.78 A	50 A	11.41
DE (**)	65 A	72 B	80 D	72 B	78 C	1.16
AP (**)	81.29 C	83.94 D	65.61 A	78.07 B	106.5 E	1.11
LE (**)	5.78 A	6.62 C	6.12 B	8.04 D	8.60 E	1.46
DC (**)	117 B	120 C	133 D	120 C	115 A	1
GQ (**)	2.50 BC	3.47 D	1.88 AB	3.24 CD	1.63 A	23.21
PH (**)	70.24 C	67.38 AB	69.34 BC	67.48 ABC	65.17 A	2.97
TG (**)	94.66 CD	93.12 BC	87.24 A	89.44 AB	97.16 D	3.13
PCP (**)	4.37 B	4.43 B	4.16 B	4.05 AB	3.38 A	12.21
RH (**)	4368.14 B	4434.22 B	4161.25 B	4048.78 AB	3375.35 A	12.24

Nota. NS: No significativo; *Significativos al 5%; **Altamente significativos al 1%; CV: coeficiente de variación; Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Figura 1.

Porcentaje de emergencia en campo



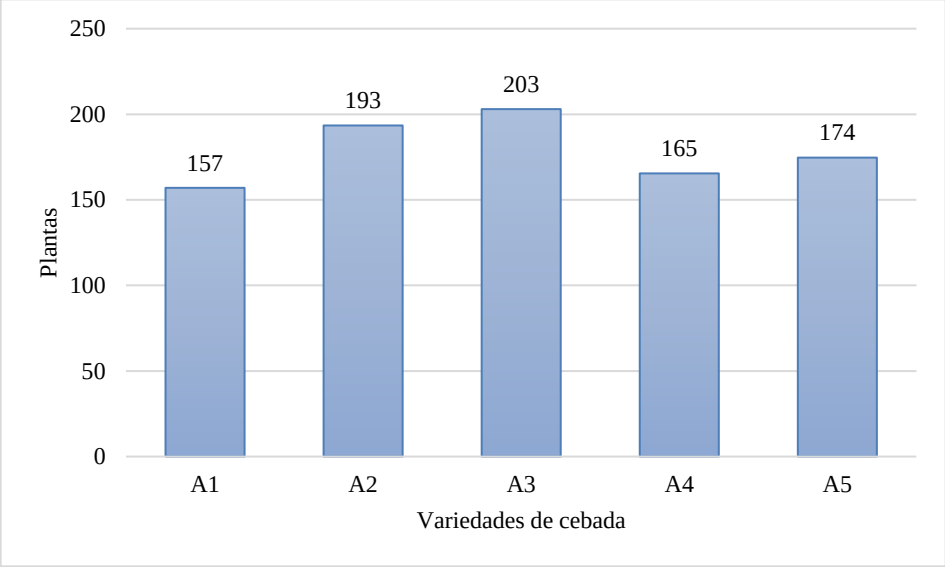
En la tabla 1 y Figura 1, se evidencian diferencias estadísticas para el porcentaje de emergencia en campo (PEC) entre las variedades de cebada, encontrándose en la variedad de cebada A5, correspondiente a la variedad Cañicapa el valor más alto, con 88.33%, mientras que el menor porcentaje se presentó en A4 correspondiente a la variedad Guaranga, con 78.22%, y un CV de 7.41%.

En la presente investigación el porcentaje de emergencia en el campo, se vio afectado por las características varietales de cada una de las variedades, y la calidad de la semilla empleada para la siembra, en donde se puede observar que, desde el punto de vista fisiológico, Cañicapa generó una mejor germinación y vigor de plántulas, que le permitieron fortalecer su emergencia frente a los diferentes factores abióticos, en comparación de las demás.

Para el proceso de emergencia, es fundamental considerar la calidad de la semilla a ser sembrada, evaluando aspectos tales como viabilidad, vigor, tamaño y desinfección, ya que esto garantizará una germinación eficiente, dando lugar a una planta robusta y saludable (Santillán, 2025).

Figura 2.

Número de plantas por metro cuadrado



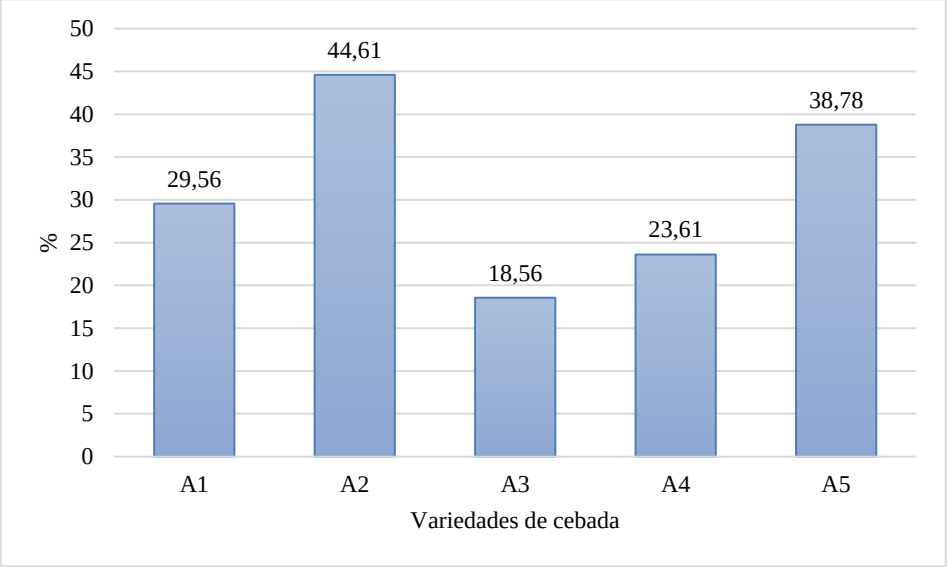
El número de plantas por metro cuadrado (NPCM) presentó diferencias estadísticas entre las variedades de cebada. La variedad A3 Andreia alcanzó la mayor densidad con 203 plantas/m², mientras que la variedad A1 Palmira registró la menor con 157 plantas/m², con un CV de 16.80% (Tabla 1 y Figura 2).

En el presente estudio se utilizó una densidad de 120kg/ha de semilla de cebada, bajo esta condición la variedad Andreia, mostró una mejor adaptación genética y fisiológica a las características de la zona agroecológica, esta densidad permitió disminuir la competencia por nutrientes, favoreciendo el desarrollo de plántulas más vigorosas y bien nutridas, lo que se tradujo en un establecimiento uniforme y en un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles durante las etapas iniciales de crecimiento.

La densidad de siembra en cebada permite incidir directamente en la productividad del cultivo, ya que su densidad retribuye directamente en la competencia por suelo, luz solar, el agua y los nutrientes. Esta competencia resulta en plantas más débiles, menos vigorosas y la disminución en variables productivas como el tamaño del grano y rendimiento (Santi, 2024).

Figura 3.

Incidencia de plagas y enfermedades



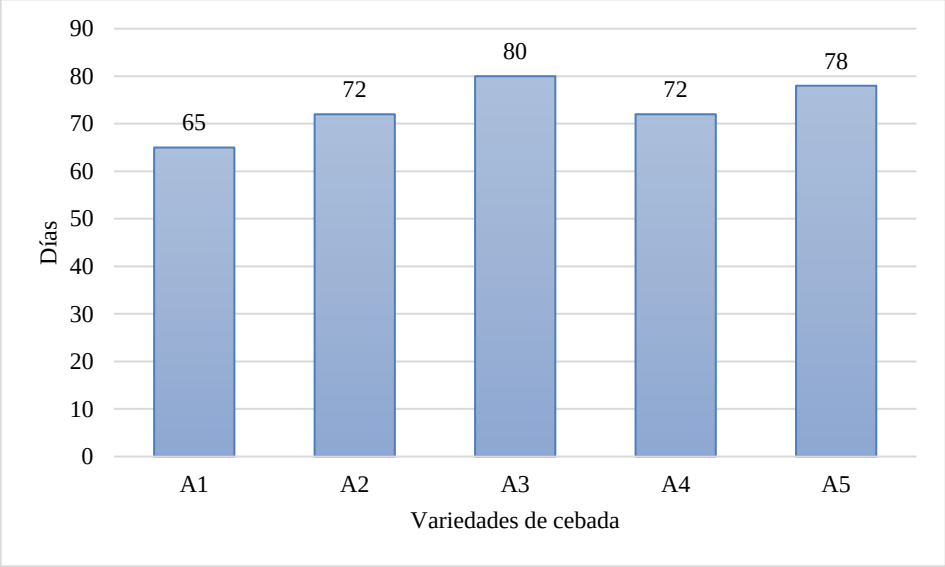
La incidencia de plagas y enfermedades presenta diferencias estadísticas. La variedad A3 Andreia obtuvo el valor más bajo, con 18.56%, y A2 Alfa con 44.61% obtuvo el valor más alto, con un CV de 13.80% (Tabla 1 y Figura 2).

En el estudio realizado, todas las variedades fueron sembradas bajo las mismas condiciones y con una desinfección de semillas uniforme, en este contexto la variedad Andreia fue la que presentó mayor resistencia debido a sus diferencias genéticas y fisiológicas, que permiten activar con mayor eficiencia sus mecanismos de defensa y tener tejidos más fuertes con una mejor absorción de nutrientes reforzando su tolerancia a los ataques de enfermedades.

Algunos factores que influyen en la incidencia de plagas y enfermedades, pueden estar relacionados a la sanidad de la semilla, la humedad, la heterogeneidad edáfica, las condiciones ambientales, y el manejo agronómico del cultivo, aspectos que pueden generar un aumento o disminución en el rendimiento, en base al nivel de incidencia de plagas y enfermedades (Lara et al., 2024).

Figura 4.

Días al espigamiento



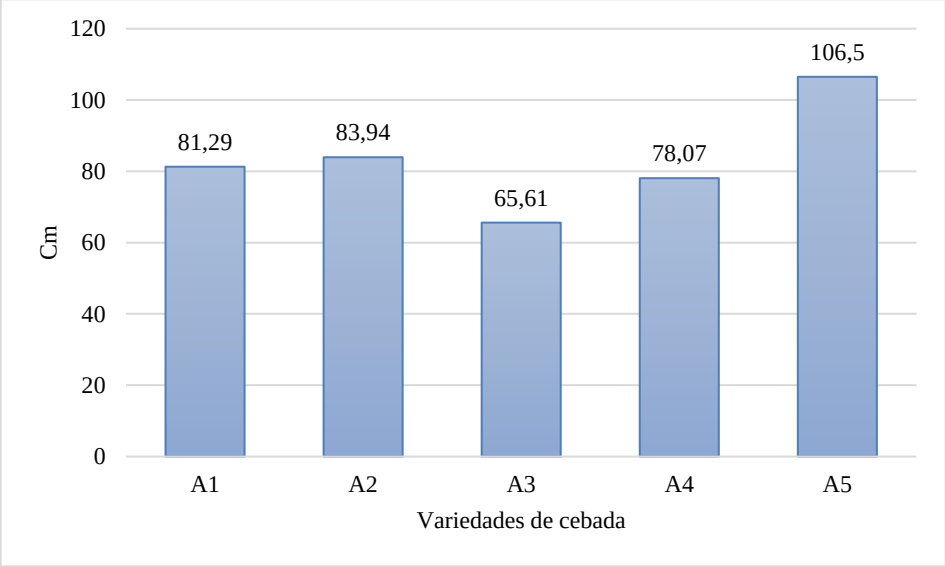
En la Tabla 1 y Figura 4 se observan los valores que evidencian diferencias estadísticas entre las variedades de cebada en los días al espigamiento. Palmira registró el menor valor con 65 días, mientras que A3 Andreia obtuvo el mayor valor con 80 días, y un CV 1.16%.

En la presente investigación la variedad Palmira presentó un espigamiento temprano, lo cual puede estar asociado a un menor requerimiento de horas frío y sensibilidad al fotoperiodo, lo que favorece una transición rápida de la fase vegetativa a la reproductiva, estas características genéticas le permiten acelerar su desarrollo frente a otras variedades, incluso bajo condiciones ambientales similares, mostrando una adaptación más eficiente a las condiciones de la zona agroecológica, aspecto que puede ser de interés en procesos que le permiten a la planta escapar de eventos extremos como sequía.

El espigamiento en cebada está estrechamente relacionado con los genes de la vernalización y el fotoperiodo tanto como otros factores: la temperatura, suelo, riego, variedad y su relación con la capacidad fotosintética de las hojas, los mismos que influyen en su desigualdad o uniformidad en los días al espigamiento (Amaguaya, 2022).

Figura 5.

Altura de la planta



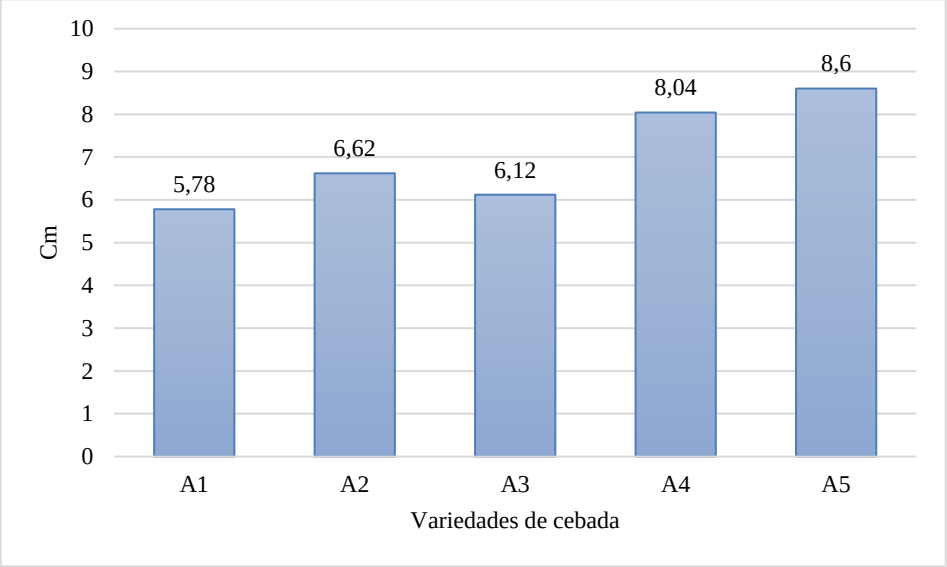
Se observaron diferencias estadísticas entre las variedades de cebada en lo referente a su altura de la planta (Tabla 1 y Figura 5). La variedad A5 Cañicapa alcanzó la mayor altura con 106.5 cm, por el contrario, la menor altura se presentó en A3 Andreia con 65.61 cm, con un CV de 1.11%.

En el estudio realizado, la variedad Cañicapa presentó un mayor crecimiento vegetativo, lo cual puede estar relacionado con una mejor adaptación genética y aprovechamiento de nutrientes, que influyen directamente en la elongación del tallo y el crecimiento total de la planta, además se debe considerar que esta variedad pertenece al grupo de las cebadas forrajeras, las mismas que por naturaleza mantienen una arquitectura de la planta con mayor fortaleza y altura en sus tallos.

La altura de la planta en cebada se debe a, la humedad, características del suelo, el aporte de nutrientes, el nivel de agua útil, condiciones ambientales, la variedad empleada, la ausencia de estrés durante el ciclo del cultivo y el desarrollo vegetativo, siendo determinante la capacidad de interceptar luz solar y acumular biomasa, aspectos que repercuten directamente en el rendimiento y calidad del cultivo (Donadio & Fernández, 2024).

Figura 6.

