



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agronomía**

**Tema:**

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE CEBADA DESNUDA (*Hordeum vulgare* L.), EN EL TERCER AÑO DE VALIDACIÓN.

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

**Autor:**

Alex Fabricio Guamán Espinales

**Tutora:**

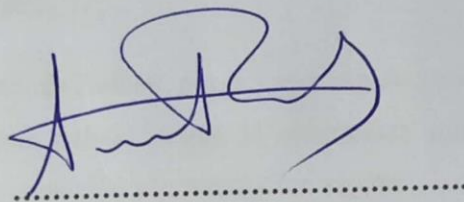
Dra. Andrea Román Ramos

**Guaranda – Ecuador**

**2024**

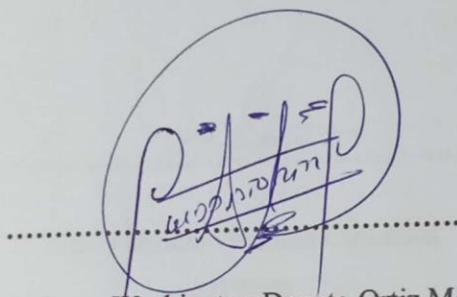
EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE CEBADA  
DESNUDA (*Hordeum vulgare* L.), EN EL TERCER AÑO DE VALIDACIÓN.

**REVISADO Y APROBADO POR:**



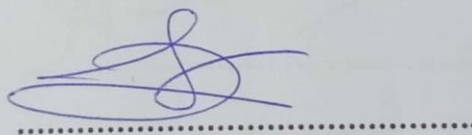
Dra. Andrea Román Ramos

**TUTORA**



Ing. Jorge Washington Donato Ortiz Mg.

**DOCENTE LECTOR**



Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

**DOCENTE LECTOR**



## CERTIFICACIÓN DE AUTORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Alex Fabricio Guamán Espinales, con cédula de identidad número 0803580935, declaro 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 correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa vigente.

Alex Fabricio Guamán Espinales

**AUTOR**

CL. 0803580935

Dra. Andrea Román Ramos

**TUTORA**

CL. 0604084871



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



No. ESCRITURA	20240201003P02037
---------------	-------------------

**DECLARACION JURAMENTADA  
OTORGADA POR:**

ALEX FABRICIO GUAMÁN ESPINALES  
FACTURA: 001-002-000013302  
DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día cinco de agosto de dos mil veinticuatro, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece el señor ALEX FABRICIO GUAMÁN ESPINALES, soltero, domiciliado en la ciudad de Caluma, provincia Bolívar, con celular número 0963428083, correo electrónico [tio70@hotmail.es](mailto:tio70@hotmail.es), por sus propios derechos. El compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, hábil e idóneo para contratar y obligarse a quien de conocerlo 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, bien instruido 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 que dice: DECLARO QUE EL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TITULADO: **EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE CEBADA DESNUDA (*Hordeum vulgare L.*)**, EN EL TERCERO AÑO DE VALIDACIÓN. Previo la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de mi autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por el autor. 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 queda 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 le fue al compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquel se afirma y se ratifica de todo lo expuesto y firma conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaria, la presente declaración, de todo lo cual doy fe.-

ALEX FABRICIO GUAMÁN ESPINALES  
C.C. 0803580935

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ  
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



NOMBRE DEL TRABAJO

PROYECTO\_CEBADA\_DESNUDA\_GUAMA  
N\_ALEX\_2024\_FINAL.pdf

AUTOR

Alex Fabricio Guamán Espinales

RECUENTO DE PALABRAS

14703 Words

RECUENTO DE CARACTERES

79465 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

80 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.0MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 30, 2024 10:55 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

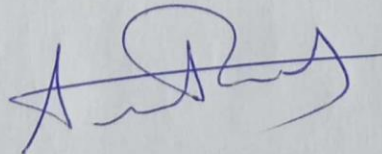
Jul 30, 2024 10:56 AM GMT-5

### ● 10% de similitud general

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

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Firma:



Revisado por: Dra. Andrea Román Ramos

Fecha:

30/07/24

## **DEDICATORIA**

Lleno de felicidad, entusiasmo y amor, dedico mi Proyecto de grado en primer lugar a Dios, quien fue mi guía absoluta en todo este tiempo, fortaleza necesaria durante toda mi formación académica y profesional.

Como no mirar más allá del todo, y agradecer a mis padres quienes me dieron la vida, Luis Enrique Guamán Yunda, quien, a pesar de ya no estar junto a nosotros, sé que se sentiría muy dichoso de mí, a mi madre Ana Rosario Espinales Preciado, mi luz, mi cumbre la cálida voz de todos los días al decirme hijo todo va estar bien, abnegadle mujer que me ayudó a cristalizar mi sueño.

A mis hermanos Fabián, Elizabeth, Pilar, Pía quienes desde la lejanía de sus familias siempre me motivaron para no desmayar a medio camino y avanzar, junto a mis metas trazadas.

A mi hermana Paola quien supo ser, el oído a mis pláticas incansables, el apoyo moral, tan necesario, quien a más de sus consejos me brindo el calor de hogar durante el tiempo necesario hasta hoy.

A mis queridos docentes, quienes, a más de impartir su conocimiento en cada clase, fueron maestros del ejemplo a seguir para llegar hasta estas instancias.

Me faltaría tiempo para mencionar a todos, apreciados compañeros, amigos de la vida universitaria gracias por el apoyo brindado, como siempre digo, somos aves de paso y en el transcurso de mis días lo único que me llevo son los mejores momentos, he dado vuelta la hoja y reconozco que es una travesía magnífica para quienes cursamos esta bella etapa como fue la universidad.

**Alex**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer primeramente a Dios por guiarme en el transcurso de mi vida, por darme salud y su compañía, a mi madre Ana Rosario Espinales Preciado por brindarme su apoyo en este camino y por confiar en mí, a un ángel que me guía desde el cielo a mi padre Luis Enrique Guamán Yunda.

Tengo la dicha de agradecer a la Universidad Estatal de Bolívar por haberme dado una enseñanza de calidad y poder formarme como un profesional, a los docentes que formaron parte de mis días como estudiante que con sus conocimientos me permitieron aprender de la carrera más hermosa que es la de agronomía y a mis compañeros con los que durante toda esta travesía pude convivir y darme la enseñanza de vida.

Agradecer a mis docentes que formaron parte de este proyecto de investigación; Dra. Andrea Román Ramos, Ing. David Rodrigo Silva García Mg, Ing. Jorge Washington Donato Ortiz MSc, Ing. Kleber Espinoza Mg, que me apoyaron y aconsejaron durante el transcurso de mi trabajo de titulación.

Al programa de semillas de la UEB y el programa de cereales del INIAP Santa Catalina por el soporte técnico y dotación del germoplasma.