Longitud de la espiga



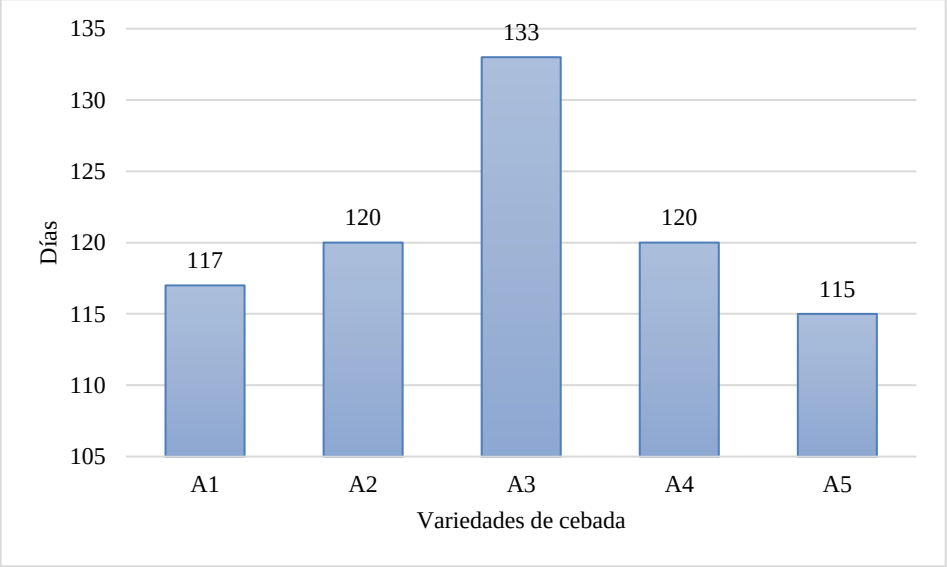
La Tabla 1 y Figura 6 muestra diferencias estadísticas en la longitud de la espiga entre las variedades de cebada. La variedad A5 Cañicapa destacó con la mayor longitud, alcanzando los 8.6 cm, mientras que la menor longitud se registró en A1 Palmira con 5.78 cm y con un CV de 1.46%.

Dentro del estudio, la variedad Cañicapa presentó una mayor longitud de espiga, lo que puede atribuirse a su potencial genético y a una mejor eficiencia en el aprovechamiento de nutrientes, factores que favorecen un desarrollo prolongado. Estas características le permitieron generar espigas más largas en comparación con las demás variedades.

La longitud de la espiga depende de la variedad, la densidad de siembra, la fertilización y el uso de nutrientes, esto interfiere con el desarrollo de las espigas lo que puede incidir de manera favorable en el rendimiento final del cultivo (Quela, 2024)**.**

Figura 7.

Días a la cosecha



En la Tabla 1 y Figura 7, se evidenciaron diferencias estadísticas entre las variedades de cebada respecto a la variable Días a la cosecha. La variedad A5 Cañicapa registró el menor número de días, con 115, indicando una cosecha más temprana, mientras que la variedad A3 Andreia presentó el mayor número de días, alcanzando los 133, con un CV del 1%.

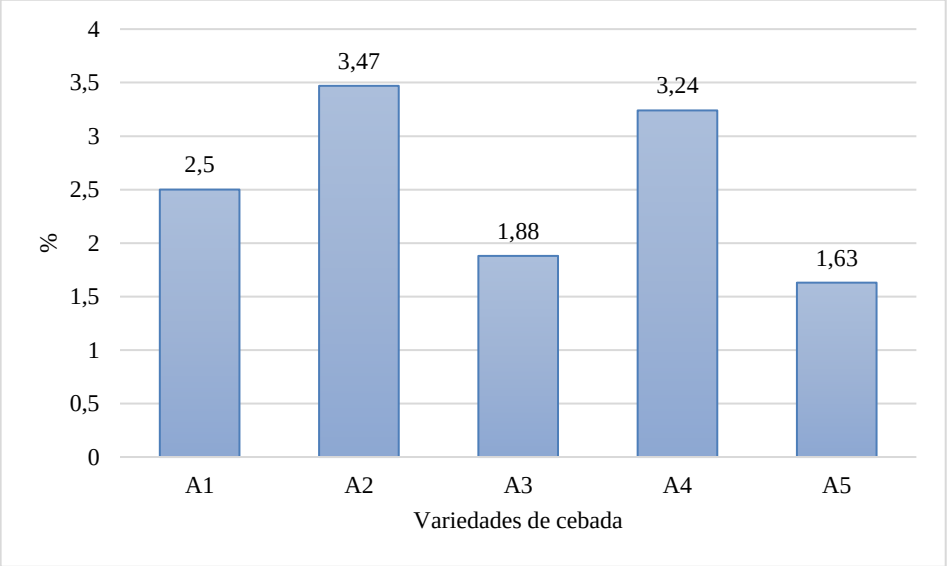
En la presente investigación se observó, que los días a la cosecha fueron influenciados por las condiciones climáticas y el diferente comportamiento de las variedades. Los resultados indican que la variedad Cañicapa se caracteriza por su precocidad en la cosecha, lo cual representa una ventaja en sistemas donde se busca acortar el ciclo agrícola. En cambio, A3 Andreia presentó un ciclo más prolongado, lo que podría estar relacionado con su expresión genética y requerimientos mayores en condiciones de campo, además que la misma es un material introducido desde otras latitudes del planeta en donde las condiciones son diferentes.

La precocidad es fundamental en los días a la cosecha. La precocidad o tardanza en la cosecha está directamente relacionada con la interacción entre genotipo y ambiente, siendo determinante en la planificación de siembras, elección del cultivar, las densidades de siembra, las condiciones climáticas y estimación de

rendimientos, aspectos fundamentales para la sostenibilidad productiva del cultivo (Da Silva & Dietz, 2022).

Figura 8.

Grano quebrado



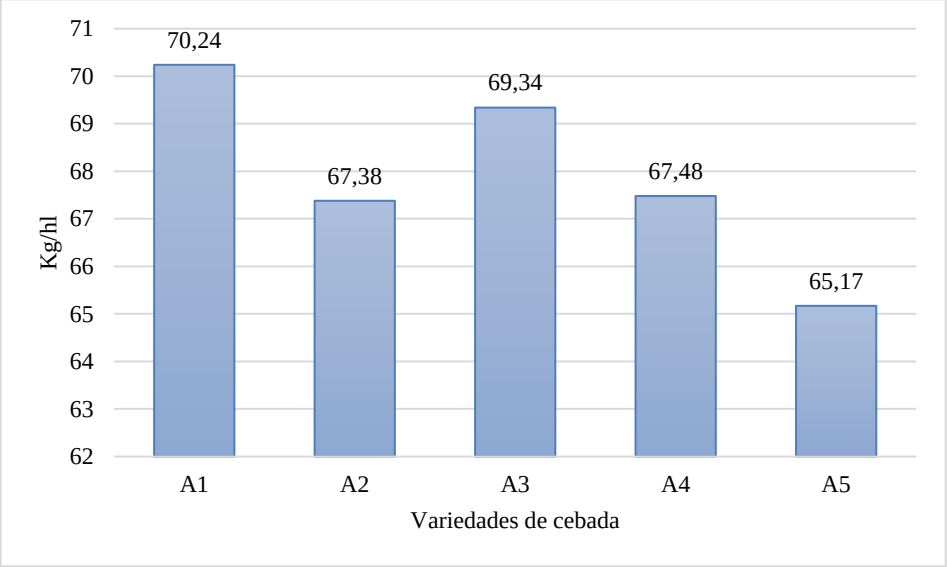
Para el grano quebrado (Tabla 1 y Figura 8), se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades de cebada. La variedad A5 Cañicapa obtuvo el menor valor con 1.63% y la variedad A2 Alfa el valor más alto con 3.47%, con un CV de 23.21%.

En el trabajo desarrollado, el porcentaje de grano quebrado esta influenciado por la humedad de los granos en el proceso de cosecha y trilla, donde se evidencia que Cañicapa posee una mejor calidad del grano orientado a soportar de mejor manera el mecanismo de trilla en cilindros metálicos; además de eso soporta eficientemente el manejo postcosecha, permitiendo generar un menor daño físico del grano frente a las demás.

El grano quebrado está relacionado a factores de temperatura y humedad durante el secado, además de factores climáticos durante el desarrollo pueden influenciar en el incremento del porcentaje de grano partido (Borja et al., 2023).

Figura 9.

Peso hectolítrico



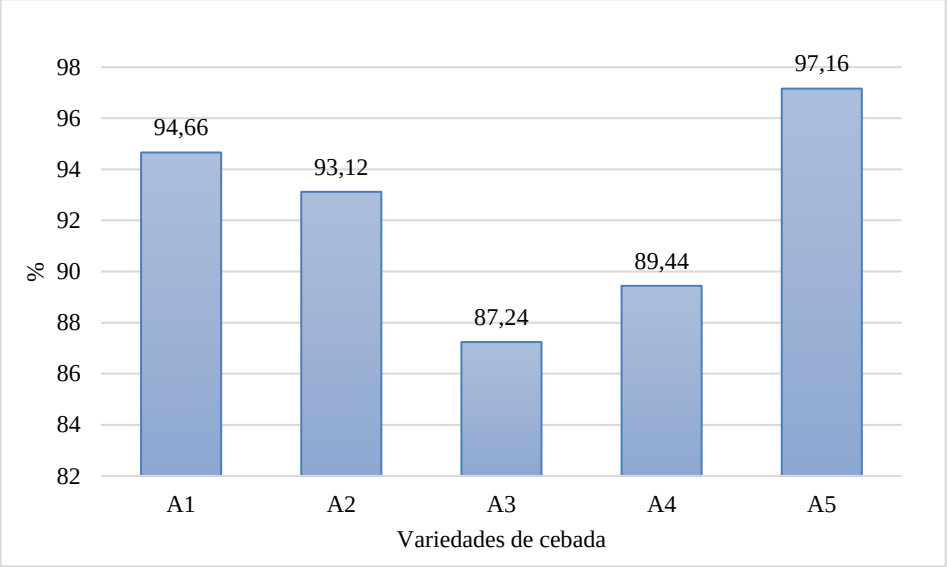
En la Tabla 1 y Figura 9, se observan diferencias estadísticas entre las variedades de cebada en cuanto al peso hectolítrico. El mayor peso se registró en la variedad A1 Palmira siendo 70.24 kg/hl, mientras que el valor el más bajo es 65.17 kg/hl y se encuentra en la variedad A5 Cañicapa, con un CV de 2.97%.

En el presente trabajo el peso hectolítrico fue afectado por factores como la genética de la variedad y la humedad obtenida en el secado del grano, sin embargo, la variedad Palmira obtuvo un mayor peso hectolítrico, tratándose de una característica que en general puede ser apetecida a la hora de una transformación agroindustrial que podría generar una tasa de conversión harinera alta.

Un alto peso hectolítrico a menudo resulta de una trilla intensa que elimina las cáscaras de los granos. Esto puede causar problemas de humedad y calidad en la malta. En cebada, no existe una relación sólida entre el peso hectolítrico y la calidad en términos de sustancia seca, almidón o proteína (Zalba, 2023).

Figura 10.

Tamaño del grano



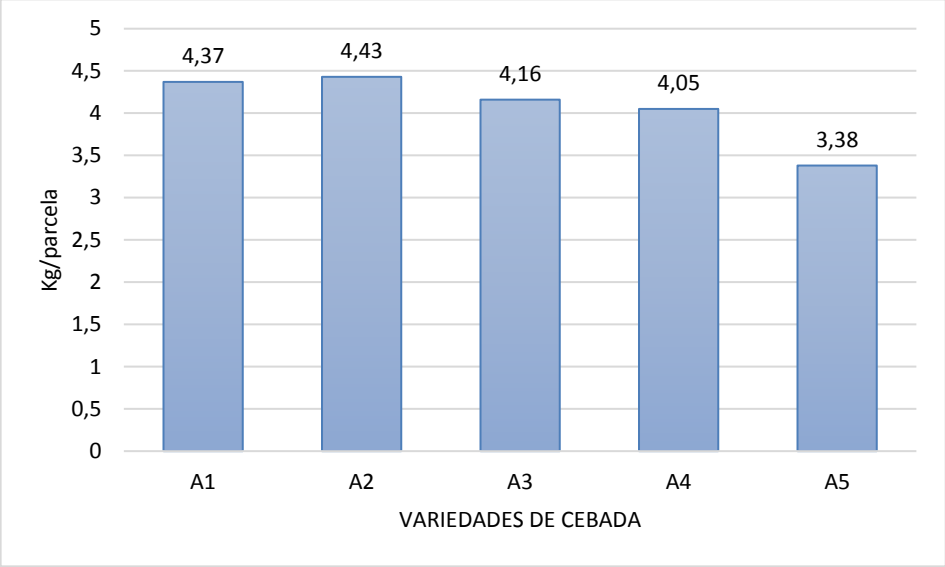
En la Tabla 1 y Figura 10 se observa diferencias estadísticas en el tamaño del grano de las distintas variedades de cebada, teniendo, en la variedad A5 Cañicapa el mayor valor con 97.16%, de grano grueso superior al 2.5mm, destacándose como la de mayor tamaño de grano. La variedad A3 Andreia presentó valores bajos con 87.24% de grano con calibre mayor a 2.5mm, con un CV de 3.13%.

En la presente investigación el tamaño del grano está relacionado con la interacción genotipo ambiente, la integridad del grano y otros factores como la densidad, por lo cual Cañicapa tuvo una mejor adaptación a la zona agroecológica y a la densidad de siembra, debido a estas características y al tener menor porcentaje de grano quebrado favoreció un mayor porcentaje de grano grueso.

El tamaño del grano puede ser afectado por la absorción de agua, la desigualdad en el proceso de germinación, diferencia en días al espigamiento, el llenado del grano, la misma composición del grano (en forma y propiedades físico- químicas), el contenido de proteína y la homogeneidad del grano, así mismo el grano pequeño está relacionado con un bajo contenido de almidón y alto contenido de proteína (Otero, 2022).

Figura 11.

Peso kg/parcela



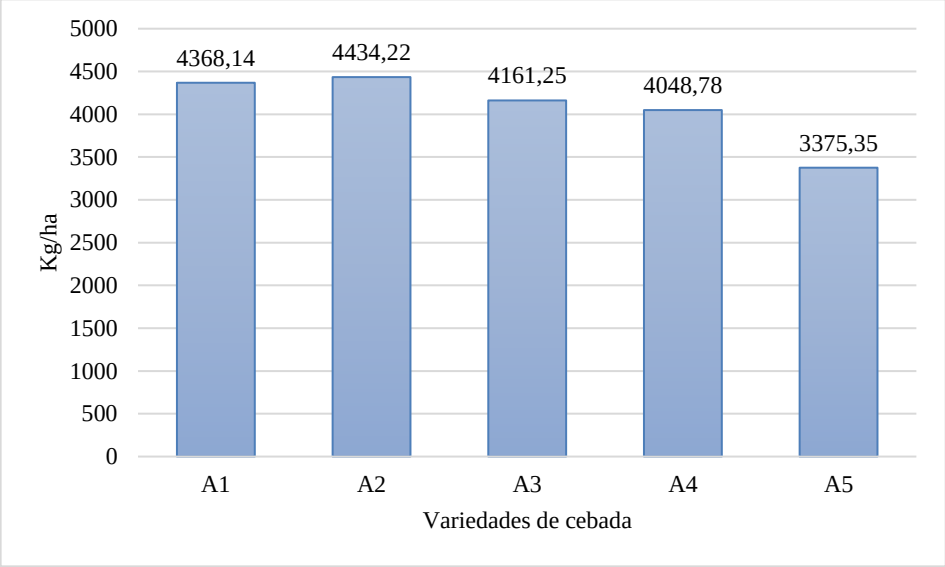
La evaluación del rendimiento total por parcela (kg/parcela) evidenció diferencias significativas entre las distintas variedades de cebada. La variedad A2 Alfa, alcanzó el mayor valor productivo con 4.43 kg/parcela, mientras que la variedad A5 Cañicapa, registró la producción más baja, con 3.38 kg/parcela, y con un CV de 12.21%. (Tabla 1 y Figura 11).

En el presente estudio, el peso kg/parcela se vio afectado por factores como la menor adaptación al ambiente o la menor productividad de la variedad en las condiciones del experimento, en donde se puede observar que desde el punto productivo Alfa posee un mayor potencial bajo las condiciones del ensayo, al mantener mejores caracteres agronómicos, que en su conjunto pudieron haber sido los causantes de incrementar volumen de cosecha, teniendo además en cuenta que esta variedad es de tipo exástico.

Los rendimientos en Kg/parcela se deben a factores de preparación del suelo, densidades de siembra, variedades de cebada, tamaño de la espiga, tamaño del grano, incidencia a plagas y enfermedades y resistencia a enfermedades, estos factores afectan directamente a la producción en kg/parcela (Ponce et al.,2020).

Figura 12.

Rendimiento en kg/ha



En el rendimiento (kg/ha) mostró diferencias estadísticas significativas entre las variedades de cebada. (Tabla 1 y Figura 12) La variedad A2 Alfa registra una mayor producción con 4434.22 kg/ha, mientras que la variedad A5 Cañicapa produjo 3375.35 kg/ha, evidenciando un menor potencial productivo, con un CV 12.24%.

En la ejecución de esta investigación el rendimiento kg/ha es influenciado por la interacción entre el genotipo y las condiciones de cultivo, mostrando que Alfa alcanzó un rendimiento elevado, contando con mayor estabilidad productiva y capacidad de respuesta frente a las diferentes condiciones agronómicas, lo que permite una mayor producción de cebada, ubicándose ligeramente superior en rendimiento a lo establecido en su ficha técnica de liberación.

El rendimiento en kg/ha está vinculado a la densidad de siembra, la fecha de siembra, ciclo del cultivo, variables climáticas, etc., también depende de variables genéticas como variedades mejoradas y características varietales tales como la altura de la planta, el tamaño de la espiga, el número de granos por espiga y dala capacidad de adaptación de los cultivares (Barata & Massaccesi, 2023).

4.1.2. Factor B: Sistemas de fertilización

Tabla 2.

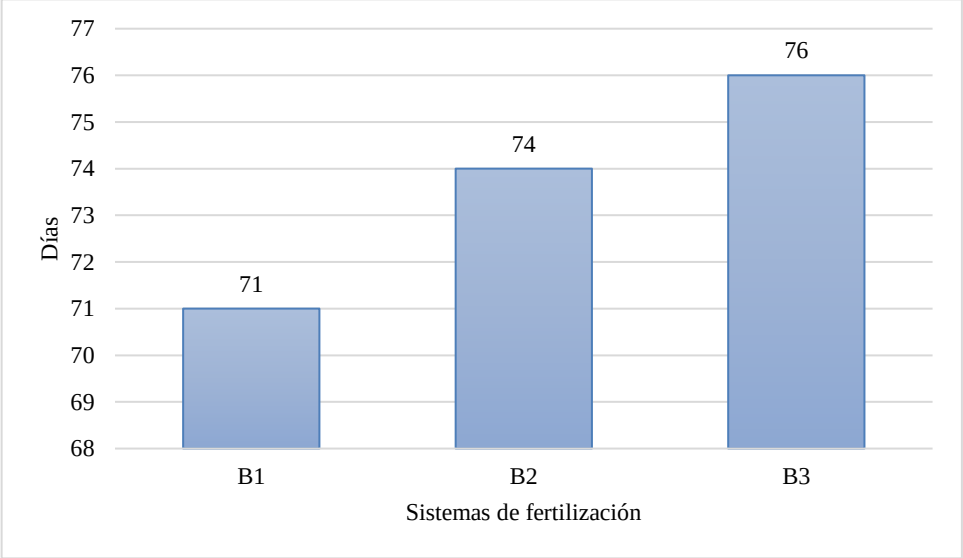
Resultados del análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% en las características agronómicas del Factor B (Sistemas de fertilización): porcentaje de emergencia en el campo (PEM), número de plantas por metro cuadrado (NPM), número de macollos por planta (NMP) incidencia de plagas y enfermedades (I), severidad de plagas y enfermedades (S), días al espigamiento (DE), altura de la planta (AP), longitud de la espiga (LE), días a la cosecha (DC), grano quebrado (GQ), peso hectolítrico (PH), tamaño del grano (TG), peso campo parcela (PCP), rendimiento en kg/ha (RH).

Variables	Factor B Sistemas de fertilización			
	B1	B2	B3	CV
PEM (NS)	86.07 A	81.40 A	85 A	7.41
NPM (NS)	182 A	175 A	179 A	16.80
NMP (NS)	9 A	9 A	9 A	5.16
I (NS)	30.57 A	31.53 A	30.97 A	13.80
S (NS)	49.33 A	48.67 A	48.67 A	11.41
DE (**)	71 A	74 B	76 C	1.16
AP (**)	82.31 A	82.29 A	84.64 B	1.11
LE (**)	7.18 C	7.04 B	6.88 A	1.46
DC (**)	119 A	121 B	123 C	1
GQ (*)	2.61 AB	2.89 B	2.13 A	23.21
PH (NS)	68.56 A	67.40 A	67.81 A	2.97
TG (NS)	92.09 A	92.92 A	91.96 A	3.13
PCP (NS)	4.12 A	4.05 A	4.07 A	12.21
RH (NS)	4118.89 A	4067.50 A	4046.26 A	12.24

Nota. NS: No significativo; *: Significativos al 5%; **: Altamente significativos al 1%; CV: coeficiente de variación; Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Figura 13.

Días al espigamiento



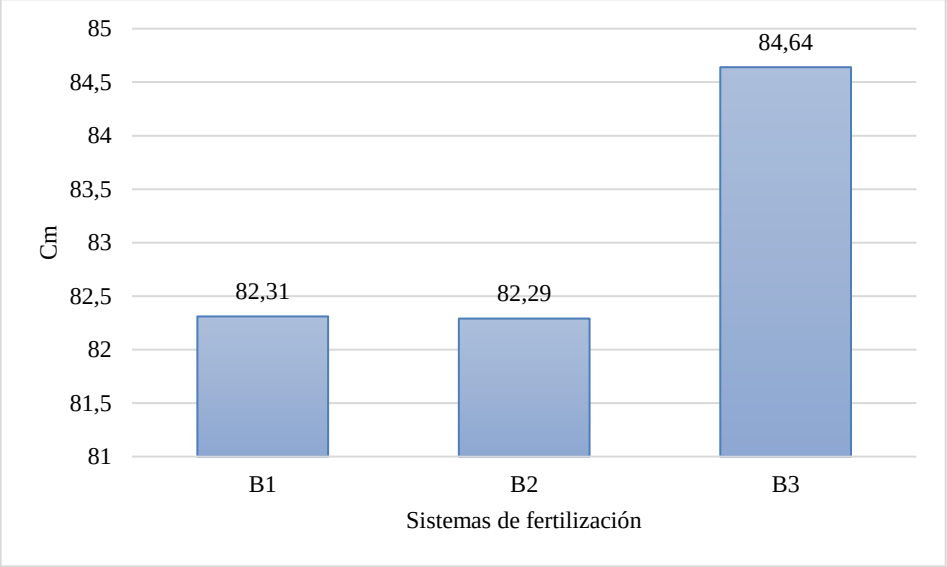
En la Tabla 1 y Figura 13 correspondientes a la variable días al espigamiento mostró diferencias estadísticas entre fertilizantes foliares. El fertilizante B1 (calcio boro) obtuvo un espigamiento más temprano, con 71 días y B3 (sin fertilización), registró el mayor tiempo de espigamiento, con 76 días, con un CV de 1.16%.

En el presente trabajo, los días al espigamiento fueron afectados por el sistema de fertilización y sus componentes, se evidencio que el fertilizante calcio boro, mejora la coordinación entre el crecimiento vegetativo y la formación de estructuras reproductivas. Estos resultados sugieren que la disponibilidad de nutrientes específicos no solo afecta la velocidad de maduración, sino también la uniformidad.

El calcio es un elemento que contribuye a mantener la firmeza de tallos, a regular la absorción de nutrientes mediante las membranas de células, siendo el calcio el elemento más utilizado previo a iniciar la floración. Mientras que el boro es esencial para el crecimiento y desarrollo de flores, también acelera la fecundación de los óvulos, la fijación de frutos y facilita el transporte de calcio, siendo estos elementos responsables de acelerar el tiempo de floración y asegurar un buen llenado de frutos, reduciendo así de manera indirecta los días al espigamiento (Farah et al., 2023).

Figura 14.

Altura de la planta



La altura de la planta en la Tabla 2 y Figura 14, se encontraron diferencias estadísticas que indican al B3 sin fertilización, como la mayor altura con 84.64 cm, y B2 ácidos húmicos, con 82.29 cm, mostró menor altura en plantas y con un CV de 1.11%.

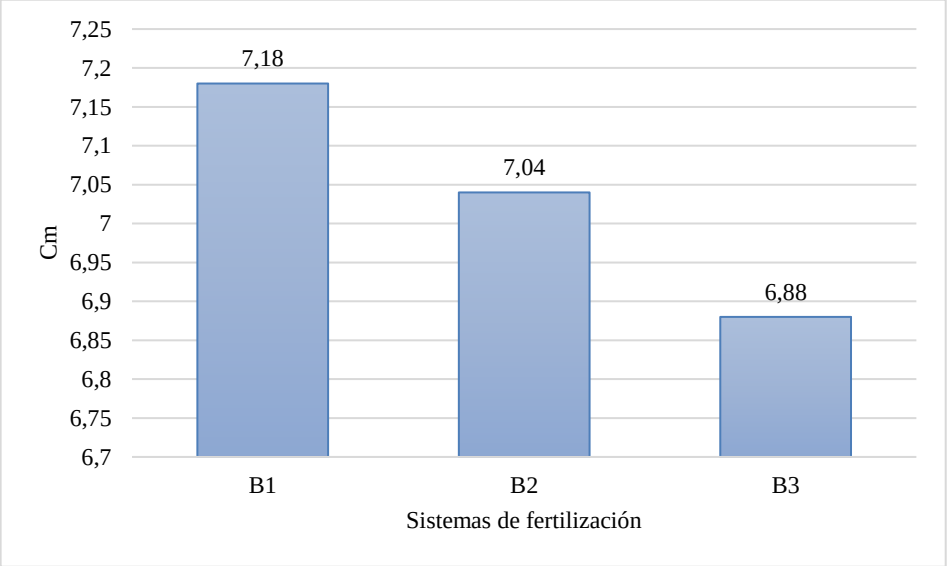
En este proyecto de estudio la altura de la planta es afectada por las características varietales, condiciones climáticas y la fertilización, por ello se puede inferir que la mayor altura de planta se obtuvo sin fertilización foliar complementaria, esta pequeña diferencia numérica y estadística puede deberse a que cuando se cuentan con los nutrientes esenciales complementarios la planta sigue desarrollando sus estructuras vegetales por un periodo más prolongado, mientras que las que contaron con fertilización foliar iniciaron su proceso reproductivo y de llenado de grado más tempranamente y por ende existió una disminución en su altura.

El crecimiento en altura está influenciado por diversos factores, tales como la calidad del suelo, la disponibilidad de nutrientes y las condiciones climáticas. Los requerimientos de boro pueden variar ente especies, unas son más tolerantes que otras, el boro en altas concentraciones afecta de manera negativa al crecimiento en altura de las plantas (Hernández et al., 2021).

La forma de aplicación de los ácidos húmicos afecta el desarrollo del cultivo, si se aplican de manera foliar no induce la actividad de la enzima H^+-ATPasa de la membrana plasmática, tampoco incrementa la concentración de hormonas como el ABA en la raíz y del IAA encargado del crecimiento de raíces laterales, sumado a la alteración y supresión de la microbiana que puede resultar en un retraso en el crecimiento en altura (Hita, 2021).

Figura 15.

Longitud de la espiga



En la longitud de la espiga se presentaron diferencias estadísticas como se muestra en la Tabla 2 y figura 15, el fertilizante foliar B1 mostró la mayor longitud con 7.18 cm y B3, que presentó la menor longitud de espiga, con 6.88 cm. Esto sugiere que, aunque B3 tuvo un mayor crecimiento en altura, su espiga fue más corta en comparación con los otros tratamientos, con un CV de 1.46%.

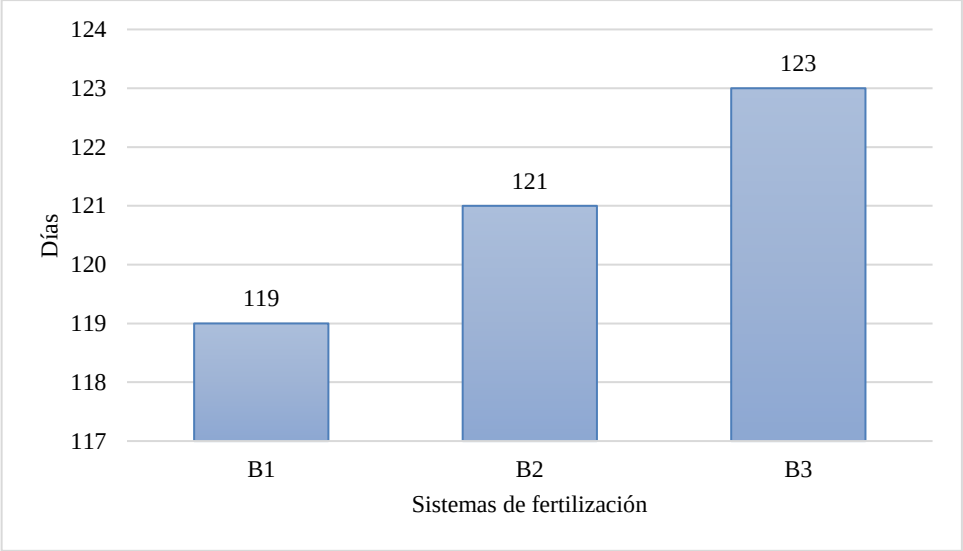
En esta investigación la longitud de la espiga está condicionada por las características de la variedad, y de manera fundamental por las condiciones y forma de aportar nutrientes durante su etapa reproductiva. Lo cual permitió evidenciar que el fertilizante foliar calcio boro aporta mayor resistencia a las condiciones climáticas de la zona agroecológica y a la vez brinda una adecuada disponibilidad de calcio que asegura tejidos más fuertes y rígidos, esto permite que el raquis se

alargue soportando un mayor peso, mientras que el boro provee energía que le permite incentivar e inducir una floración fuerte y asegurar un llenado de grano más uniforme.

La longitud de la espiga depende principalmente de la genética de la variedad y de las condiciones nutricionales durante la fase reproductiva. El calcio produce diferentes respuestas que favorecen la adaptación a el estrés abiótico, la sequía y el calor, esto mejora el rendimiento de los cultivos y su capacidad de desarrollo (Thor, 2019).

Figura 16.

Días a la cosecha



Según la Tabla 2 y Figura 16 en los días a la cosecha, mostró diferencias estadísticas entre los fertilizantes foliares. Siendo que B1 calcio boro, fue el que alcanzó la cosecha más temprano, con 119 días, por otro lado, B3 sin fertilización, presentó el mayor tiempo hasta la cosecha, con 123 días y con un CV de 1%.

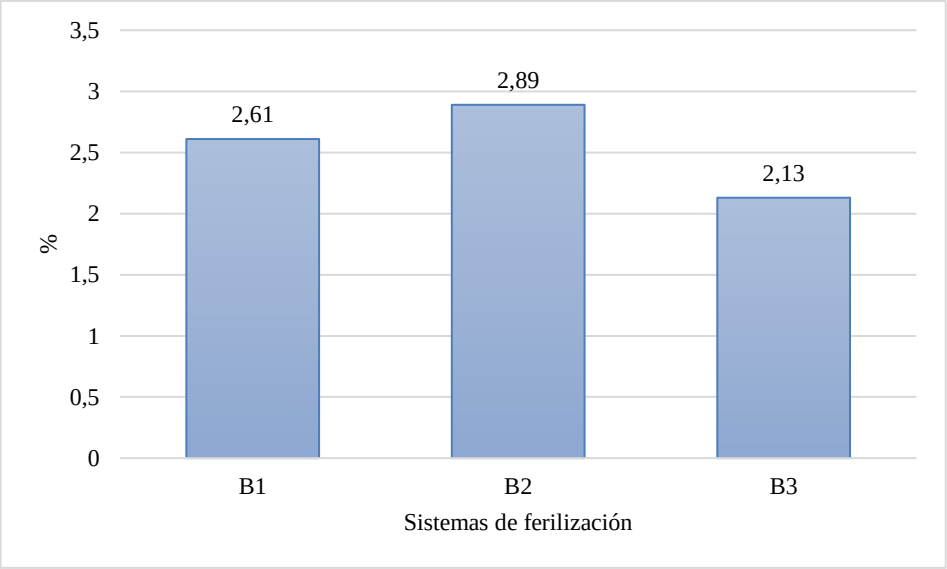
En este estudio se observó que los días a la cosecha estuvieron influenciados por el uso de fertilizantes foliares. En particular, la aplicación de calcio boro, aunque no acelera directamente los procesos biológicos de la planta, sí contribuye al desarrollo de cultivos más vigorosos, resistentes y resilientes frente a condiciones climáticas y edáficas adversas. El calcio boro ayuda a corregir las deficiencias nutricionales

que comúnmente generan retrasos en el desarrollo, permitiendo que la planta exprese de forma más eficiente su potencial genético.

El calcio boro es importante en los días a la cosecha, aunque su aplicación foliar no reporta directamente una reducción en este parámetro, sus hallazgos explican que la fisiología indirectamente promueve un desarrollo más eficiente y robusto, conduciendo a una madurez más rápida, sin los retrasos ocasionados por deficiencias de nutrientes (Akhtar et al., 2022).