**Alex**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAG
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2 MARCO TEÓRICO	6
2.1. Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> L.)	6
2.1.1. Origen	6
2.1.2. Taxonomía	6
2.1.3. Morfología de la cebada	7
• Raíces	7
• Tallo	7
• Hojas	7
• Flores	7
• Fruto	8
• Grano	8
2.1.4. Crecimiento y desarrollo de la cebada	8
2.1.5. Requerimientos climáticos	11
• Clima	11
• Temperatura	11
• Suelo	11
• Riego	11
2.1.6. Manejo técnico del cultivo	12
• Selección de lote	12

• Preparación del lote	12
• Siembra	12
• Calidad y cantidad de semilla	12
• Fertilización	13
• Control de maleza	13
2.1.7. Variedades	13
• Variedades de invierno	13
• Variedades de verano	14
2.1.8. Plagas	14
• Limacos ( <i>Deroceras</i> sp.)	14
• Pulgón de la espiga ( <i>Sitobium avenae</i> )	15
• Zabro ( <i>Zabrus tenebroides</i> Goeze)	15
2.1.9. Enfermedades	16
• Roya amarilla o lineal del trigo ( <i>Puccinia striiformis</i> sp.)	16
• Roya de la hoja de la cebada ( <i>Puccinia hordei</i> Otth)	17
• Oidio de la cebada ( <i>Blumeria graminis</i> sp.)	18
2.2. Cosecha	19
2.2.1. Condiciones para la cosecha	20
2.2.2. Trilla	20
2.2.3. Almacenamiento y conservación	20
2.3. Método de mejoramiento	20
2.3.1. Introducción del germoplasma	20
CAPÍTULO III	22
3 MARCO METODOLÓGICO	22
3.1. Ubicación de la investigación	22
• Localización de la investigación	22
• Situación geográfica y edafoclimática	22
• Zona de vida	22
3.2. Metodología	22
3.2.1. Material experimental	22
3.2.2. Factores en estudio	22

3.2.3.	Tratamientos	22
3.2.4.	Tipo de diseño experimental o estadístico	23
3.2.5.	Manejo del experimento	23
	• Selección del lote	23
	• Preparación del suelo	23
	• Trazado de unidades experimentales	23
	• Siembra	23
	• Control de maleza	24
	• Control de plagas	24
	• Controles fitosanitarios	24
	• Fertilización	24
	• Cosecha	24
	• Trilla	24
	• Secado	25
	• Aventado	25
	• Almacenado	25
3.2.6.	Métodos de evaluación	25
	• Porcentaje de emergencia (PE)	25
	• Vigor de Planta (VP)	25
	• Hábito de crecimiento (HC)	25
	• Días al espigamiento (DE)	26
	• Altura de planta (AP)	26
	• Tipo de paja (TP)	26
	• Tamaño de espiga (TE)	26
	• Severidad (SEV)	26
	• Número de granos por espiga (NGE)	27
	• Número de espigas por m <sup>2</sup>	27
	• Rendimiento (RG)	27
	• Peso Hectolitrito (PH)	27
	• Peso de mil granos (PMG)	27
	• Tipo de grano (TG)	27

3.2.7. Análisis de datos	28
CAPÍTULO IV	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Variables agronómicas	29
4.2. Variables sanitarias	32
4.3. Variables de rendimiento	34
4.4. Variables morfológicas	36
4.5. Comprobación de hipótesis	41
CAPÍTULO V	43
5.1. CONCLUSIONES	43
5.2. RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	

## **INDÍCE DE TABLAS**

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag</b>
1	Resultados del análisis de varianza en el porcentaje de emergencia (PE), altura de planta (AP) y días de espigamiento (DE)	30
2	Resultados del análisis de varianza de la severidad de manchas foliares (SEVMF) y severidad de roya (SEVRY)	32
3	Resultados del análisis de varianza del número de granos por espigas (NGE), número de espigas por metro cuadrado (NEMC), tamaño de espigas (TE), peso de mil granos (PMG), peso hectolitro (PH), y rendimiento de grano (RG)	35

## INDÍCE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag</b>
1	Medias de la variable porcentaje de emergencia (PE) de cinco accesiones de cebada desnuda	30
2	Medias de la variable días de espigamiento (DE) de cinco accesiones de cebada desnuda	31
3	Medias de la variable severidad de manchas foliares (SEVMF) de cinco accesiones de cebada desnuda	33
4	Medias de la variable severidad de roya (SEVRY) de cinco accesiones de cebada desnuda	34
5	Medias de la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC) de cinco accesiones de cebada desnuda	36
6	Medias de la variable Peso de mil granos (PMG) de cinco accesiones de cebada desnuda	37
7	Análisis de frecuencia de la variable vigor de planta (VP)	38
8	Análisis de frecuencia de la variable tipo de grano (TG)	39
9	Análisis de frecuencia de la variable tipo de paja (TP)	40
10	Análisis de frecuencia de la variable hábito de crecimiento (HC)	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Detalle</b>
1	Mapa de ubicación de la investigación, Laguacoto III
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos
4	Fotografías del manejo del ensayo
5	Glosario de términos

## RESUMEN

El cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) es importante en el Ecuador, en los últimos años se ha incentivado el cultivo en la Sierra. Sin embargo, el cultivo enfrenta problemas debido al cambio climático por lo que es importante identificar variedades de cebada desnuda nuevas con tolerancia a enfermedades y que sean productivas con mejor adaptabilidad a las zonas de cultivo. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar agrónomicamente cinco líneas de cebada desnuda, a través de componentes agronómicos, severidad de enfermedades foliares y la calidad del grano. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (DBCA). Para el análisis de datos se realizaron análisis de varianza, seguido de la prueba de Tukey al 5% de significancia. Los resultados mostraron diferencias significativas  $p < 0.05$  para las variables porcentaje de emergencia (PE), días de espigamiento (DE), severidad de manchas foliares (SEVMF), roya amarilla (SEVRY) y número de espigas por metro cuadrado (NEMC). Las accesiones CD-19-007, CD-19-010 y CD-19-011 presentaron un mayor PE entre el 97-98%. Así mismo las accesiones CD-19-007, CD-19-006 y CD-19-010 presentaron un DE menor entre 71 a 72 días. En cuanto a SEVMF las accesiones CD-19-007 y CD-19-010 mostraron una menor SEVMF. Además, la accesión CD-19-007 también mostró menor severidad para SEVRY, por lo que son tolerantes a dichas enfermedades. Para la variable NEMC fue mayor para las accesiones CD-19-007, CD-19-006 y CD-19-010. Además, las accesiones CD-19-011 y CD-19-007 presentaron mayor PMG con 54.30 g y 53.05 g, respectivamente. El mayor RG fue de línea CD-19-007 con 2976.11 kg ha<sup>-1</sup>. En relación a las variables morfológicas las accesiones CD-19-007 y CD-19-011 presentaron un hábito de crecimiento (HC) excelente, mientras que las accesiones CD-19-010 y CD-19-011 obtuvieron un tipo de grano (TG) excelente, y las accesiones CD-19-007, y CD-19-010 mostraron un tipo de paja (TP) fuerte. Finalmente, todas las accesiones presentaron un vigor de planta (VP) regular es decir plantas con hojas grandes y bien desarrolladas. Estos hallazgos resaltan la variabilidad entre las accesiones y sugieren la posibilidad de seleccionar aquellas con características superiores de adaptabilidad y resistencia a enfermedades, adecuadas para las condiciones de los agricultores locales.

**Palabras Clave:** Adaptabilidad, enfermedades foliares, rendimiento, genotipos.

## SUMMARY

The barley crop (*Hordeum vulgare* L.) is important in Ecuador, and in recent years, crop growing has been encouraged in the Andes. However, the crop confronts challenges due to climate change, making it important to identify new varieties of naked barley with disease tolerance and better adaptability to the growing areas. Therefore, the objective of this research was to agronomically evaluate five lines of naked barley through agronomic components, severity of foliar diseases, and grain quality. The experimental design used was a randomized complete block design (DBCA). Data analysis was performed by analysis of variance, followed by Tukey's test at a 5% significance level. The results showed significant differences ( $p < 0.05$ ) for the percentage of emergence (PE), days to heading (DE), severity of leaf spots (SEVMF) and yellow rust (SEVRY) and number of ears per square meter (NEMC). Accessions such as CD-19-007, CD-19-010, and CD-19-011 had a higher PE between 97-98%. Similarly, accessions CD-19-007, CD-19-006, and CD-19-010 had a lower DE between 71 to 72 days. Regarding SEVMF, accessions CD-19-007 and CD-19-010 showed lower SEVMF. Additionally, accession CD-19-007 also showed lower severity for SEVRY, indicating tolerance to these diseases. For the NEMC variable, it was higher for accessions CD-19-007, CD-19-006, and CD-19-010. Moreover, accessions CD-19-011 and CD-19-007 had higher thousand grain weight (PMG) with 54.30 g and 53.05 g, respectively. Regarding morphological variables, accessions CD-19-007 and CD-19-011 had an excellent growth habit (HC), while accessions CD-19-010 and CD-19-011 had an excellent grain type (TG), and accessions CD-19-007 and CD-19-010 showed strong straw type (TP). Finally, all accessions presented regular plant vigor (VP), meaning plants with large, well-developed leaves. These findings highlight the variability among accessions and suggest the possibility of selecting those with superior adaptability and disease resistance traits, suitable for local farmers' conditions.