Figura 17.

Grano quebrado



En cuanto al grano quebrado, se indica diferencias estadísticas, B3 sin fertilización, presentó el menor valor con 2.13%, y el mayor valor fue de B2 ácidos húmicos, con 2.89%, con un CV de 23.21%.

En la presente investigación, el porcentaje de grano quebrado estuvo condicionado por la maduración de los granos, influenciada tanto por la aplicación de fertilizantes foliares como por el nivel de humedad del mismo durante la trilla, el cual se registró en torno al 18%. Se observó que el tratamiento sin fertilización presentó el menor porcentaje de grano quebrado, lo que sugiere una maduración más homogénea y una mayor resistencia. En contraste, el tratamiento con fertilizante foliar a base de ácidos húmicos mostró un porcentaje más elevado de grano quebrado, lo que podría

atribuirse a un efecto limitado sobre la fortaleza estructural del grano ocasionado por la acción del fertilizante en su fisiología; o quizás a efectos aleatorios directos del proceso de trilla mecanizada.

En una investigación realizada se encontró que la fertilización complementaria tiende a mostrar mayor porcentaje de grano quebrado, particularmente con distintas fuentes/dosis, frente a los testigos sin fertilización, lo que sugiere que el manejo y dosis de fertilización pueden influir en la calidad física del grano en relación con llenado, humedad al momento de cosecha, manejo postcosecha o fragilidad del grano (Rojas, 2022).

4.1.3. Interacción de factores (AxB)

Tabla 3.

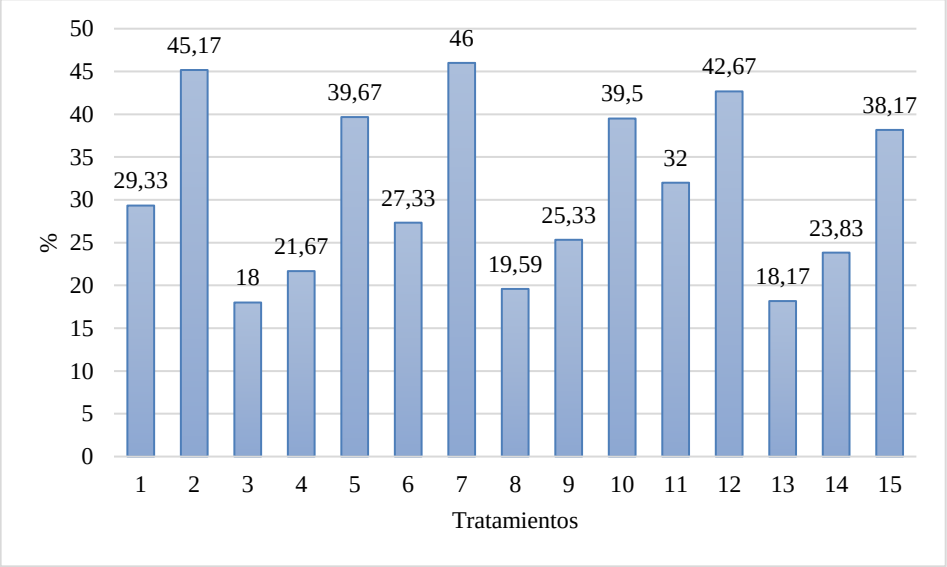
Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (variedades de cebada y sistemas de fertilización): Porcentaje de emergencia en el campo (PEM), Número de plantas por metro cuadrado (NPM), Número de macollos por planta (NMP) incidencia de plagas y enfermedades (I), severidad de plagas y enfermedades (S), Días al espigamiento (DE), Altura de la planta (AP).

Tratamientos	**Variables**						
	PEM (NS)	NPM (NS)	NMP (NS)	I (NS)	S (NS)	DE (**)	AP (**)
1	87 A	172 AB	9 A	29.33 ABCD	43.33 A	63 A	81.80 D
2	91.33 A	198 AB	9 A	45.17 F	50 A	70 C	87.76 E
3	86.67 A	228 B	9 A	18 A	56.67 A	76 FG	64.62 A
4	77 A	145 AB	9 A	21.67 AB	50 A	72 CD	75.65 B
5	88.33 A	167 AB	10 A	39.67 DEF	46.67 A	75 EF	101.72 F
6	79 A	134 A	9 A	27.33 ABCD	46.67 A	66 AB	81.06 D
7	86 A	189 AB	9 A	46 F	46.67 A	73 CDE	81.82 D
8	81 A	192 AB	9 A	19.59 AB	50 A	80 H	64.90 A
9	79.33 A	188 AB	9 A	25.33 ABC	50 A	72 CDE	77.97 BC
10	81.67 A	172 AB	10 A	39.50 DEF	50 A	77 G	105.73 G
11	80 A	166 AB	9 A	32 BCDF	50 A	67 B	81.02 D
12	83.33 A	193 AB	9 A	42.67 EF	46.67 A	74 DEF	82.24 D
13	88.33 A	188 AB	9 A	18.17 A	50 A	84 I	67.33 A
14	78.33 A	163 AB	9 A	23.83 AB	43.33 A	73 DEF	80.60 CD
15	95 A	185 AB	10 A	38.17 CDEF	53.33 A	81 H	112.03 H
CV	7.41	16.80	5.16	13.8	11.41	1.16	1.11

Nota. NS: No significativo; **: Altamente significativos al 1%; CV: coeficiente de variación; Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Figura 18.

Incidencia de plagas y enfermedades



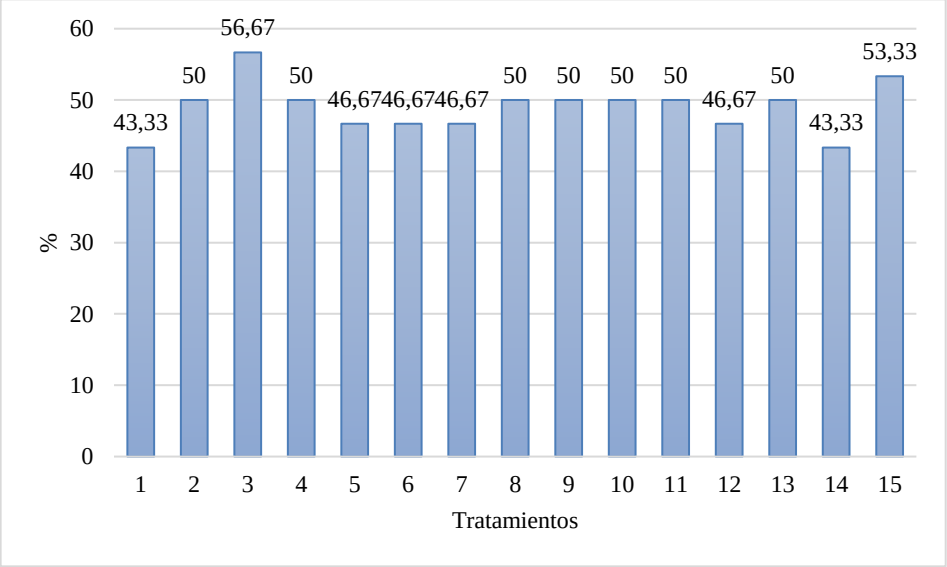
En la Tabla 3 y Figura 18, en base a la incidencia de plagas y enfermedades no se evidenciaron diferencias estadísticas. El T3 Andreia con calcio boro, mostró ser más resistente con un 18% de incidencia, mientras que el T7 Alfa con ácidos húmicos, fue menos resistente con 46%, con un CV de 13.80%.

En la presente investigación, se determinó que la incidencia de plagas y enfermedades está condicionada por las características varietales y las condiciones agroecológicas de la zona. Se observó que el tratamiento de la variedad Andreia con calcio boro tuvo mayor resistencia. Este fenómeno se atribuye principalmente a la inherente tolerancia varietal de Andreia a enfermedades, lo cual resultó en una menor incidencia de patógenos.

La incidencia de enfermedades está relacionada por la escasa resistencia genética disponible en las plantas, la amplia distribución del patógeno en las regiones cerealistas, por la existencia de condiciones ambientales propicias, como precipitaciones y una elevada humedad relativa durante la etapa de floración (Monterroso, 2022).

Figura 19.

Severidad de plagas y enfermedades



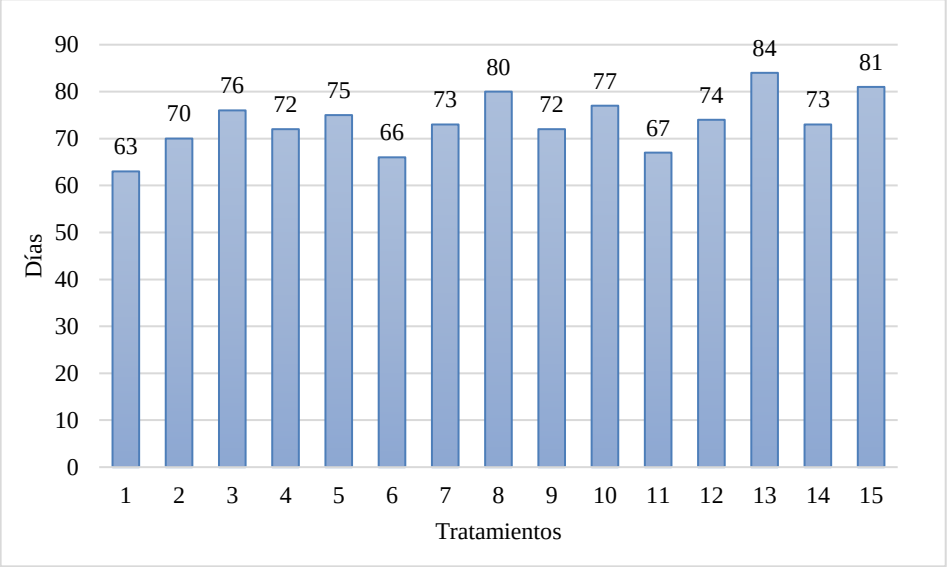
En la severidad de plagas y enfermedades no se evidenciaron diferencias estadísticas, El T1 Palmira con calcio boro y T14 Guaranga sin fertilización, mostraron ser más resistentes con un 43,33% de severidad, mientras que el T3 Andreia con calcio boro, fue menos resistente con 56.67% de severidad, con un CV de 11.41%, (Tabla 3 y Figura 19).

Dentro de este estudio la severidad de enfermedades esta influenciada por el genotipo de la variedad, y su capacidad de respuesta. El T1 Palmira con calcio boro mostró mayor resistencia, lo que resulto en una menor severidad. Este comportamiento se atribuye a su ciclo fenológico más corto en comparación con el T3 Andreia con calcio boro, cuya fenología es más prolongada, un ciclo más extenso incrementa la exposición a patógenos y, en consecuencia, conduce a una mayor severidad.

La severidad de la enfermedad surge de la interacción entre la planta y el patógeno. Dado que la composición genética de cada variedad es única y su respuesta frente a la infección es una característica inherente y predecible de la variedad, así mismo otros atributos como su fenología puede aumentar o disminuir la exposición al patógeno (Campuzano et al, 2022).

Figura 20.

Días al espigamiento



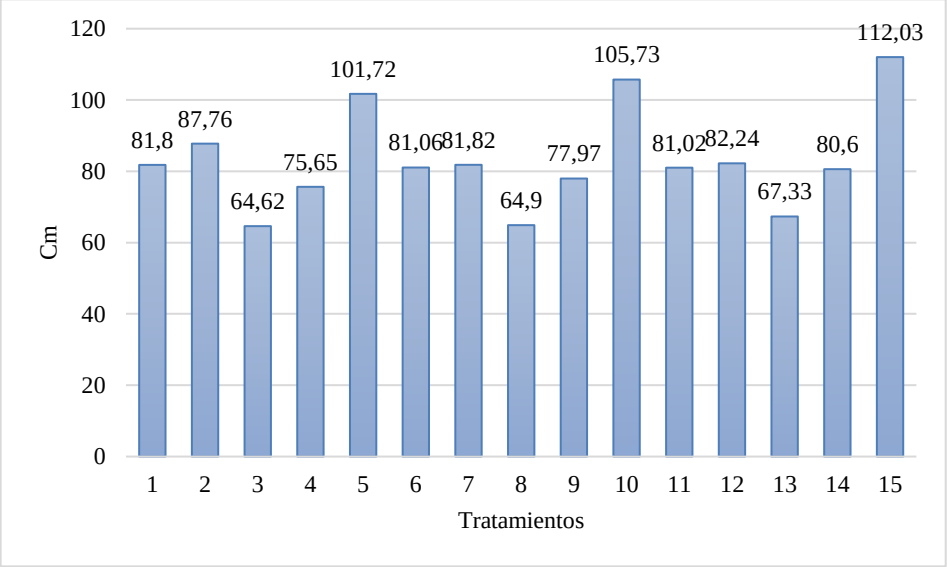
En la Tabla 3 y Figura 20, para los días al espigamiento, tuvieron diferencias estadísticas, mostró una interacción entre los factores AxB. El T1 Palmira con calcio boro, mostró ser precoz con 63 días al espigamiento, mientras que el T13 Andreia sin fertilización, fue más tardía con 84 días, con un CV de 1.16%.

En el presente estudio, los días al espigamiento se ven afectados por las condiciones edafoclimáticas del sitio, la genética de la variedad y la influencia de la fertilización foliar complementaria. T1 Palmira con calcio-boro se destacó por su precocidad lo que evidencia que la reducción en los días al espigamiento no depende únicamente del manejo nutricional, sino también de la interacción compleja entre fertilización, ambiente y potencial genético de la variedad.

En los datos de otra investigación se obtuvieron 88 días al espigamiento en Palmira, y 96 días en Andreia, con estos datos se puede inferir que los fertilizantes utilizados en el ensayo tuvieron un comportamiento favorable en reducir los días al espigamiento acompañado de las diferentes condiciones edafoclimáticas, siendo que los resultados también están condicionados por su genética (Félix, 2023).

Figura 21.

Altura de la planta



La altura de la planta también mostró interacción entre los factores, y diferencias estadísticas. El T15 Cañicapa sin fertilización, alcanzó una altura de 112.03 cm, mientras que el T3 Andreia con calcio boro, presentó una altura de 64.62 cm, siendo el más bajo. Estos resultados indican que algunos tratamientos, influenciados por la interacción entre los factores A y B, favorecieron un mayor crecimiento en altura, con un CV de 1.11% (Tabla 3 y Figura 21).

En el análisis realizado, la altura de la planta está condicionada por la fisiología de la variedad, las características de la zona agroecológica y la aplicación de fertilizantes foliares, pudiéndose notar que Cañicapa sin fertilización tuvo mayor altura de planta, esto es debido principalmente a que su fisiología que está orientada a tener un crecimiento vegetativo vigoroso, priorizando la altura, tomando en cuenta además que el suelo pudo tener suficientes nutrientes básicos para sustentar su crecimiento permitiendo una mejor adaptación a las características climáticas del experimento.

La variedad Cañicapa, en un estudio anterior desarrollado en la misma zona agro ecológica, mostró una superioridad en la altura de la planta, obteniendo una altura de 118.10 cm en ácidos húmicos + fitohormona + vitamina B12 con Cañicapa,

seguido de sin fertilización + Cañicapa con 116.17 cm y 115.50 cm en calcio boro con Cañicapa, mientras que el que menor altura presento fue ácidos húmicos + fitohormona+ vitamina B12 con Andreia teniendo 74.7 cm, esto debido a las diferentes dosis aplicadas, también a las condiciones presentadas durante el desarrollo del cultivo y sus características varietales y la interacción genotipo ambiente (Manobanda & Rubín, 2023).

Tabla 4.

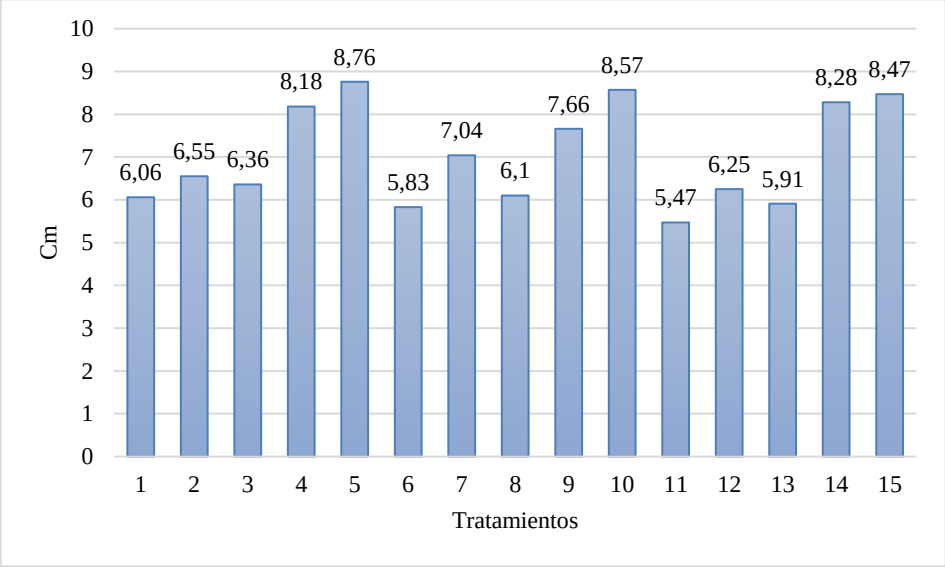
Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (variedades de cebada y sistemas de fertilización): Longitud de la espiga (LE), Días a la cosecha (DC), Grano quebrado (GQ), Peso hectolítrico (PH), Tamaño del grano (TG), Peso campo parcela (PCP), Rendimiento en kg/ha (RH).

Tratamientos	**Variables**						
	LE (**)	DC (**)	GQ (NS)	PH (NS)	TG (NS)	PCP (NS)	RH (NS)
1	6.06 BC	114 A	2.13 ABCD	71.83 B	94.23 ABCD	4.87 B	4865.63 B
2	6.55 D	117 ABC	3.64 DE	67.73 AB	91.87 ABCD	4.59 AB	4590.73 AB
3	6.36 CD	131 F	1.73 ABC	69.43 AB	88.09 ABC	3.78 AB	3772.60 AB
4	8.18 G	119 BCD	3.50 CDE	68.43 AB	89.67 ABCD	4.06 AB	4058.57 AB
5	8.76 I	114 A	2.07 ABCD	65.38 A	96.60 CD	3.31 A	3306.91 A
6	5.83 B	116 AB	2.97 BCDE	69.76 AB	95.01 BCD	4.16 AB	4157.93 AB
7	7.04 E	122 DE	4.13 E	67.31 AB	94.16 ABCD	4.40 AB	4396.32 AB
8	6.10 BC	133 F	2.37 ABCDE	69.32 AB	87.30 AB	4.29 AB	4293.23 AB
9	7.66 F	120 CDE	3.30 BCDE	65.76 A	90.77 ABCD	4.13 AB	4131.85 AB
10	8.57 HI	115 A	1.70 AB	64.83 A	97.35 D	3.25 A	3251.99 A
11	5.47 A	121 DE	2.41 ABCDE	69.12 AB	94.74 ABCD	4.08 AB	4080.87 AB
12	6.25 CD	123 E	2.63 ABCDE	67.10 AB	93.33 ABCD	4.32 AB	4315.62 AB
13	5.91 B	135 F	1.53 AB	68.26 AB	86.33 A	4.42 AB	4417.92 AB
14	8.28 GH	122 DE	2.93 BCDE	68.26 AB	87.89 AB	3.96 AB	3955.92 AB
15	8.47 GHI	116 AB	1.12 A	65.28 A	97.52 D	3.57 AB	3567.16 AB
CV	1.46	1	23.21	2.97	3.13	12.21	12.24

Nota. NS: No significativo; **: Altamente significativos al 1%; CV: coeficiente de variación; Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Figura 22.

Longitud de la espiga



En la Tabla 4 y Figura 22, indica la longitud de la espiga la cual presentó diferencias estadísticas y una interacción entre los factores en estudio. El valor más alto se observó en el T5 Cañicapa con calcio boro, con 8.76 cm, mientras que el más bajo correspondió al T11 Palmira sin fertilización, con 5.47 cm, con un CV de 1.46%.

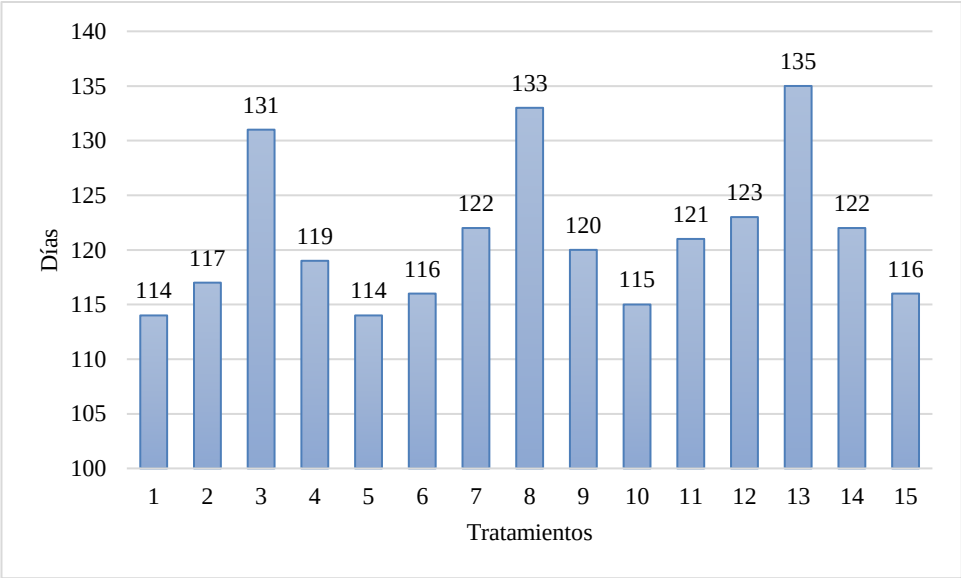
En la investigación desarrollada, se observa que la longitud de la espiga está influenciada por la interacción genotipo-ambiente y depende de condiciones óptimas durante las etapas reproductivas, incluyendo disponibilidad de humedad, temperatura, luz y nutrición. Se evidenció una interacción favorable entre los factores evaluados, el valor más alto se registró en el T5 Cañicapa con calcio-boro con 8.76 cm, esto demuestra que una buena genética varietal en conjunto con una fertilización foliar con calcio boro promueve un desarrollo más vigoroso y resistente en comparación con T11 Palmira sin fertilización que la longitud promedio de la espiga fue de 5.47 cm.

En un estudio anterior realizado en la Granja Experimental Laguacoto 3, de la Universidad Estatal de Bolívar en la localidad de Guaranda, la longitud de la espiga en INIAP Cañicapa fue de 7.4 cm y en INIAP Palmira 6.1 cm, por lo que se menciona que la longitud de la espiga es una característica varietal y está

estrechamente relacionada a la interacción genotipo ambiente junto con las etapas reproductivas en las cuales necesita una adecuada humedad, temperatura, luz, nutrición y sanidad del cultivo (Manzano, 2022).

Figura 23.

Días a la cosecha



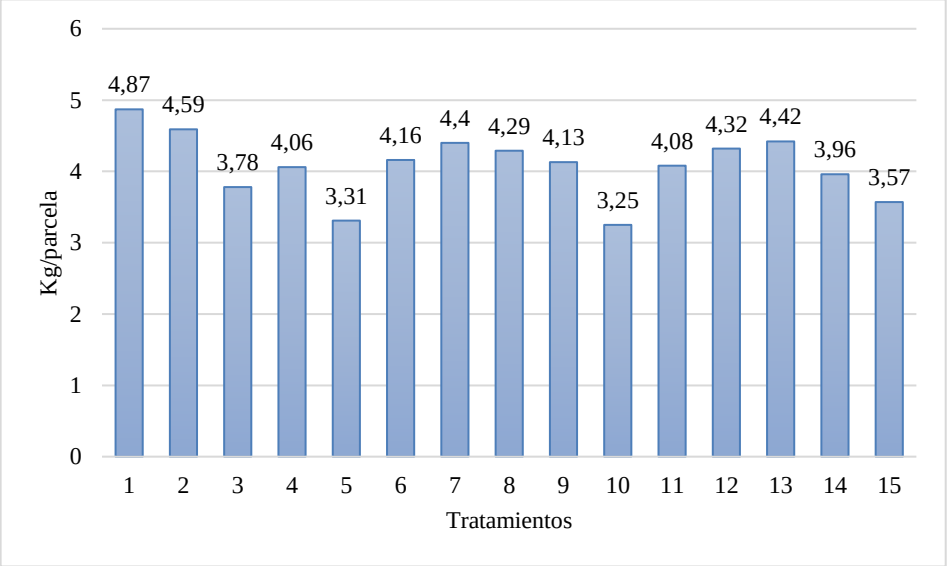
En los días a la cosecha se evidenció una marcada diferencia estadística entre los tratamientos (Tabla 4 y Figura 23), el menor valor se registró en los T1 Palmira con calcio boro y T5 Cañicapa con calcio boro teniendo 114 días, lo que refleja un ciclo más corto, mientras que el tratamiento 13 alcanzó el mayor valor con 135 días, indicando un ciclo más largo, el CV fue de 1%.

En la presente investigación, la variable días a la cosecha se vio afectada debido a la interacción entre la variedad y la fertilización foliar complementaria, presentando una precocidad que se atribuye al germoplasma de la variedad Palmira, cuyo espigamiento ocurre en 114 días, y se ve alterada por factores agroclimáticos de la zona, como la precipitación y el viento, que contribuyen a acelerar el desarrollo del cultivo y al contar con una fertilización foliar con calcio boro se pudo suplir las necesidades del cultivo permitiendo un ciclo más corto, al poder tener un desarrollo eficiente.

Se puede anotar de acuerdo a experiencias anteriores, que Palmira y Guaranga tienen germoplasma más precoz, siendo sus días al espigamiento en promedio 174 días y el más tardío Andreia con 190 días, estas diferencias están relacionadas tanto a la variedad como a factores agroclimáticos de la zona, la precipitación y el viento lo que aceleran el ciclo del cultivo (Félix, 2023).

Figura 24.

Peso campo parcela



En el peso campo parcela se tiene que no existen diferencias estadísticas, obteniendo en el T1 Palmira con calcio boro 4.87 kg/parcela y en T10 Cañicapa con ácidos húmicos 3.25 kg/parcela y un CV de 12.21% (Tabla 4 y Figura 24).

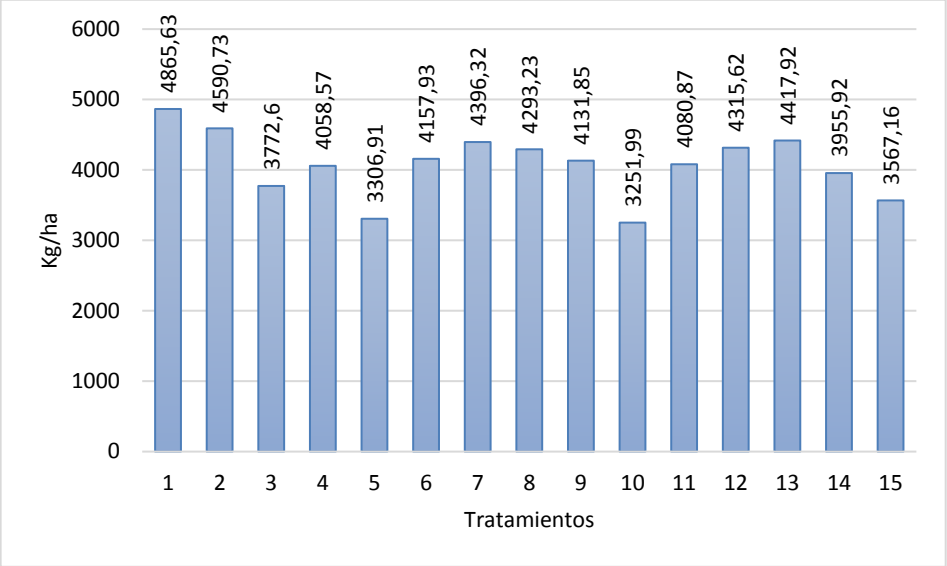
En el presente estudio, el peso kg/parcela se vio afectado por factores como la variedad y la fertilización foliar complementaria en donde se puede observar que desde el punto productivo el T1 Palmira con calcio boro posee un mayor potencial inherente de la variedad ya que no existe una diferencia significativa entre tratamientos.

En un estudio anterior realizado en la misma zona agroecológica se tiene que Palmira obtuvo una producción de 4kg/parcela, mientras que Andreia obtuvo 3.33 kg/parcela, de la misma manera los factores que incidieron pudieron ser;

temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, nutrición, sanidad entre otros (Félix, 2023).

Figura 25.

Rendimiento kg/ha



Para el rendimiento en kg/ha en el cual no existen diferencias estadísticas presentando un mayor rendimiento en el T1 Palmira con calcio boro con 4865.63 kg/ha y el que menor rendimiento tuvo fue T10 Cañicapa con ácidos húmicos con 3251.99 kg/ha y un CV de 12.24%.

Dentro de esta investigación el rendimiento kg/ha es influenciado por factores como la fertilización foliar complementaria, características de la variedad y condiciones climáticas de la zona de investigación, en la cual el mayor rendimiento se produjo en el T1 Palmira con calcio boro. Este resultado se atribuye a la alta productividad inherente de la variedad la cual mantiene un elevado potencial de respuesta incluso sin la aplicación de una fertilización foliar. Por el contrario, Cañicapa como se ha mencionado anteriormente no tiene una buena adaptación a la zona de investigación factor que limitó significativamente su rendimiento.

De acuerdo a un estudio previo desarrollado en la misma zona agro ecológica, el rendimiento de la variedad Palmira con aplicación de calcio boro fue de 5199.7 kg/ha, mientras que la variedad Cañicapa con el mismo tratamiento obtuvo un

rendimiento significativamente menor 3617.7 kg/ha, el estudio atribuye esta discrepancia a la falta de adaptación de la variedad Cañicapa a las condiciones de la zona, lo que conlleva a una pérdida de sus atributos agronómicos, como la tolerancia a enfermedades foliares (Manobanda & Rubín, 2023).

4.1.4. Variables morfológicas

Tabla 5.

Caracteres morfológicos: Vigor (V) y Color del grano (CG)

Tratamientos	Variables morfológicas	
	V	CG
1	2	Amarillo claro
2	1	Amarillo crema
3	3	Crema
4	1	Amarillo crema
5	1	Amarillo claro
6	1	Amarillo claro
7	1	Amarillo crema
8	3	Crema
9	1	Amarillo crema
10	1	Amarillo claro
11	2	Amarillo claro
12	2	Amarillo crema
13	2	Crema
14	1	Amarillo crema
15	1	Amarillo claro
Porcentaje	60% 1 bueno, (T2, T4, T5, T6, T7, T9, T10, T14, T15)	40% Amarrillo claro (T1, T5, T6, T10, T11, T15)
	26.67% 2 regular (T1, T11, T12, T13)	40% Amarrillo crema (T2, T4, T7, T9, T12, T14)
	13.3% 3 malo (T3, T8)	20% Crema (T3, T8, T13)

Las variables morfológicas en vigor (V) y color del grano (CG), son descriptores importantes en esta investigación, debido a que son determinantes en el atractivo para el mercado actual que busca estándares altos en la calidad de los granos y por ende plantas sanas.

En el vigor de la planta en la Tabla 5 se puede inferir que no existe un fertilizante que muestre superioridad al otro siendo que el 60% de los tratamientos tuvo un buen

vigor, sin embargo se puede decir Alfa (T2, T7, T12) y Guaranga (T4, T9,T14) son variedades consistentes, manteniendo un buen vigor independiente del fertilizante usado, mientras que Palmira (T1, T6, T11) y Cañicapa (T5,T10,T15) son variedades intermedias siendo que su vigor se mantiene entre 1 bueno y 2 regular finalmente Andreia (T3, T8, T13) es una variedad muy problemática sin importar el fertilizante mantiene un vigor muy inferior a los demás, esto indica que la variedad es resistente o requiere una dosis mayor a las demás.

En la Tabla 5 se muestran las características en cuanto al color del grano, el cual es un indicador directo de la condición del grano y su variedad, el 40% corresponde a Palmira (T1, T6, T11) y Cañicapa (T5, T10, T15) con un color amarillo claro independientemente del fertilizante, el otro 40% corresponde a las variedades de Alfa (T2, T7, T12) y Guaranga (T4, T9, T14) que mostraron un color amarillo crema, sin importar el tratamiento y con un 20% manteniendo un color crema en todos los tratamientos la variedad Andreia (T3, T8, T13), con estas características podemos inferir que los fertilizantes no tienen un efecto comprobable en el color del grano, siendo un rasgo genético intrínseco de cada variedad.