**Keywords:** Adaptability, foliar diseases, yield, genotypes.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.), es una planta anual monocotiledónea, gramínea perteneciente a la familia de las Poaceas, originaria de Asia. Se lo considera el mayor cultivo en el mundo, siendo de gran importancia alimenticia tanto para animales como para humanos (Ponce et al., 2020).

Este cultivo es de gran importancia, razón por lo cual en la última década se convirtió en el quinto producto más cultivado en el ámbito global. Actualmente, entre los productores más importantes del mercado se encuentran la Unión Europea, Rusia, Canadá, Australia, Ucrania, Turquía, y Kazajistán (Bernardi, 2019). La producción mundial es de 141.77 millones de toneladas (Produccion agricola mundial, 2023).

En el Ecuador la siembra de cebada se extiende a 15000 ha en 8 provincias como lo son Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo y Azuay (El comercio, 2022). Con una producción de 13000 t, esta cifra refleja el sinnúmero de campesinos que en mini superficies siembran cebada para uso y consumo familiar (Producción agrícola mundial, 2022). Actualmente la producción de cebada en la provincia Bolívar tiene un rendimiento a nivel de agricultor 3-5 t ha<sup>-1</sup> (Gomez, 2021).

Cabe recalcar que parte importante de la cebada cultivada en las comunidades de estas provincias es usada para el autoconsumo. La manera de consumirla es semimolida (arroz de cebada) en sopas, a modo de harina (máchica) para hacer coladas o mezclarla con leche en el desayuno (Herrera, 2021). Los excedentes son comercializados para obtener ingresos económicos, por lo que la cebada constituye en un cultivo fundamental en los sistemas de producción comunitarios de la sierra ecuatoriana (Custodia, 2022). Siendo fundamental el aprovechamiento y conservación de los recursos fitogenéticos como germoplasma. La caracterización agronómica y morfológica es utilizada para enfrentar la gran demanda en la alimentación tanto humana como animal puesto que mediante esta metodología se involucra el mejoramiento genético de los organismos tomando su material

mejorado logrando implementar técnicas y metodologías versátiles, eficientes y rápidas (Quintana, 2022).

En el Ecuador se ha observado que la cebada de grano desnudo cuenta con mayor preferencia por parte de los pequeños agricultores industriales que se dedican a la elaboración de los subproductos (Dobronski & Chugcho, 2023). Esta cebada presenta buena calidad, bajo desperdicio en el procesamiento, alta resistencia a enfermedades, características agronómicas aceptables y buenos rendimientos (Custodia, 2022). Por lo que la variedad INIAP ATAHUALPA 92 cumple con todas las características apropiadas garantizando una compensación de precio accesible por rendimiento obteniendo mayores ganancias en comparación a las variedades de grano cubierto, permitiendo mayor aceptación por parte de los agricultores en el país.

Durante el año 2021, se implementaron los denominados ensayos de rendimiento (ER), los cuales tienen el objeto de evaluar y seleccionar germoplasma de cebada con características deseables y adaptadas a las principales zonas cerealeras de la Sierra ecuatoriana. El mejoramiento genético es un proceso continuo y metódico, por lo tanto, el Programa de Cereales del INIAP, evalúa anualmente alrededor de 100 líneas promisorias de cebada en busca de germoplasma con características superiores de rendimiento, resistencia y calidad, que cubran las necesidades tanto de los productores como de los consumidores. Actualmente el Programa de Cereales cuenta con germoplasma mejorado, introducido y cruza propias, que se está evaluando en los campos experimentales de la Estación Experimental Santa Catalina – EESC, siendo evaluados y seleccionados por rendimiento, resistencia y calidad de grano en campos de agricultores de la Sierra ecuatoriana (Ponce et al., 2020).

## 1.2. PROBLEMA

El cultivo de cebada en el Ecuador al encontrarse en zonas altas de la sierra ecuatoriana, se caracteriza por tener suelos erosionados, con baja fertilidad y problemas de acidez, lo cual provoca la disminución en rendimientos del cultivo.

La producción de cebada en la provincia Bolívar en general, presenta una fuerte influencia por los efectos del cambio climático sobre los agro ecosistemas, incidiendo en la baja productividad y rentabilidad de este cultivo; además las variedades existentes no presentan tolerancia a enfermedades como la Roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth.) y roya estriada (*Puccinia striiformis*), manchas foliares causadas por (*Helminthosporium* sp.) y carbón (*Ustilago nuda*).

En el campo agrícola se ha, limitado la investigación para la validación y generación de cebada de grano desnudo con características promisorias, que contribuyan a reducir el impacto de enfermedades. Por lo tanto, el mejoramiento y sostenibilidad del sistema de producción de cebada en nuestro país y localidad es necesario como alternativa para mejorar la producción y calidad para los productores y consumidores a nivel local, regional, nacional.

Actualmente en la provincia de Bolívar no contamos con información sobre la validación de accesiones de cebada desnuda, ya sea por falta de participación política que limitan a gran medida el estudio de material con características promisorias que permitan de alguna manera tener un impacto positivo sobre la producción de cebada en nuestro país y localidad, haciéndose sumamente necesario buscar alternativas para mejorar la producción y calidad de la cebada, buscando obtener una respuesta agronómica y productiva que cubra los requerimientos de los estratos de productores y consumidores a nivel local, regional y nacional.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Evaluar agronómicamente cinco accesiones de cebada desnuda, en el tercer año de validación.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar los componentes agronómicos de cinco accesiones de cebada desnuda.
- Determinar la severidad de enfermedades foliares en el cultivo de cebada desnuda bajo las condiciones agro ecológicas de la zona.
- Identificar los parámetros de calidad del grano post-cosecha de cebada desnuda.

## **1.4. HIPÓTESIS**

**Ho:** Ninguna de las accesiones de cebada desnuda presenta diferencias agronómicas en la zona de cultivo.

**Ha:** Al menos una de las accesiones de cebada desnuda presenta diferencias agronómicas en la zona de cultivo.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Cebada (*Hordeum vulgare* L.)

##### 2.1.1. Origen

Es una de las primeras especies domesticadas para el consumo humano y se han encontrado restos de cebada de hace aproximadamente 10500 años, equivalente a 8481 años AC en Tell Abu Hureyra (Siria). La actual cebada es producto de la domesticación de la cebada silvestre (*Hordeum spontaneum* (K. Koch) Thell.), originaria del oriente medio, Marruecos y las altiplanicies de China. Es el cuarto grano más cultivado en el mundo después del trigo, maíz y arroz (Demagnet, 2022).

##### 2.1.2. Taxonomía

La clasificación taxonómica de la cebada, es la siguiente:

<b>Reino</b>	Plantae – Plantas
<b>Subreino</b>	Tracheobionta – Plantas vasculares
<b>Superdivision</b>	Spermatophyta – Plantas con Semilla
<b>Division</b>	Magnoliophyta – Plantas que florecen
<b>Clase</b>	Liliopsida – Monocotiledoneas
<b>Subclase</b>	Commelinidae
<b>Orden</b>	Cyperales
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Subfamilia</b>	Pooideae
<b>Genero</b>	<i>Hordeum</i>
<b>Especie</b>	<i>vulgare</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Hordeum vulgare</i> L.
<b>Nombre común</b>	Cebada (Quintana, 2022).

### **2.1.3. Morfología de la cebada**

- **Raíces**

Posee un sistema radicular fasciculado, fibroso alcanzando una profundidad relativamente baja alcanzando una profundidad de 1.20 m, del peso total de estas el 60% se encuentra en los primeros 25 cm considerados desde la parte superior del suelo hacia la corteza terrestre (Bosques, 2021).