En el presente estudio el vigor y el color del grano esta influenciado por sus características intrínsecas de la variedad, las condiciones edafoclimáticas y en la fertilización foliar, en donde se puede observar que la fertilización foliar si altera levemente el vigor de la planta y en cuanto al color del grano se infiere que las condiciones climáticas y la fertilización foliar no son suficientes para alterar su característica genética propia que prevalece frente a estas condiciones.

El CG es una característica propia de la variedad, lo mismo que se llega a ver afectado por lluvias, humedad, tiempo de cosecha y labores de postcosecha como el secado (Manobanda & Rubín, 2023).

4.1.6. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 6.

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables que presentaron una relación de significancia estadística negativa o positiva con el rendimiento de la variable.

Variables independientes componentes del rendimiento	Coeficiente de correlación ®	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R2%)
AP **	-0.41	0.8110	16.81
LE **	-0.51	0.1215	26.01
PCP **	1	<0.0001	100

4.1.7. Coeficiente de correlación

De acuerdo a la Tabla 6 la altura de la planta y la longitud de la espiga tiene una correlación negativa hacia el rendimiento, lo que indica que a medida que aumentan en tamaño, el rendimiento tiende a disminuir. El peso campo parcela tiene una correlación positiva directa, lo que indica que a medida que aumenta el peso campo por parcela aumenta el rendimiento.

4.1.8. Coeficiente de regresión

La Tabla 6 señala que por cada unidad de incremento en altura de la planta el rendimiento se disminuye en 0.8110 unidades, en la longitud de la espiga por cada centímetro menos el rendimiento disminuye en 0.1215 unidades. Por cada unidad que aumenta el peso campo parcela el rendimiento aumenta.

4.1.9. Coeficiente de determinación

El 16,81% de la reducción del rendimiento es ocasionado por el incremento de la altura de las plantas, mientras que la reducción del 26.01% del rendimiento fue ocasionado por la longitud de la espiga, es decir espigas más pequeñas. El 100% del aumento del rendimiento esta ocasionado por el aumento del peso campo parcela.

4.1.10. Análisis económico de beneficio costo

Tabla 7.

Costos de producción de cinco variedades de cebada.

Concepto	Tratamientos														
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**	**T7**	**T8**	**T9**	**T10**	**T11**	**T12**	**T13**	**T14**	**T15**
Rendimiento Promedio Kg/ha	4865.63	4590.73	3772.6	4058.57	3306.91	4157.93	4396.32	4293.23	4131.85	3251.99	4080.87	4315.62	4417.92	3955.92	3567.16
Ingreso Bruto ($0.44/kg)	2140.88	2019.92	1659.94	1785.77	1455.04	1829.49	1934.38	1889.02	1818.01	1430.88	1795.58	1898.87	1943.88	1740.60	1569.55
A COSTO VARIABLE	1425.29	1403.29	1337.84	1360.72	1300.59	1380.67	1399.73	1391.49	1378.58	1308.19	1280.50	1299.28	1307.47	1270.51	1239.40
1Preparación del suelo															
Arada y rastra	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00
2Siembra															
Semilla de cebada $	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00	$80.00
Sulpomag: (50kg) ($)	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00	$42.00
Fertilizante: 10-30-10:150kg ($)	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00	$117.00
Urea 100kg ($)	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00	$58.00
Mano de obra ($15)	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00	$135.00
3 labores Culturales y control															
Calcio boro ($11)	$22.00	$22.00	$22.00	$22.00	$22.00										
Ácidos húmicos ($17)						$34.00	$34.00	$34.00	$34.00	$34.00					
De insectos (lambda-cyalotrina)	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60	$17.60
De enfermedades (Propiconazole)	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43	$18.43
De hojas anchas (Metsulfuron)	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00
Aplicación de insumos	$150.00	$150.00	$150.00	$150.00	$150.00	$150.00	$150.00	$150.00	$150.00	$150.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00	$90.00
4. Cosecha															
Corte y trilla	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00
Trilla (2.00 x qq)	$194.63	$183.63	$150.90	$162.34	$132.28	$166.32	$175.85	$171.73	$165.27	$130.08	$163.23	$172.62	$176.72	$158.24	$142.69
Piolas	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00	$1.00
Sacos (0.50 cdu)	$48.66	$45.91	$37.73	$40.59	$33.07	$41.58	$43.96	$42.93	$41.32	$32.52	$40.81	$43.16	$44.18	$39.56	$35.67
Transporte de cebada (1.50 x qq)	$145.97	$137.72	$113.18	$121.76	$99.21	$124.74	$131.89	$128.80	$123.96	$97.56	$122.43	$129.47	$132.54	$118.68	$107.01
B COSTOS FIJOS	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00
Arriendo de terreno	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00	$300.00
10% del interés al capital	$142.53	$140.33	$133.78	$136.07	$130.06	$138.07	$139.97	$139.15	$137.86	$130.82	$128.05	$129.93	$130.75	$127.05	$123.94
COSTO TOTAL (A+B) ($)	1867.82	1843.62	1771.62	1796.79	1730.65	1818.74	1839.70	1830.64	1816.44	1739.01	1708.55	1729.21	1738.22	1697.56	1663.34
INGRESO NETO	$273.06	$176.30	-$111.68	-$11.02	-$275.61	$10.75	$94.68	$58.38	$1.58	-$308.13	$87.03	$169.66	$205.67	$43.04	-$93.79
Relación Ingreso Costo RI/C	1.15	1.10	0.94	0.99	0.84	1.01	1.05	1.03	1.00	0.82	1.05	1.10	1.12	1.03	0.94
Relación Beneficio Costo RB/C	0.15	0.10	-0.06	-0.01	-0.16	0.01	0.05	0.03	0.00	-0.18	0.05	0.10	0.12	0.03	-0.06

4.1.11. Relación beneficio-costo

Según los resultados obtenidos en la Tabla 7 los que mayor beneficio obtuvieron son el T1 (Palmira con calcio boro) 0.15 y con un ingreso neto de $273.06/ha. seguido de T13 (Andreia sin fertilización) 0.12 e ingresos netos de $205.67/ha. Los beneficios moderados son el T2 (Alfa con calcio boro) y T12 (Alfa sin fertilización) 0.10 y con un ingreso neto de $176.30 y $169.66 respectivamente. Los que obtuvieron el peor beneficio son T5 (Cañicapa con calcio boro) -0.16 y una pérdida de $275.61/ha y T10 (Cañicapa con ácidos húmicos) -0.18 y una pérdida de $308.13/ha.

4.2. Comprobación de la hipótesis

Con base en los resultados obtenidos en la interacción AxB y de acuerdo a las prueba de Tukey al 5% en los cuales existen diferencias estadísticas en variables de rendimiento. Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna evidenciando que la respuesta productiva del cultivo si depende de la variedad y aplicación de sistemas de fertilización.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

La variedad Cañicapa tiene un impacto estadísticamente significativo en las variables productivas desarrollando una mejor altura y longitud de la espiga, al tener una mejor adaptación a la zona agroecológica, frente a las demás.

Los efectos del sistema de fertilización foliar demuestran que el mejor fertilizante fue el calcio boro en dosis de 1.2 l/ha obteniendo un rendimiento de 4118.89kg/ha con relación al testigo con 4046.26 kg/ha. Lo que sugiere que la fertilización con calcio boro si produce un aumento en las características productivas de cebada.

El mejor rendimiento se encuentra en T1 (Palmira con calcio boro) 4865.63 kg/ha y el menor el T10 (Cañicapa con ácidos húmicos) 3251.99 kg/ha, lo que demuestra que la fertilización permite aumentar variables productivas, pero estas pueden verse interferidas por las condiciones agroclimáticas enfermedades y plagas que redujeron el rendimiento en la presente evaluación.

El T1 (Palmira con calcio boro) es el que ofrece mayor beneficio costo con un ingreso neto de $273.06 y el T2 (Alfa con calcio boro) con un ingreso neto de $176.30.

5.1. RECOMENDACIONES

Intensificar la producción de la variedad Alfa en complementación de una fertilización con calcio boro en 2 aplicaciones para la zona agroecológica de Laguacoto III.

Continuar con los proceso de investigación y validación en otras zonas agroecológicas de la provincia, para poder establecer una variedad y sistema de fertilización más adecuado a las características de la provincia y así obtener un mejor beneficio costo.

Continuar con los procesos de investigación realizados por el programa de semillas en la Universidad Estatal de Bolívar para producir semillas de calidad de la variedades Palmira y Alfa.

BIBLIOGRAFÍA

AgroSpray. (2022). Guía para el buen cultivo de cebada y aplicaciones eficientes. Obtenido de AgroSpray: https://agrospray.com.ar/blog/cultivo-de-cebada/

Aguaguiña, J. (2020). PDOT - GAD Municipal Guaranda 2020 2025. Obtenido de SCRIBD: https://es.scribd.com/document/578604947/PDOT-GAD-Municipal-Guaranda-2020-2025

Akhtar, N., Ilyas, N., Arshad, M., Ahmad, T., Ingo, D., Latief, B., & Ahmad, P. (2022). El impacto de la aplicación de calcio, potasio y boro en las características de crecimiento y rendimiento del trigo duro en condiciones de sequía. Obtenido de Agronomía: https://ia601304.us.archive.org/22/items/InternationalJournalOfPlantScience/12_108-113.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 Tsunshi. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/17218/1/13T01000.pdf

Aranda, A. (2024). Cómo elegir el fertilizante adecuado para cebada (cebada de dos carreras, cebada de seis carreras, cebada cervecera, cebada forrajera, cebada desnuda). Obtenido de Agrotica.es: https://agrotica.es/como-elegir-el-fertilizante-adecuado-para-cebada-cebada-de-dos-carreras-cebada-de-seis-carreras-cebada-cervecera-cebada-forrajera-cebada-desnuda/

Ardisana, H., Torres, A., Fosado, O., Peñerrieta, S., Solózano, J., Jarre, V., . . . Montoya, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. Obtenido de Cultivos Tropicales: https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1566

Arnal, L. (2024). Guía completa para el cultivo de cebada. Obtenido de Larrosa: https://www.larrosa-arnal.com/blog/guia-completa-para-el-cultivo-de-

cebada/#:~:text=En%20total%2C%20la%20cebada%20requiere,la%20siembra%20hasta%20la%20cosecha.

Baldeón, A. (2021). Importancia de la fertilización foliar en el cultivo de flores (*Rosa chinensis* jacq.) de exportación en el Ecuador. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10289/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000170.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barata, F., & Massaccesi, A. (2023). Mejoras en sanidad, rendimiento y caracteres morfológicos en cultivares modernos de cebada. Obtenido de Universidad Nacional de la Plata: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/161495/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bastida, O. (2023). Cebada, un cultivo agrícola de mucha importancia. Obtenido de https://blogagricultura.com/cebada-cultivo-importante/

Bastida, O. (2025). Absorción y transporte del fósforo en la planta. Obtenido de Blog Agriculura: https://blogagricultura.com/absorcion-transporte-fosforo/

Benedí, H. (2025). Guía completa para plantar, cultivar y cuidar cebada. Obtenido de Jardinería Ideal: https://jardineriaideal.com/guia-completa-para-plantar-cultivar-y-cuidar-cebada/

Bongard, P. (2021). Guía de crecimiento y desarrollo de la cebada de primavera. Obtenido de University of Minnesota Extension: https://es.extension.umn.edu/cultivo-de-granos-peque%C3%B1os/gu%C3%ADa-de-crecimiento-y-desarrollo-de-la-cebada-de-primavera#kernel-development-and-maturity-792765

Borja, J., Quinatoa, R., Rodríguez, E., Silva, D., & Román, A. (2023). Caracterización del germoplasma de cereales con potencial agromorfoló gico para la provincia de Bolívar. Bionatura. doi:https://revistabionatura.org/wp-content/uploads/2024/01/2023_wre3bbp4.08.04.11.pdf

Caballero, O., Duarte, H., Fernández, A., Leguizamón, A., López, D., Lugo, W., . . . Mongelós, C. (2022). Producción de habilla negra sobre cobertura muerta de *kumanda yvyra`i* con fertilización foliar. Obtenido de Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1801

Calderon. (2023). Los ácidos húmicos y fúlvicos. Obtenido de Laboratorios A-L de México S.A. de C.V.: https://www.laboratoriosaldemexico.com.mx/wp-content/uploads/2023/11/Los-Acidos-Humicos-y-Fulvicos.pdf

Campuzano, L., Avendaño, D., & Luque, N. (2022). Comportamiento productivo y estabilidad fenotípica de *Hordeum vulgare* L. en Colombia. Obtenido de Agronomía Mesoamericana: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8218087

Casimiro, H. (2022). Control de moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.) en tomate (*Solanum lycopersicum*) cv. Huascarán mediante fertilizantes foliares en la molina. Obtenido de Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Agronomía: http://45.231.83.156/bitstream/handle/20.500.12996/5259/casimiro-melgarejo-hugo-benny.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cevallos, A. (2024). Segundo ciclo de evaluación del comportamiento agronómico de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cervecera bajo las condiciones de Chaltura, Imbabura. Obtenido de Universidad Técnica del Norte: https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16242/2/03%20ª GP%20430%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf

Cherlinka, V. (2024). Cultivo de cebada: cuidados para aumentar el rendimiento. Obtenido de Eos Data Analytics: https://eos.com/es/blog/cultivo-de-cebada/#:~:text=Requisitos%20De%20Temperatura%20Y%20Luz,de%20la%20variedad%20y%20regi%C3%B3n.

Coque, K. (2022). Evaluación vía foliar de cinco dosis de calcio boro en cultivo semihidropónico para la deformidad en fruto de dos variedades de fresa (*Fragaria x ananassa* D.). Obtenido de Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/18353/1/13T01054.pdf

Da Silva, L., & Dietz, J. (2022). Cebada cervecera: Época y densidad de siembra. En cereales de invierno (págs. 330, 331). Universidad Nacional de La Plata. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/233239/CONICET_Digital_Nro.56c54e77-61cb-4f5e-b191-a88b6ca44113_L.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Donadio, S., & Fernández, J. (2024). Evaluación del rendimiento de cebada cervecera (*Hordeum distichum* L): Efectos de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno y bioestimulante. Obtenido de Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestal: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/173843/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Estación metereológica UEB. (2025).

Farah, S., Hasang, E., Pérez, J., Alvarado, A., & Andrade, P. (2023). Efecto de la aplicación de Calcio y Boro sobre la calidad y rendimiento del fruto de Banano Cavendish "Valery" (AAA). Obtenido de Revista tecnológica-ESPOL: https://doi.org/10.37815/rte.v35n3.973

Félix, 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: https://dspace.ueb.edu.ec/items/f94e2da7-ba2e-49c2-a8af-7bf1876e8f38

Fernández, E. (2024). Optimizando el potencial de tu cultivo: micronutrientes esenciales para una cosecha exitosa de cebada. Obtenido de Proyectos Rurales Mancha: https://proyectosruralesmancha.com/2024/03/04/optimizando-el-potencial-de-tu-cultivo-micronutrientes-esenciales-para-una-cosecha-exitosa-de-cebada/

Flores, A. (2023). Evaluación del desempeño agronómico y la adaptabilidad de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la granja experimental "La Pradera", Chaltura, Imbabura. Obtenido de Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales: http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13682

Fuster. (2024). Ácidos húmicos. ¿Qué son y para qué sirven? Obtenido de https://www.repuestosfuster.com/blog/acidos-humicos-que-son-y-para-que-sirven/

González, B. (2022). Fertilidad integral en cultivo de cebada. Obtenido de Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT): https://www.cimmyt.org/es/noticias/fertilidad-integral-en-cultivo-de-cebada/

González, B. (2023). Pulgones en la cebada, hacia un manejo sin plaguicidas. Obtenido de Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT): https://www.cimmyt.org/es/noticias/pulgones-en-la-cebada-hacia-un-manejo-sin-plaguicidas/

González, M., & Rodríguez, M. (2023). Respuesta de variedades de cebada a fungicidas para el control de roya de la hoja. Obtenido de International Journal of Innovation and Applied Studies: https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Gonzalez-Gonzalez-4/publication/372823916_Respuesta_de_variedades_de_cebada_a_fungicidas_para_el_control_de_roya_de_la_hoja_Response_of_barley_varieties_to_fungicides_for_the_control_of_leaf_rust/links/64c941e34

Google Maps. (2025). Guaranda, Universidad Estatal de Bolívar - Laguacoto III. Obtenido de https://www.google.com/maps/@-1.6099784,-78.9971632,132m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDUwNy4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

Guatemal, D., & Guerrón, A. (2022). Caso de estudio: Costos de producción agrícola y su incidencia en la rentabilidad de los productores de Imbaya,

Imbabura, Ecuador. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12494

Hernández, A., Sandoval, A., Robledo, V., Mendoza, R., & González, J. (2021). Interacción entre calcio y boro en el crecimiento y contenido mineral de plantas de pimiento morrón. Obtenido de Ecosistemas y recursos agropecuarios: https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v8n3/2007-901X-era-8-03-e2813.pdf

Hita, D. (2021). Efectos de los ácidos húmicos sedimentarios en los microbiomas endófitos: implicaciones y potencial agronómico. Obtenido de Universidad de Navarra: https://dadun.unav.edu/server/api/core/bitstreams/9bad7981-12ac-4c92-91f1-dc3eaf8a0a3f/content

Holdridge, L. (1979). Ecología basada en zonas de vida. Obtenido de Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA): https://iica.int/es/

Huaman, F., Huaman, E., & Condori, M. (2024). Cultivo de la cebada. Obtenido de slideshare: https://es.slideshare.net/slideshow/la-cebada-pptx/272894678

INEC. (2025). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Obtenido de https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZTEyY2NiZDItYjIzYi00ZGQ1LTlkNGEtNDE1OGViM2Q1N2VlIiwidCI6ImYxNThhMmU4LWNhZWMtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYTExMiJ9&pageName=ReportSection

INIAP. (2023). Costo de producción. Cebada. Costos directos. Fases y actividades. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agopecuarias: https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/9costos.pdf

Inveragro. (2020). Ficha técnica Agrigrow calcio-boro-zinc. Obtenido de Bionutriente Foliar de uso agrícola: https://inveragro.com.pe/uploads/pdf/fichaTecnica/agrigrowCaBZn.pdf

Labomersa. (2024). La cebada ecuatoriana: cultivo sostenible y su esencia en la cerveza nacional. Obtenido de https://labomersa.com/2024/03/14/la-cebada-ecuatoriana-cultivo-sostenible-y-su-esencia-en-la-cerveza-nacional/

Lara , B., Lencina, A., Monterroso, B., & David, E. (2024). Detección y cuantificación de enfermedades fúngicas en cebada empleando sensores remotos. Obtenido de Nexo agropecuario: https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/45188

Lasluisa, J. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) dística del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache UTC 2021-2022. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c59e3e1f-a0cf-4cd1-aa5b-a55aa6fd8f45/content

Manobanda , O., & Rubín, M. (2023). Respuesta productiva de cinco variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) a la aplicación de dos sistemas de fertilización foliar, en la granja experimental Laguacoto III, Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar. Obtenido de file:///C:/Users/ASUS/Downloads/TESIS%20OSCAR%20MANOBANDA.pdf

Manzano, C. (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: https://dspace.ueb.edu.ec/items/60db1e67-bf84-45d8-82c3-ca08df432eb4

Marcos, C. (2023). Análisis de crecmiento de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos ciclos de rebrote en el Sureste de Coahuila, México. Obtenido de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Ciencia Animal Departamento de Recursos Naturales Renovables: http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/49000/K%2068255%20Marc

os%20Osor%c3%ado%2c%20Carlos%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Monterroso, F. (2022). Presencia de la micotoxina deoxinivalenol en granos de la Red Nacional de Cebada Cervecera. Obtenido de Universidad Nacional del Sur: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6253

Moya, M. (2024). Cuáles son los beneficios del fertilizante foliar de calcio y boro. Obtenido de https://decoradosmoya.es/cuales-son-los-beneficios-del-fertilizante-foliar-de-calcio-y-boro/

Naranjo, D. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de cebada bajo las condiciones agroecológicas del sector querochaca. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c9d7e80e-fb7a-48c7-95c8-4ee98a185e25/content

Orchardson, E. (2020). El nitrógeno en la agricultura. El nutriente más esencial en la producción mundial de cultivos es también uno de los más difíciles de manejar. Obtenido de Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT): https://www.cimmyt.org/es/noticias/el-nitrogeno-en-la-agricultura/

Otero, E. (2022). Determinación de ventanas de sensibilidad a la temperatura durante el llenado de los granos, para la definición de la calidad maltera en cebada cervecera. Obtenido de Universidad de Buenos Aires: http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2023oteroenriquearIel.pdf

Pastuña, O. (2023). Evaluación de un biofertilizante a base de *Bacillus subtilis* + *Pseudomonas fluerescens* en dos variedades mejoradas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), en dos épocas de aplicación y con el uso de materia orgánica, bajo invernadero en la EESC. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c22ff3d5-0e94-41fe-b10f-7cc37db4b1de/content

Ponce , L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). Parámetros de evaluación y selección en cereales. Obtenido de Manual No.111.INIAP.

Ponce, L., Campaña, D., Noroña, P., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C., & Cruz, E. (2020). La Cebada (*Hordeum vulgare* L.):Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Obtenido de Primera edición. Manual No. 116. INIAP: http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5587

Ponce, L., Cruz, E., Campaña, D., Coronel, J., Noroña, P., Garófalo, J., & Jiménez, C. (2022). Manual para la producción sostenible de cebada en la Sierra ecuatoriana. Manual No. 133. INIAP.

Ponce, L., Garófalo, J., Noroña, P., & Campaña, D. (2020). Evaluación de rendimiento y características agronómicas de líneas promisoris de cebada (*Hordeum vulgare* L.). Obtenido de En cereales: http://repositorio.iniap.gob.ec:8080/bitstream/41000/5973/1/ACTIVIDADES%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CEREALES%20A%C3%91O%202020%20impresa.pdf#page=25

Quela, M. (2024). Efecto de la fertilización química sobre el comportamiento agronómico de la variedad ABI Voyager y 3 líneas mejoradas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) Espejo-Carchi. Obtenido de Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Agropecuaria: https://core.ac.uk/download/pdf/619882453.pdf

Rojas, L. (2022). Respuesta del cultivo de *Oryza sativa* l. variedad hp 101 – plazas a las aplicaciones de diferentes dosis de fertilizantes nitrogenados bajo un sistema de riego en rioja . Obtenido de Universidad Nacional Agraria De La Selva: https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/54c20951-54ae-45a2-a408-45f8f54aab82/content

Santi, K. (2024). Determinación de tres densidades de siembra para cuatro materiales de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con siembra mecanizada en la estación experimental Tunshi. Obtenido de Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/21914

Santillán, R. (2025). Importancia de la siembra, para mejorar la germinación y desarrollo del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.). Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/18325

Sarango, Y., & Chenche, O. (2024). Efecto de bioestimulantes foliares en la tolerancia al estrés abiótico en cultivos de Raphanus sativus. Obtenido de Dialnet: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9947299

Simbaña, E. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico de 15 variedades mejoradas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) liberadas por el INIAP. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/687279cd-8323-4ef6-bc29-d8412f17359e/content

Simón, M., & Voisin, A. (2022). Cebada cervecera: origen, importancia del cultivo, crecimiento y desarrollo. En M. Simón, & A. Voisin, Cereales de invierno. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). Obtenido de SEDICI: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/156681

SISA. (2020). Cebada. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_cebada2020.pdf

SMEAP. (2023). Funciones del potasio en la plantas. Obtenido de https://smeapmexico.org/funciones-del-potasio-en-las-plantas/

Souilla, & Scandiani. (2021). Detección de escaldadura de la cebada en lotes del Sudeste Bonaerense. Obtenido de https://laboratoriosalap.com.ar/wp-content/uploads/2021/10/Deteccio%CC%81n-de-escaldadura-de-la-cebada-2021.pdf

Tenesaca, A. (2023). Evaluación de dos productos a base de calcio boro en un cultivo establecido de mora colombiana (*Rubus glacus*) en el cantón Mocha.

Obtenido de Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias: https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2a98f36a-3465-46e6-bcfd-8b51d25949b7/content

Thor, K. (2019). Calcio: nutriente y mensajero. Obtenido de Frontiers: https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00440

Toala, C. (2023). Efecto de los diferentes fertilizantes foliares como complemento nutricional en la producción del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), Guayas. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TOALA%20CIFUENTES%20CLARA%20ALEJANDRA.pdf

Torres, M. (2021). Carácter primogénito de stay-green, su estabilidad importancia en la calidad de cebada imberbe *Hordeum vulgare* (lineo, 1753). Obtenido de http://eprints.uanl.mx/21315/1/1080314907.pdf

Unda, J. (2022). Evaluación de líneas diferenciales para royas (*Puccinia graminis*) en avena (*Avena sativa* l.) del INIAP, bajo las condiciones ambientales en el campus salache UTC 2021-2022. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6f4d9945-662a-420e-85ee-c78aa62c4b90/content

UTA. (2020). Grasshoppers (Saltamontes). Obtenido de UtahStateUniversity: https://extension.usu.edu/pests/ipm/notes_ag/veg-grasshoppers

Velasco, Y., Sana, W., & Morillo, A. (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Municipio de Chivatá Boyacá, Colombia. Obtenido de Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612020000200103&script=sci_arttext

Vivar, & Gordillo. (2021). Selección de líneas avanzadas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con calidad maltera, en base al rendimiento y calidad. Obtenido

de https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9552ae0d-f83b-43d9-a36e-3b03fe685345/content

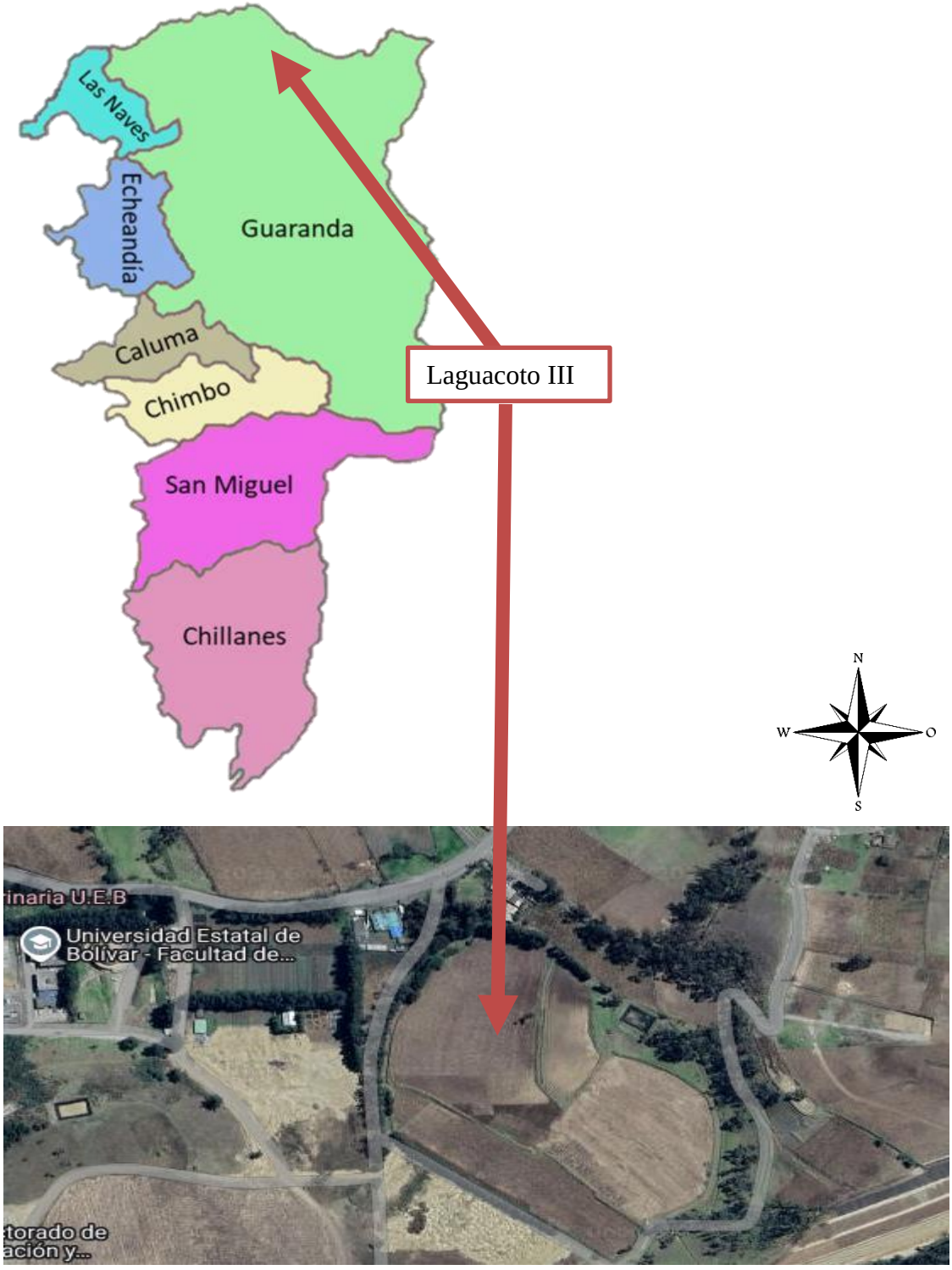
Wikifarmer. (2022). Requisitos y métodos de fertilización de la cebada. Obtenido de Wikifarmer Library: https://wikifarmer.com/library/es/article/requisitos-y-metodos-de-fertilizacion-de-la-cebada

Zalba, C. (2023). Análisis de calidad de granos en trigo Candeal y Cebada cervecera. Obtenido de Universidad Nacional del Sur: https://repositorio digital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6696/ZALBA.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1.

Mapa de ubicación de la investigación.



Fuente: (Google Maps, 2025)**.**

Anexo 2.

Croquis del ensayo

Testigo	T15 CAÑICAPA	**Ácidos húmicos**	T7 ALFA	**Calcio boro**	T3 ANDREIA
	T14 PALMIRA		T6 ANDREIA		T2 GUARANGA
	T13 ALFA		T10 GUARANGA		T1 CAÑICAPA
	T12 ANDREIA		T9 CAÑICAPA		T5 PALMIRA
	T11 GUARANGA		T8 PALMIRA		T4 ALFA
Ácidos húmicos	T10 CAÑICAPA	**Calcio boro**	T2 ALFA	**Testigo**	T13 ANDREIA
	T9 PALMIRA		T1 ANDREIA		T12 GUARANGA
	T8 ALFA		T5 GUARANGA		T11 CAÑICAPA
	T7 ANDREIA		T4 CAÑICAPA		T15 PALMIRA
	T6 GUARANGA		T3 PALMIRA		T14 ALFA
Calcio boro	T5 CAÑICAPA	**Testigo**	T12 ALFA	**Ácidos húmicos**	T8 ANDREIA
	T4 GUARANGA		T11 PALMIRA		T7 ALFA
	T3 ANDREIA		T15 CAÑICAPA		T6 PALMIRA
	T2 ALFA		T14 GUARANGA		T10 CAÑICAPA
	T1 PALMIRA		T13 ANDREIA		T9 GUARANGA
R1		**R2**		**R3**	

Anexo 3.
Análisis de suelo

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec

INFORME DE ENSAYO No: 24-0336

NOMBRE DEL CLIENTE: Universidad Estatal de Bolívar
PETICIONARIO: Universidad Estatal de Bolívar
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Universidad Estatal de Bolívar
DIRECCIÓN: Bolívar

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 26/09/2024
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 9:42
FECHA DE ANÁLISIS: 30/09/2024
FECHA DE EMISIÓN: 14/10/2024
ANALISIS SOLICITADO: S4

Análisis	pH		N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO		CO.	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN
Unidad			ppm		ppm		ppm		ppm		meq/ 100g		meq/ 100g		meq/ 100g		ppm		ppm		ppm		ppm					meq/ 100g	%		%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
24-1371	7,12	P N	1,14	B	41,44	A					1,19	A	24,39	A	4,35	A	5,4	M	16,2	A	113	A	14,6	M	5,60	3,67	24,23	29,93	2,55	A		38	31	31	FRANCO-ARCILLOSO	Muestra No. 3CL
24-1372	6,91	P N	24,28	B	39,30	A					0,77	A	19,23	A	3,12	A	4,0	M	12,8	A	127	A	17,0	A	6,16	4,05	28,98	23,13	3,31	A		38	33	29	FRANCO-ARCILLOSO	Muestra No. 4CL
24-1373	7,18	P N	1,03	B	24,19	A					0,71	A	19,77	A	3,62	A	3,9	M	14,9	A	81	A	13,5	M	5,47	5,06	32,72	24,11	2,33	A		42	31	27	FRANCO-ARCILLOSO	Muestra No. 1CL
24-1374	6,07	L Ac	1,06	B	20,36	A					0,67	A	22,81	A	7,18	A	2,1	B	10,5	A	128	A	18,5	A	3,18	10,71	44,76	30,65	2,98	A		38	33	29	FRANCO-ARCILLOSO	Muestra No. 5CL
24-1375	6,84	P N	46,99	M	16,60	M					0,42	A	18,67	A	4,35	A	2,7	B	12,6	A	110	A	12,6	M	4,29	10,45	55,29	23,43	2,42	A		38	33	29	FRANCO-ARCILLOSO	Muestra No. 9CL
24-1376	6,92	P N	48,94	M	31,47	A					0,93	A	22,66	A	4,11	A	4,6	M	11,4	A	155	A	23,8	A	5,52	4,41	28,72	27,69	3,61	A		36	35	29	FRANCO-ARCILLOSO	Muestra No. 7CL

Análisis	Al+H*		Al*		Na*		C.E. *		N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*		pH KCl*		IDENTIFICACION
	ppm		ppm		meq/ 100g				%	ppm	meq/ 100g	ppm	ppm				

OBSERVACIONES:

*** Ensayos no solicitados por el cliente**

METODOLOGIA USADA			
pH =	Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg =	Olsen Modificado
S,B =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =	Olsen Modificado
		B =	Curcumina

INTERPRETACION					
pH				Elemento	
Ac =	Acido	N =	Neutro	B =	Bajo
LAc =	Liger. Acido	LAl =	Lige. Alcalino	M =	Medio
PN =	Prac. Neutro	Al =	Alcalino	A =	Alto
RC =	Requieren Cal			T =	Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasion
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION							
Al+H,Al y Na		C.E.				M.O y Cl	
B =	Bajo	NS =	No Salino	S =	Salino	B =	Bajo
M =	Medio	LS =	Lig. Salino	MS =	Muy Salino	M. =	Medio
T =	Tóxico					A =	Alto

Firmado electrónicamente por: JOSE ALONSO LUCERO MALATAY

LABORATORISTA

Firmado electrónicamente por: IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electronico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la informacion.