- **Tallo**

El tallo es erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0.50 m a 1 m (Moran, 2021).

- **Hojas**

Están conformadas por la vaina y la lámina, las cuales están unidas por la lígula y presentan dos prolongaciones membranosas llamadas aurículas. Las hojas se encuentran insertadas a los nudos del tallo por un collar que es el abultamiento en la base de la hoja. La cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro (Simbaña, 2021).

- **Flores**

La espiga es la inflorescencia de la planta; se considera una prolongación del tallo, presenta un raquis central que está compuesto por 10 a 30 nudos; su color, en tanto, puede variar desde verde rojizo a negruzco. La espiga está formada por espiguillas, las cuales van dispuestas de a tres en forma alterna a ambos lados del raquis. Si todas las espiguillas se presentan fértiles se originará una espiga de seis hileras. Cada flor, por su parte, tiene tres estambres y un pistilo compuesto por un ovario y un estigma bifido. En la base del pistilo, entre el ovario y la lemma, se encuentran dos lodículas o glumélulas, las cuales se hinchan durante la polinización, ayudando a la apertura de la flor (Leszczuk & Alonso, 2021).

- **Fruto**

El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda (Sislema & Zurita, 2024).

- **Grano**

Es de forma ahusada, más gruesa en el centro y disminuyendo hacia los extremos, la cascara protege al grano contra los depredadores. El tamaño del grano depende de la influencia del ambiente y sus dimensiones varían como sigue: puede alcanzar una longitud máxima de 9.5 mm y una mínima de 6.0 mm; de ancho mide entre 1.5 y 4.0 mm (Sergio, 2019).

#### 2.1.4. Crecimiento y desarrollo de la cebada

Estados de desarrollo de los Cereales según Zadoks, Feekes, y Haun.

<b>Escala Zadocks</b>	<b>Esacala Feekes</b>	<b>Escala Haun</b>	<b>Descripción</b>
			Germinación
00			Semilla seca
01			Empieza la imbibición
03			Imbibición completa
05			Emerge la radícula
07			Emerge el coleoptilo
09		00	
			Crecimiento de la plántula
10	1		1ra hoja a través del coleoptilo
11		1+	1ra hoja desarrollada
12		1+	2da hoja desarrollada
13		2+	3ra hoja desarrollada
14		3+	4ta hoja desarrollada
15		4+	5ta hoja desarrollada
16		5+	6ta hoja desarrollada

17		6+	7ma hoja desarrollada
18		7+	8va hoja desarrollada
19			9na y más hojas desarrolladas
			Macollamiento
20			Tallo principal solo
21	2		Tallo principal y 1 macollo
22			Tallo principal y 2 macollo
23			Tallo principal y 3 macollo
24			Tallo principal y 4 macollo
25			Tallo principal y 5 macollo
26	3		Tallo principal y 6 macollo
27			Tallo principal y 7 macollo
28			Tallo principal y 8 macollo
29			Tallo principal y 9 o más macollo
			Elongación del tallo
30	4-5		Pseudo tallo erecto
31	6		1er nudo detectable
32	7		2do nudo detectable
33			3er nudo detectable
34			4to nudo detectable
35			5to nudo detectable
36			6to nudo detectable
37	8		Hoja bandera apenas visible
39	9		Lígula hoja bandera apenas visible
			Embuchamiento
40			
41		8-9	Vaina hoja bandera extendida
45	10	9-2	Embuchamiento apenas visible
47			Vaina hoja bandera abierta

49		10.1	Primera arista visible Emergencia de la inflorescencia
50	10.1	10.2	Primeras espiguillas visibles
53	10.2		¼ de la inflorescencia emergida
55	10.3	10.5	½ de la inflorescencia emergida
57	10.4	10.7	¾ de la inflorescencia emergida
59	10.5	11.0	Emergencia completa de la inflorescencia Antesis
60	10.51	11.4	Inicio de la antesis
65		11.5	Antesis a media camino
69		11.6	Antesis complete Desarrollo grano lechoso
70			
71	10.54	12.1	Grano acuoso
73		13	Inicio de lechoso
75	11.1		Medio lechoso
77			Lechoso tardío Desarrollo de grano masoso
80			
83		14.0	Masa temprana
85	11.2		Masa suave
87		15.0	Maduración
90			
91			Grano duro (difícil de dividir con la uña)
92			Grano duro (no puede ser marcado por la uña)
93			El grano se desprende en el día
94			Sobre maduración, el tallo muere y colapsa

95	Dormancia Semilla
96	Semilla viable con 50% germinación
97	Semilla sin dormancia
98	Segunda dormancia inducida
99	Perdida de la segunda dormancia

*Nota:* Adaptado de Ponce et al. (2020)

### **2.1.5. Requerimientos climáticos**

- **Clima**

El cultivo de cebada en el Ecuador tiene una amplia adaptabilidad al clima y suelo, desarrollándose en rangos altitudinales comprendidos entre los 2400 y 3300 msnm (Lema et al., 2017)

- **Temperatura**

El cultivo de cebada tolera muy bien las bajas temperaturas, ya que puede llegar a soportar hasta los -10°C. Para germinar necesita una temperatura mínima de 6°C, florece a los 16°C y madura a los 20°C (Alvarado & Malavé, 2010).

- **Suelo**

La cebada requiere un suelo bien drenado con un pH ligeramente ácido a neutro (entre 6.0 y 7.0), en cuanto a la textura prefieren suelos francos (limoso, arcilloso y arenoso), profundos y suelos ricos en materia orgánica y con buena fertilidad (Agrotica, 2023).

- **Riego**

El cultivo de cebada requiere precipitaciones de 400 - 600 mm durante el ciclo de cultivo (Jiménez, 2018).

### **2.1.6. Manejo técnico del cultivo**

- **Selección de lote**

El lote que se utilizará para la producción de cebada debe ser el mejor que se posea y que cumpla con los siguientes requisitos:

- No haber sido cultivado con otros cereales el ciclo o año anterior (trigo, cebada, avena, triticale y/o centeno).
- No haber sido usado como “era” para trillar cereales. El terreno debe tener una pendiente menor al 10 %.
- Se recomienda utilizar lotes en descanso o barbecho, así como la rotación después de cultivos como papa, maíz o leguminosas (Agricultura, 2022).

- **Preparación del lote**

La preparación comienza con la incorporación del rastrojo o residuos presentes en el lote seleccionado mediante el uso del arado (pase y cruza). Esta labor se debe realizar con uno o dos meses de antelación a la siembra para que se transformen en nutrientes para el cultivo. Previo a la siembra se debe realizar dos pases de rastra para que el suelo quede bien mullido o suelto. Si se usa yunta se realiza el arado uno o dos meses antes, y previo a la siembra se realiza dos cruza para que el suelo quede bien preparado y suelto (Agricultura, 2022).

- **Siembra**

El desarrollo de esta actividad debe coincidir con el inicio de la etapa invernal siendo los meses de enero y febrero los ideales ya que así se logrará una germinación eficaz (INIAP, 2011).

- **Calidad y cantidad de semilla**

Recomendable utilizar semilla de calidad, para asegurar un buen porcentaje de germinación superior al 85 %. Una característica de la semilla de calidad es su pureza, es decir, que no debe estar mezclada con otras variedades y/o malezas (INIAP, 2011).

Cantidad de semilla para siembra manual y mecanizada en diferentes superficies de terreno.

#### Densidad de siembra

Superficie		Cantidad		
m <sup>2</sup>	ha	qq	lb	Kg
10000	1.00	3.30	330.00	150.00
5000	0.50	1.65	165.00	75.00
1000	0.40	0.33	33.00	15.00

*Nota:* (INIAP, 2022).

- **Fertilización**

En general, se recomienda aplicar el 50-70% del N total en el momento de la siembra. Recomendable aplicar 34-45 kg ha<sup>-1</sup> para cebada de regadío, mientras que, para secano, la recomendación es de 22-34 kg ha<sup>-1</sup> (Wikifarmer, 2022).