* Opiniones de interpretación ,etc,que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Anexo 4.

Base de datos de cinco variedades de cebada en tres sistemas de fertilización

T	R	FA	FB	PEM	NPM	NMP	I	S	DE	AP	LE	AT	AR	DC	GO	PH	TG	PCP	RH	V	CG
1	1	1	1	86	156	9	29.00	40.00	63	82.66	6.07	0	0	113	2.00	70.36	96.12	4.98	4983.15	1	amarillo claro
2	1	2	1	90	228	8	46.00	60.00	70	89.09	6.68	0	0	116	3.00	68.28	95.32	5.19	5191.64	1	crema amarillo
3	1	3	1	80	206	8	17.50	60.00	75	64.42	6.31	0	0	132	1.80	69.72	91.72	4.69	4685.44	3	crema
4	1	4	1	75	117	8	18.50	50.00	72	75.12	8.18	0	0	118	3.80	68.54	90.56	4.28	4278.57	1	crema amarillo
5	1	5	1	80	157	8	41.00	40.00	75	101.52	8.95	0	0	113	2.80	67.44	96.63	3.33	3332.93	1	amarillo claro
6	1	1	2	77	135	9	22.50	50.00	66	80.07	5.79	0	0	117	2.70	70.05	96.11	3.84	3839.00	1	amarillo claro
7	1	2	2	78	184	9	42.00	50.00	72	81.38	7.01	0	0	120	3.50	66.64	95.24	4.52	4520.86	1	crema amarillo
8	1	3	2	80	228	9	18.00	50.00	80	65.07	6.00	0	0	133	2.50	69.55	88.42	3.99	3992.60	3	crema
9	1	4	2	75	222	9	28.00	50.00	72	77.98	7.57	0	0	121	2.50	68.67	94.43	3.82	3816.54	1	crema amarillo
10	1	5	2	90	168	9	33.00	50.00	77	105.41	8.58	0	0	115	2.00	66.86	97.49	3.03	3024.91	1	amarillo claro
11	1	1	3	80	168	9	33.00	50.00	67	81.18	5.43	0	0	120	3.00	70.30	93.23	4.38	4377.91	3	amarillo claro
12	1	2	3	80	197	9	41.00	50.00	74	82.00	6.28	0	0	122	3.10	67.73	92.63	4.15	4147.12	3	crema amarillo
13	1	3	3	95	186	9	15.50	60.00	84	67.12	5.92	0	0	133	1.50	69.01	81.09	3.71	3706.81	3	crema
14	1	4	3	80	166	9	25.00	40.00	72	80.86	8.26	0	0	123	2.30	67.17	90.55	3.47	3464.65	1	crema amarillo
15	1	5	3	100	183	9	40.50	50.00	82	111.64	8.33	0	0	115	1.50	66.02	96.93	3.48	3476.03	1	amarillo claro
1	2	1	1	95	197	9	30.00	50.00	64	80.67	6.04	0	0	115	2.00	77.40	96.04	4.48	4476.78	3	amarillo claro
2	2	2	1	97	160	9	42.50	50.00	70	85.62	6.45	0	0	116	3.12	68.05	91.72	4.75	4752.00	1	crema amarillo
3	2	3	1	85	194	10	16.00	60.00	76	65.57	6.53	0	0	130	1.60	69.41	90.65	3.61	3607.60	3	crema
4	2	4	1	78	187	9	24.00	50.00	72	76.84	8.14	0	0	120	3.00	67.82	90.53	3.88	3882.53	1	crema amarillo
5	2	5	1	97	184	9	38.00	50.00	74	100.40	8.67	0	0	116	1.00	63.69	97.40	3.08	3079.23	1	amarillo claro
6	2	1	2	80	136	9	34.50	40.00	65	80.80	5.70	0	0	115	2.50	68.90	94.10	4.75	4751.62	1	amarillo claro
7	2	2	2	90	195	9	55.00	50.00	72	80.88	7.04	0	0	121	3.70	67.47	93.50	4.28	4279.09	1	crema amarillo
8	2	3	2	88	119	9	21.00	50.00	81	65.12	6.10	0	0	134	2.00	68.40	84.67	4.35	4344.65	3	crema
9	2	4	2	78	118	8	23.00	50.00	73	78.21	7.75	0	0	120	4.00	60.24	87.96	4.43	4432.38	1	crema amarillo
10	2	5	2	78	177	9	47.50	50.00	78	105.22	8.48	0	0	116	1.40	64.31	96.17	3.50	3497.47	1	amarillo claro
11	2	1	3	85	164	8	36.50	50.00	68	81.04	5.41	0	0	123	2.13	68.41	95.83	4.52	4520.73	1	amarillo claro
12	2	2	3	85	195	8	50.00	50.00	73	82.30	6.23	0	0	123	2.30	66.59	94.50	4.47	4465.78	1	crema amarillo
13	2	3	3	95	189	8	19.50	50.00	83	67.90	5.86	0	0	135	1.80	70.02	91.04	5.54	5543.39	3	crema
14	2	4	3	77	162	8	22.50	40.00	74	80.78	8.23	0	0	122	3.60	68.35	82.26	4.22	4223.58	1	crema amarillo
15	2	5	3	90	185	9	34.50	60.00	79	112.62	8.65	0	0	116	0.90	65.18	98.13	4.09	4090.73	1	amarillo claro

1	3	1	1	80	162	9	29.00	40.00	63	82.06	6.06	0	0	113	2.40	67.73	90.54	5.14	5136.95	1	amarillo claro
2	3	2	1	87	205	10	47.00	40.00	71	88.57	6.53	0	0	118	4.80	66.85	88.57	3.83	3828.54	1	crema amarillo
3	3	3	1	95	285	8	20.50	50.00	76	63.86	6.23	0	0	132	1.80	69.16	81.91	3.03	3024.76	3	crema
4	3	4	1	78	132	9	22.50	50.00	71	74.98	8.22	0	0	119	3.70	68.93	87.93	4.02	4014.60	1	crema amarillo
5	3	5	1	88	160	10	37.00	50.00	75	103.25	8.65	0	0	114	2.40	65.01	95.76	3.51	3508.58	1	amarillo claro
6	3	1	2	80	130	9	25.00	50.00	66	82.30	5.99	0	0	116	3.70	70.32	94.83	3.88	3883.16	1	amarillo claro
7	3	2	2	90	189	9	41.00	40.00	74	83.20	7.08	0	0	124	5.20	67.83	93.73	4.39	4389.00	1	crema amarillo
8	3	3	2	75	230	9	19.50	50.00	79	64.50	6.20	0	0	132	2.60	70.01	88.81	4.54	4542.45	3	crema
9	3	4	2	85	224	9	25.00	50.00	72	77.71	7.66	0	0	119	3.40	68.37	89.92	4.15	4146.63	1	crema amarillo
10	3	5	2	77	170	9	38.00	50.00	77	106.56	8.65	0	0	115	1.70	63.33	98.40	3.23	3233.58	1	amarillo claro
11	3	1	3	75	165	9	26.50	50.00	67	80.84	5.56	0	0	121	2.10	68.66	95.17	3.34	3343.97	1	amarillo claro
12	3	2	3	85	188	10	37.00	40.00	75	82.42	6.25	0	0	124	2.50	66.98	92.85	4.33	4333.96	3	crema amarillo
13	3	3	3	75	190	9	19.50	40.00	85	66.96	5.96	0	0	136	1.30	68.76	86.86	4.00	4003.56	1	crema
14	3	4	3	78	161	9	24.00	50.00	74	80.17	8.35	0	0	122	2.90	69.27	90.85	4.18	4179.54	1	crema amarillo
15	3	5	3	95	188	9	39.50	50.00	81	111.84	8.42	0	0	117	0.97	64.65	97.50	3.14	3134.72	1	amarillo claro

Anexo 5.

Fotos



Desinfección de la semilla



Implementación del ensayo



Siembra



Porcentaje de emergencia



Número de plantas por metro cuadrado



Número de macollos por planta



Control de plagas y enfermedades



Aplicación de urea



Primera aplicación de calcio boro y ácidos húmicos



Determinación de incidencia y severidad



Días al espigamiento



Aplicación de urea



Segunda aplicación de calcio boro y ácidos húmicos



Ultima determinación de incidencia y severidad



Altura de la planta



Longitud de la espiga



Cosecha



Trilla



Secado



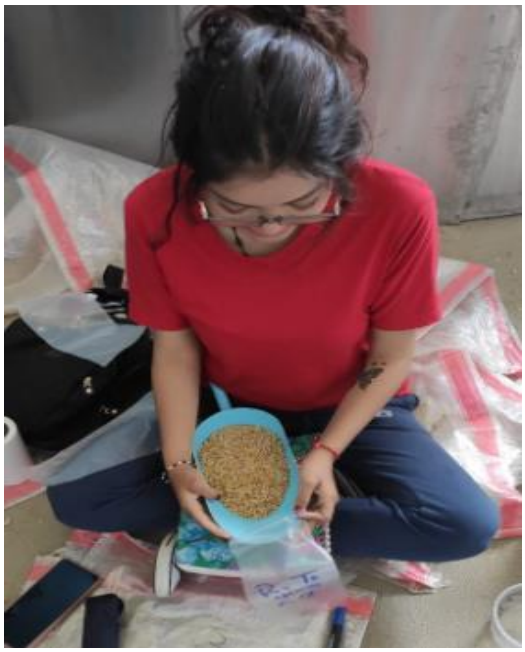
Aventado



Tamaño del grano



Grano quebrado



Almacenamiento



Aventado

Anexo 6.

Glosario de términos técnicos

ABA: Es una fitohormona (hormona vegetal) involucrada en respuestas al estrés, especialmente déficit hídrico (ácido abscísico).

Absorción: Es el proceso mediante el cual una sustancia (como agua o nutrientes) penetra o es incorporada al interior de una célula, tejido o estructura (como la raíz de una planta). Es fundamental para el transporte interno de nutrientes en organismos vivos.

Accesión: Una accesión (también llamada cultivar, de "cultivated variety") es un grupo de plantas cultivadas que se distinguen claramente por características específicas (como rendimiento, calidad, resistencia a enfermedades) y que mantienen esas características al ser reproducidas.

Ácidos húmicos: Son compuestos orgánicos complejos formados por la descomposición de materia orgánica (especialmente vegetal) en el suelo. Mejoran la estructura del suelo, estimulan la actividad microbiana y aumentan la retención de nutrientes y agua, facilitando así el desarrollo de las plantas.

Adsorción: Es el proceso físico o químico mediante el cual átomos, iones o moléculas de una sustancia (como nutrientes o agua) se adhieren a la superficie externa de otra (como partículas del suelo o raíces). No implica penetración al interior del material.

Anión: Partícula con carga eléctrica negativa. En plantas, nutrientes como el fósforo se absorben como aniones.

Biomasa: Materia orgánica producida por seres vivos. En agricultura, se refiere al volumen vegetal generado por un cultivo.

Encañazón: Fase del desarrollo de plantas como los cereales, en la que comienzan a alargarse los tallos (cañas) después del ahijamiento, formando los entrenudos que darán soporte a la espiga.

Enmiendas: Sustancias que se incorporan al suelo para mejorar sus propiedades físicas, químicas o biológicas. Pueden ser orgánicas (estiércol, compost) o inorgánicas (cal, yeso).

Enzima H^+-ATPasa: Es una enzima clave en la membrana plasmática de las células vegetales (y de otros organismos). Su función es bombear protones (iones H^+) desde el interior de la célula hacia el espacio extracelular, utilizando energía de ATP (adenosín trifosfato).

Fase lag: Etapa inicial del crecimiento microbiano o de semillas germinadas en la que no hay un aumento visible en número o tamaño, ya que el organismo se adapta al nuevo entorno antes de empezar a multiplicarse activamente.

Fitohormona: También conocidas como hormonas vegetales, son sustancias químicas producidas naturalmente por las plantas en pequeñas cantidades que regulan su crecimiento, desarrollo y respuestas frente al estrés. Ejemplos incluyen: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico.

Humatos: Son sales de ácidos húmicos o fúlvicos que mejoran la fertilidad del suelo al aumentar la disponibilidad de nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad microbiana.

Humofosforados: Son fertilizantes que combinan fósforo con compuestos húmicos, lo que favorece una liberación más eficiente y sostenida del fósforo en el suelo, promoviendo un mejor desarrollo radicular y una mayor absorción de nutrientes.

IAA: Es la principal auxina, una fitohormona que regula el crecimiento y desarrollo vegetal (ej. elongación celular, tropismos, formación de raíces) (Ácido Indol-3-acético).

Infestación: Presencia excesiva de plagas en un cultivo que puede causar daños económicos.

Lígula truncada: La lígula es una estructura membranosa situada entre la lámina y la vaina de la hoja en gramíneas. Cuando es "truncada", significa que su forma termina de manera recta o abrupta, como si estuviera cortada.

Membrana plasmática: Es una bicapa lipídica que rodea la célula, actuando como barrera selectiva. Regula el intercambio de sustancias entre el interior y exterior celular.

Mielecilla: Líquido azucarado y viscoso que exudan algunas plantas, especialmente en la base de las espigas de cereales. A veces se asocia con la secreción de pulgones u otros insectos.

Pectina: Polisacárido de la pared celular vegetal que aporta elasticidad; su formación depende de nutrientes como el boro.

Porosidad: Medida de espacios vacíos en el suelo que determinan su capacidad para retener aire y agua.

Pústulas: Pequeñas protuberancias en hojas que contienen esporas de hongos patógenos.

Quelatados: Nutrientes (especialmente micronutrientes) químicamente protegidos para mejorar su absorción por las plantas.

Ramnogalacturonano: Es un tipo de polisacárido complejo que forma parte de la pectina, un componente clave de la pared celular de las plantas.

Rastrojo: Residuo vegetal que queda en el campo después de la cosecha, como tallos y hojas secas. Puede dejarse como cobertura para proteger el suelo o incorporarse como materia orgánica.

Rizosfera: Zona del suelo influenciada por las raíces, donde ocurren interacciones planta-microorganismos.

Semolina: Producto granulado obtenido al moler parcialmente cereales como trigo o cebada, usado en pastas y panes.

Trilladoras: Máquinas que separan el grano de la paja durante la cosecha de cereales.

Variedad: Una variedad se refiere a una muestra individual única de material genético vegetal que ingresa, se conserva y se documenta en una colección, como un banco de germoplasma.