- **Control de maleza**

El control o manejo de malezas de debe realizar durante el primer mes de este cultivo puesto que la mayoría de variedades de malezas son altamente competitivas debilitando en gran medida a los cultivos. Existen diferentes métodos para la eliminación de malezas entre las cuales están el método manual que consiste en la eliminación de malezas mediante el arranque, otro método es el químico el cual consiste en aplicar herbicidas en diferentes dosificaciones, uno de los herbicidas empleados es el metilsulfuron methyl, el cual ayuda a controlar malezas como la hoja ancha de rábano, lengua de vaca, entre otras (Quintana, 2022).

#### 2.1.7. Variedades

- **Variedades de invierno**

Se considera como tipos de invierno, a los genotipos que requieren acumulación de horas frío, generalmente se cultivan en países de cuatro estaciones, se siembran en

temperaturas medias que oscilen entre 11-12 ° C. Dependiendo de la variedad y región de crecimiento, la temporada de crecimiento total es de 230-290 días. Se utiliza como alimento proteico para el ganado, en la producción de cereales y en la industria cervecera (Agroptima, 2020).

- **Variedades de verano**

Son los que no requieren vernalización, generalmente se cultivan en países de dos estaciones como Ecuador, se siembran en temperaturas entre 13-24 °C. La temporada de crecimiento total es de 160 -180 días, el grano se utiliza para la alimentación de caballos y cerdos, además sirve para la producción de alcohol y cerveza (INIAP, 2022).

### **2.1.8. Plagas**

- **Limacos** (*Deroceras* sp.)

Son moluscos gasterópodos pulmonados, de hábitos terrestres y sin concha. Cuando se arrastran dejan como huella de su paso una abundante baba, material que delata su presencia tanto en el suelo como sobre las plantas (Baixauli, 2021). El ciclo de vida es de doce meses.

Babosas de tamaño medio, entre los 40 y los 60 mm de longitud, la coloración varía desde el blanco lechoso hasta el negro, pasando por el castaño o el gris, y suele ser más clara en los laterales. El mucus es acuoso e incoloro, en algunos casos blanquecinos, La cabeza presenta cuatro tentáculos, dos superiores y dos inferiores. La mandíbula presenta una protuberancia central, Los huevos suelen ser ovaes y oscilan entre los 2 y los 4 mm de largo. Los individuos que nacen son similares a los adultos en forma, pero de menor tamaño, y con los órganos sexuales sin diferenciarse (Manzano, 2022).

El manejo de la plaga se debe hacer seguimiento con trampas-cebo, los umbrales serán los siguientes: Un adulto por trampa antes de la siembra, indica la necesidad de vigilancia de las nascencias para intervenir cuando se detecten los primeros daños. Si las capturas superan los 5 limacos por trampa, la aplicación de los molusquicidas debe realizarse desde el momento de la siembra (Chalacán, 2023).

- **Pulgón de la espiga** (*Sitobium avenae*)

Los huevecillos son de forma ovalada y pueden ser de color verde o negro, el color negro puede ser indicación de estado fertilizado. Las ninfas pasan por cuatro estadios, en los cuales tiene una apariencia parecida al adulto, pero no están desarrolladas completamente. La plaga completa su ciclo de vida en un solo hospedante. Las ninfas macho pueden ser reconocidas por su coloración rojo brillante, café o naranja. El adulto que no presenta alas mide de 1.3 a 3.3 mm de largo. La coloración puede ser desde verde amarillento hasta rojizo. Presenta antenas de color negro y dos sífinculos en el extremo trasero. La forma alada mide de 1.6 a 2.9 mm de largo y presenta la misma coloración con distintas marcas oscuras intersegmentadas en la superficie superior del abdomen (Tulli et al., 2023).

El manejo de la plaga se realiza mediante control biológico con depredadores como *S. avenane* a organismos pertenecientes a dos familias, Coccinelidae y Syrphidae, así como los parasitoides *Aphidius avenae* Haliday, *Acidovorax avenae* Manns y *Aphidius gifuensis* Ashmead y de igual manera un control químico utilizando los activos más eficientes como cipermetrina y zeta-cipermetrina (Tulli et al., 2023)

- **Zabro** (*Zabrus tenebroides* Goeze)

El adulto de este insecto, tiende a medir unos 15 mm, tiene el cuerpo de color pardo oscuro, y las antenas, piezas bucales y extremidades de color pardo rojizo. Las tibias presentan espolones por su cara interna. El ciclo de vida puede ser de 12 a 20 días. El invierno lo pasa el insecto en forma de larva en una galería en el suelo. En verano recupera su actividad, sale a la superficie y se vuelve a alimentar durante algún tiempo, transformándose en pupa a final del verano. Los nuevos adultos aparecen a principios del verano, coincidiendo con la presencia de granos bien formados en la espiga, de los cuales se alimenta. Durante el verano se refugia bajo tierra y cuando llegan las primeras lluvias invernales recobran su actividad. La hembra fecundada hace la puesta enterrando sus huevos, y coincidiendo con la aparición de las primeras plantas, aparecen las nuevas larvas, que se alimentan de ellas mientras las temperaturas son suaves. Cuando llegan los fríos cesan en su actividad (Baixauli, 2021).

El manejo de la plaga se puede hacer mediante rotación de cultivos (evitar sembrar cereal sobre cereal, por ejemplo, unas rotaciones cereal-leguminosas). Evitar siembras excesivamente tempranas. Eliminar restos de cosecha y ricios, enterrando profundo del rastrojo. Evitar la siembra directa. Aplicar un insecticida cuando se supere el umbral de tratamiento (Merchán, 2022).

### 2.1.9. Enfermedades

- **Roya amarilla o lineal del trigo** (*Puccinia striiformis* sp.)

- **Taxonomía**

**Phylum:** Basidiomycota

**Clase:** Pucciniomycetes

**Género:** *Puccinia*

**Especie:** *striiformis*

**Nombre científico:** *Puccinia striiformis* f. sp. tritici. (Unda, 2022)

- **Síntomas y signo de la enfermedad**

Forman líneas amarillas en las hojas. Estas líneas consisten en pústulas producidas por el mismo hongo. Manifestaciones de la enfermedad a partir de 70-90 días después de la siembra. Esta roya también ataca a la espiga.

- **Condiciones predisponentes**

Tiene un desarrollo en bajas temperaturas y ocurre con frecuencia en áreas templadas con condiciones climáticas frescas y húmedas. Las temperaturas mínimas, óptima y máxima para la germinación de urediniosporas son 0°C, 9- 13°C y 23°C, respectivamente

- **Manejo de la enfermedad**

Preventivo: Uno de los únicos métodos de prevención temprana para evitar las royas o minimizar su impacto es el uso de variedades con resistencia conocida.

**Biológico:** En cuanto al control biológico, estudios han o, demostraron que la inoculación de hojas de trigo infectadas con roya lineal y tratadas con *S. obclavatum* redujo la producción y la tasa de germinación de urediniosporas. Por lo tanto, *S. obclavatum* tiene el potencial de convertirse en un agente de control biológico para el manejo de la roya del trigo.

**Control químico:** Fungicidas foliares pueden ser aplicados durante la etapa de crecimiento, como método de manejo Propiconazole (Tilt) en una dosis de 0.5 L ha<sup>-1</sup> (Manzano, 2022).

- **Roya de la hoja de la cebada** (*Puccinia hordei* Otth)

- **Taxonomía**

**Plum:** Basidiomiceta

**Clase:** Pucciniomycetes

**Género:** *Puccinia*

**Especie:** *hordei* Otth

**Nombre científico:** *Puccinia hordei* Otth.

- **Síntomas y signo de la enfermedad**

Comienza como pequeñas pústulas redondas de color amarillo o pardo claro, oscureciéndose con el tiempo. En muchas ocasiones, se forma un halo clorótico y la hoja sufre un amarilleo generalizado. En general se limita a la lámina y vaina foliar, pero al final del desarrollo invade toda la planta.

- **Condiciones predisponentes**

Las condiciones óptimas para el desarrollo de esta enfermedad se dan cuando la humedad relativa es muy alta (cerca al 100%) y la temperatura ambiente se encuentra entre los 15-22°C.

- **Manejo de la enfermedad**

Tras la detección de los primeros síntomas de la enfermedad, se deberá realizar un control semanal del cultivo. Será recomendable llevar a cabo un tratamiento

fungicida: Desde segundo nudo a zurrón, cuando en el 20% de las plantas se observen pústulas en las 3 últimas hojas desarrolladas. Desde espigado a grano lechoso, cuando el 50% de las plantas presente pústulas en las dos últimas hojas (Pereyra & González, 2023).

- **Oidio de la cebada** (*Blumeria graminis* sp.)

- **Taxonomía**

**Phylum:** Ascomycota

**Clase:** Leotiomycetes

**Género:** *Blumeria*

**Especie:** *graminis*

**Nombre científico:** *Blumeria graminis* f. sp hordei. (Herbario virtual fitopatología, 2015).

- **Síntomas y signo de la enfermedad**

Puede afectar toda área de la planta, pero ataca fundamentalmente las hojas y vainas de las hojas inferiores. Las plantas afectadas producen granos chuzos. Se observa un micelio superficial veloso de color blanco, provocando pérdida de hojas y número de granos.

- **Condiciones predisponentes**

Alta humedad entre 85-100% y temperaturas entre 15-22%.

- **Manejo de la enfermedad**

Evitar el uso de cultivares susceptibles, alta densidad de plantas y excesiva dosis de nitrógeno (BASF, 2022).

- a) **Carbón volador o negro** (*Ustilago tritici*)

- **Taxonomía**

**Phylum:** Basidiomycota

**Clase:** Ustilaginomycetes

**Género:** *Ustilago*

**Especie:** *tritici*

**Nombre científico:** *Ustilago tritici*.

- **Síntomas y signo de la enfermedad**

Los síntomas más visibles son en la fase de espigado, en el momento que las espigas salen de la vaina que la rodea, pues cuando éstas emergen ya todos los órganos florales están completamente destruidos y en su lugar aparece una abundante masa pulverulenta, de color negro-verdosa constituida por las esporas

- **Condiciones predisponentes**

Humedad relativa alta y temperaturas de entre 16°C - 22°C alrededor de la floración.

- **Manejo de la enfermedad**

Cultivares resistentes, utilizar semillas sanas o tratadas con fungicidas sistémicos (Larrán, 2022).

## **2.2. Cosecha**

En general, se recomienda cosechar cuando el contenido de humedad es inferior al 12%. Sin embargo, si el agricultor cosecha cuando el contenido de humedad es superior al 12%, tiene que aplicar aireación o pasar la producción por una secadora de grano para conseguir el contenido de humedad deseado para un almacenamiento seguro. En la Sierra Ecuatoriana la forma más común de cosechar es manualmente y se realiza utilizando una hoz, para cortar las espigas y formar gavillas, las mismas que son agrupadas para formar parvas, con el fin de conservar la cebada en el campo, para luego proceder a la trilla. Para realizar esta labor se debe tener muy en cuenta las épocas secas, con esto se evita el ingreso de agua en la gramínea y se alarga su estancia en el depósito (Wikifarmer, 2022).

Si se cosecha de forma manual, se corta o siega la planta a unos 20-40 centímetros del suelo con hoces o segaderas. Después, se forman atados o parvas que se

trasladan al lugar de secado para iniciar la trilla. El secado del grano contribuye a evitar la germinación de las semillas y el crecimiento de bacterias y hongos. (Curasma & Huamán, 2021)

### **2.2.1. Condiciones para la cosecha**

Para la cosecha se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

- La cosecha se debe realizar en temporada seca.
- Se realiza antes de que las plantas estén completamente secas, para evitar pérdidas por desgrane.
- Si se cosechan granos muy secos la cosecha debe realizarse durante la mañana antes de que la luz solar sea intensa
- El grano debe estar completamente seco si se va a emparvar (La molina, 2020).

### **2.2.2. Trilla**

El trillado manual requiere de implementos, los más simples son unos palos de madera, animales y vehículos. Se recomienda que esta actividad se realice a partir del mediodía con el material seco, sin el rocío de la mañana. Para determinar el momento de trilla, previamente se partir el grano seco con el diente, el porcentaje de humedad del grano debe ser menor al 14% (Osorío, 2023).

### **2.2.3. Almacenamiento y conservación**

Normalmente el almacenamiento de grano se realiza indistintamente en bolsas de plástico o tela, silos y celdas, esto depende del tamaño de la cosecha y explotación. Cuidar la humedad, temperatura y limpieza es fundamental para que se mantenga una buena rentabilidad y calidad en el cereal de nuestra explotación (Ecotierra, 2022).

## **2.3. Método de mejoramiento**

### **2.3.1. Introducción del germoplasma**

La introducción de germoplasma es una técnica muy utilizada en zonas donde la cebada no es endémica, consiste en coleccionar o introducir material genético foráneo, esta técnica permite el flujo de nuevo germoplasma aumentando la variabilidad y

la introducción de nuevos genes a la región, generalmente se utiliza para mejorar caracteres de altura de planta, resistencia, calidad y producción. Esta es una técnica muy empleada por los Programa de Mejoramiento a nivel mundial, especialmente en países donde los cereales no son endémicos, como el Ecuador. Las principales fuentes de germoplasma introducido para el Programa de Cereales del INIAP son, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Centro Internacional para Investigaciones Agrícolas en las Zonas Secas (ICARDA), y Universidades de Canadá y Estados Unidos. Anualmente, se evalúan más de 1000 introducciones, con el fin de seleccionar germoplasma con características deseables y que se adapten a nuestras condiciones. Empleando esta técnica se han liberado diez nuevas variedades mejoradas de cebada para el Ecuador (Ponce et al., 2020). El germoplasma es un recurso fitogenético que constituyen la base de los sistemas agrícolas productivos, resilientes y adaptables y sustentan directa e indirectamente la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo cuya utilidad sirve para preservar la biodiversidad y mantener una base genética amplia que se pueda utilizar en programas de mejora, aunque lo que conservamos son semillas y plantas con capacidad reproductiva a fin de que las especies y variedades autóctonas no caigan en el olvido (Richmond, 2022).

## **CAPÍTULO III**

### **3 MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Ubicación de la investigación**

- **Localización de la investigación**

La investigación se llevará a cabo en Laguacoto III, vía San Simón de la parroquia Veintimilla, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

La zona de estudio se encuentra a 2680 msnm, latitud 1°35'33" S y longitud 79°00'03" O. La temperatura media de la zona es de 10.8 °C, con una humedad relativa media anual de 90%, y un tipo de suelo franco arcilloso. (Bermeo & Vázquez, 2022).

- **Zona de vida**

La localidad de estudio de acuerdo a HOLDRIGE, L. se encontró en la zona de vida del Bosque Seco Montano Bajo (bs- MB) (Chimborazo, 2018).

#### **3.2. Metodología**

##### **3.2.1. Material experimental**

Accesiones de cebada desnuda, provenientes del Programa de Cereales del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

##### **3.2.2. Factores en estudio**

El factor de estudio son las líneas y variedades mejoradas de cebada desnuda.

##### **3.2.3. Tratamientos**

Para la presente investigación se considerará como un tratamiento a cada una de las líneas avanzadas y variedades.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>CÓDIGO</b>
1	EVAL CP-C/2022 S-1	CD-19-007
2	EVAL CP-C/2022 S-2	CD-19-006
3	EVAL CP-C/2022 S-3	CD-19-010
4	EVAL CP-C/2022 S-4	CD-19-011
5	INIAP	INIAP-ATAHUALPA 92

### **3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico**

Se utilizará un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 3 repeticiones.

### **3.2.5. Manejo del experimento**

- **Selección del lote**

Se llevo a cabo una exploración del lugar con el fin de determinar la ubicación dela parcela. Tomando en cuenta que anteriormente en el lote no debe haber sido cultivado con ningún cereal el ciclo anterior.

- **Preparación del suelo**

La preparación del suelo se realizó quince días antes de la siembra con ayuda de un tractor agrícola se llevó a cabo una arada y rastra.

- **Trazado de unidades experimentales**

Una vez listo el lote se realizó el trazado con ayuda de estacas y piolas de acuerdo a las dimensiones ya establecidas en el croquis de 3 m × 1.2 m (3.6 m<sup>2</sup>) para cada parcela experimental.

- **Siembra**

Esta labor se realizó al voleo en cada parcela experimental utilizando una densidad de siembra de 150 kg ha<sup>-1</sup>, utilizando la cantidad de 54 g de semillas por parcela.

- **Control de maleza**

El control de maleza se realizó de forma manual y químico al momento de la aparición de las plantas arvenses. En la escala de crecimiento de la cebada en un estudio de control de mezcla podría incluir varios parámetros como: germinación, desarrollo de plántulas, crecimiento vegetativo temprano, desarrollo de tallos y hojas, inicio de la formación de espigas, floración, formación de granos, maduración y cosecha. El herbicida aplicado fue PLOT (casa comercial Agrosad), metsulfurón metil cuya cantidad de ingrediente activo es de  $600\text{g kg}^{-1}$ ), en dosis de 10 g por 20 L, el cual se aplicó en los primeros días después de la siembra

- **Control de plagas**

Para el control de plagas se utilizó el insecticida AVAL (casa comercial ECUAQUIMICA), Acetamiprid, 20 % PS) en dosis de  $200\text{ g ha}^{-1}$  únicamente para controlar áfidos la aplicación fue a los 40 días.

- **Controles fitosanitarios**

En la investigación se evaluó la severidad de las principales enfermedades que enfrenta la cebada desnuda, por lo que no se realizará la aplicación de agroquímicos.

- **Fertilización**

Se realizó con una aplicación de  $250\text{ kg ha}^{-1}$  de 15-30-15 como base al momento de la siembra, y dos fertilizaciones complementarias de  $100\text{ kg ha}^{-1}$  de urea a los 30 y 60 días respectivamente.

- **Cosecha**

Se realizó de forma manual con ayuda de herramientas (hoz), cuando cada uno de las unidades experimentales alcance su madurez comercial.

- **Trilla**

Se ejecuto de forma manual utilizando con el fin de evitar mezclas de semillas que pueden existir entre los cada uno de las unidades experimentales.

- **Secado**

Se realizo con la ayuda de un medidor de humedad (Agratromix MT-16) hasta que el grano obtenga un contenido aproximado del 13% de humedad.

- **Aventado**

Se realizo el aventado con ayuda del viento con la finalidad desepear el grano de ciertas impurezas sobre todo de restos vegetales.

- **Almacenado**

El germoplasma de cebada previamente etiquetado, secado y limpiado se almaceno en unos envases adecuados en la Planta de Semillas.

### **3.2.6. Métodos de evaluación**

- **Porcentaje de emergencia (PE)**

Se evaluó de manera visual, donde 1: Bueno, 81-100% plantas germinadas; 2: Regular, 60-80 % plantas germinadas, 3: Malo, < 60 % plantas germinadas.

- **Vigor de Planta (VP)**

Se comparo de manera visual el desarrollo de las plantas entre líneas promisorias y la variedad mejorada, donde 1: Bueno, plantas y hojas grandes, bien desarrolladas; 2: Escala intermedia; 3: Regular, plantas y hojas medianamente desarrolladas; 4: Escala intermedia; 5: Malo, plantas pequeñas y hojas delgadas.

- **Hábito de crecimiento (HC)**

Mediante el mecanismo de percepción visual se determinó la disposición de las hojas y tallos durante el desarrollo en etapas iniciales, donde 1: Erecto, hojas dispuestas verticalmente hacia arriba; 2: Intermedio (semierecto o semipostrado), hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados; 3: Postrado, hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo.

- **Días al espigamiento (DE)**

Se conto el número de días transcurridos desde la siembra hasta la aparición del 50% de espigas de cada parcela.

- **Altura de planta (AP)**

Se registró cuando llego al final de la etapa de madurez fisiológica (Z90) en 10 plantas seleccionadas al azar; con un flexómetro se midió desde la corona del tallo hasta el extremo de la espiga los datos fueron expresados en cm

- **Tipo de paja (TP)**

Se estimo la dureza y flexibilidad del tallo para resistir el viento y acame del cultivo tomando en cuenta una escala del 1 al 3, dónde; 1: Tallo fuerte, tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento u el acame; 2: Tallo intermedio, tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles que soportan parcialmente el viento y acame; 3: Tallo débil, tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame.

- **Tamaño de espiga (TE)**

Se evaluó en la etapa de madurez comercial (Z92) en 10 espigas seleccionadas al azar; con una regla se midió desde la base (nudo) de la espiga hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas (barbas), y los datos fueron expresados en cm.

- **Severidad (SEV)**

Para determinar la severidad de manchas foliares se utilizó la escala de HORSFALL-BARRATT SCALE (1945). Para esto fueron evaluadas 10 plantas al azar de cada parcela experimental en la etapa la hoja cuarta hoja (Z33), la hoja bandera (Z39) de acuerdo a la escala de Zadoks (1945); los datos fueron expresados en porcentaje (%). Además, podría interpretarse como una fase en la que la planta está experimentando condiciones adversas o estresantes que podrían afectar su crecimiento y desarrollo de manera negativa.

En el caso de roya de la hoja de la cebada (*Puccinia hordei* G.H.Otth), roya estriada (*Puccinia striiformis*), y roya amarilla (*Puccinia striiformis*) se utilizó una escala de Cobb modificada. De igual manera 10 plantas al azar de cada parcela experimental en la etapa la hoja cuarta hoja (Z33) y la hoja bandera (Z39); los datos fueron expresados en porcentaje (%).

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

Fue contado en la etapa de madurez comercial (Z92) en 10 espigas tomadas al azar.

- **Número de espigas por m<sup>2</sup>**

Se registro con la ayuda de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> de forma aleatoria se contó el número de espigas en cada unidad experimental.

- **Rendimiento (RG)**

Se peso el total de grano cosechado por parcela experimental en una balanza de precisión (ADAM 2000g). Posteriormente se determinó la humedad con un determinador de humedad portátil modelo (FARMEX MT-16), para que sea ajustado al 13%. El peso obtenido se expresó en kg ha<sup>-1</sup>.

- **Peso Hectolitrito (PH)**

Con ayuda de una balanza para pesos específico o hectolitrito modelo (8800SS) se obtuvo el peso del grano en un volumen específico expresado en kg hL<sup>-1</sup>.

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

Esta variable se determinó después de la cosecha, se procedió a tomar una muestra al azar de 1000 granos de cada tratamiento y se expresó en una balanza de precisión (ADAM 2000g), cuyos datos fueron en gramos.

- **Tipo de grano (TG)**

Mediante la percepción visual de los granos de los diferentes tratamientos se determinó el tipo de grano de las diferentes líneas avanzadas. Donde 1:(\*\*); grano grande, grueso, redondo, blanco o crema; 2:(\*\*); grano mediano, redondo, blanco

o amarillo; 3:(\*); grano mediano, alargado, crema o amarillo; y 4:(+); grano pequeño, delgado, manchado, chupado.

### 3.2.7. Análisis de datos

Para el análisis de datos se empleó el programa estadístico SPSS (2020) los procedimientos estadísticos fueron análisis de varianza (ANOVA) seguido de una separación de medias con la prueba Tukey  $p < 0.05$ .

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>CME*</b>
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 5f^2$ bloques
Accesiones (t-1)	4	$f^2 e + 5\phi^2$ tratamientos
Error experimental(r-1) *(t-1)	8	$f^2 e$
Total (t * r)-1	14	

\*Cuadrados medios esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Variables agronómicas

**Tabla 1**

*Resultados del análisis de varianza en el porcentaje de emergencia (PE), altura de planta (AP) y días de espigamiento (DE)*

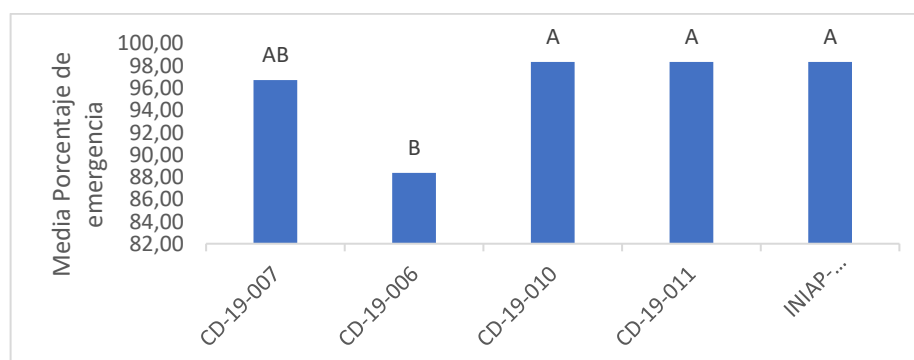
Variables	GL	F	p-value	CV (%)
PE	4	6.800	0.007 **	3.15
AP	4	1.228	0.359 NS	4.49
DE	4	20.875	0.000 **	0.72
Error	14			

*Nota:* No significativo (NS)=p-value >0.05; Altamente significativo (\*\*)=p-value <0.01; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza se observó que las variables PE y DE tuvieron diferencias altamente significativas  $p < 0.01$ , mientras que la AP no mostro diferencias estadísticas  $p > 0.05$ . Esto sugiere que la altura de la planta pueda estar más determinada por factores genéticos propios de la planta en lugar de ser afectada por las condiciones del tratamiento o del entorno.

**Figura 1**

*Medias de la variable porcentaje de emergencia (PE) de cinco accesiones de cebada desnuda*



*Nota:* Medias con letras diferentes son significativas por la prueba de Tukey  $p < 0.05$ .

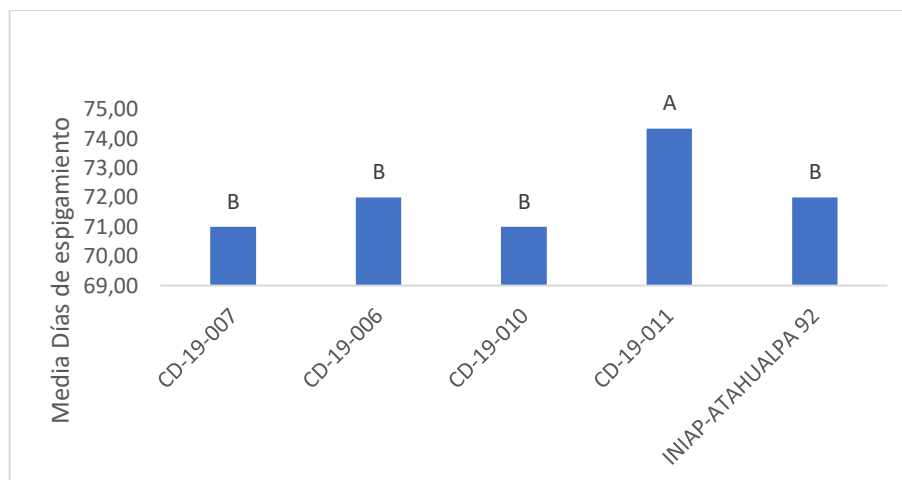
La Figura 1., muestra la diferencia para el PE, donde las accesiones CD-19-007, CD-19-010 y CD-19-011 presentaron un mayor valor similar a la variedad INIAP-ATAHUALPA 92. Por el contrario, se observa que la accesión CD-19-006 con 88%, fue inferior, en comparación con los demás tratamientos, lo que indica restricciones en su capacidad de adaptación o una menor viabilidad de las semillas, lo que reduce en el proceso de emergencia.

Para el PE, hay factores que influyen como la calidad de las semillas utilizadas, la adecuada preparación del suelo antes de la siembra, la profundidad a la que se realizan las siembras y las condiciones ambientales presentes durante este proceso, aspectos que juegan un papel fundamental en el éxito de la germinación de las plantas (Vivas, 2024). Además, podría ser influenciada por la manera en la que estas prácticas agronómicas se ajustan a las particularidades específicas de cada variedad de cebada.

Gadvay (2023) indica que la rapidez y eficacia en el proceso de germinación de las plántulas juega un papel fundamental, ya que puede influir considerablemente en la producción final de los cultivos. Los resultados mostrados indican que es fundamental llevar a cabo una minuciosa selección de semilla de las accesiones y ajustar las prácticas de manejo según la variedad particular de cebada desnuda, con el propósito de aumentar al máximo la germinación y emergencia.

## Figura 2

Medias de la variable días de espigamiento (DE) de cinco accesiones de cebada desnuda



Nota: Medias con letras diferentes son significativas por la prueba de Tukey  $p < 0.05$ .

La Figura 2., muestra que la cebada desnuda, en la línea CD-19-011 presenta mayor DE, comparado a la variedad INIAP ATAHUALPA 92. Esto implica que podría tener relación con la adaptación al ciclo agrícola y podría afectar potencialmente a la programación de la cosecha. Además, las accesiones CD-19-007, CD-19-010 y CD-19-006, presentan un periodo menor (71 a 72 días), para el espigamiento similar al de INIAP-ATAHUALPA 92, lo cual indica que los períodos de crecimiento son casi iguales entre tratamientos.

El tiempo que tardan en desarrollarse las plantas es un factor esencial para que se adapten exitosamente a las zonas de cultivo, las accesiones CD-19-007, CD-19-006 y CD-19-010 exhiben un patrón de crecimiento de espigas que es más homogéneo, similar a los resultados obtenido en un estudio anterior (Yambombo, 2022). Mientras el tratamiento CD-19-011 se puede catalogar como una línea tardía. Esto podría ser debido a su capacidad de adaptarse a condiciones ambientales que permiten un periodo vegetativo más prolongado.

## 4.2. Variables sanitarias

**Tabla 2**

*Resultados del análisis de varianza de la severidad de manchas foliares (SEVMF) y severidad de roya (SEVRY)*

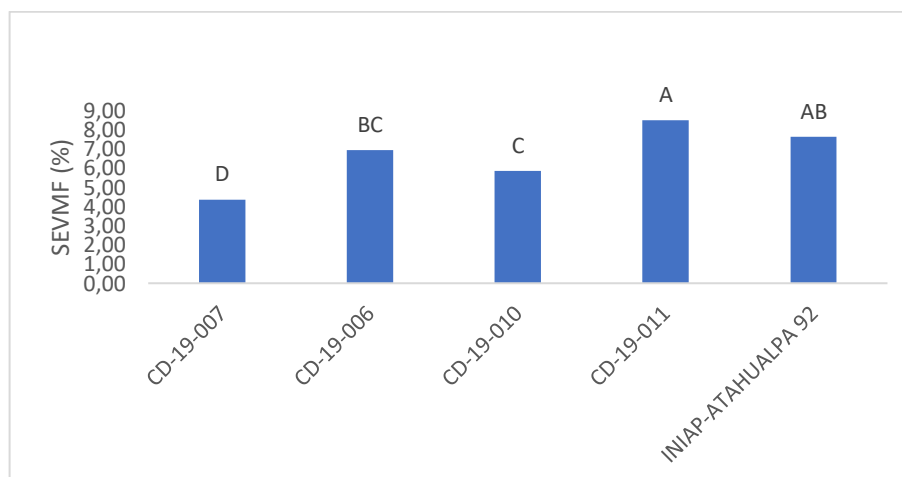
<b>Variables</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p-value</b>	<b>CV (%)</b>
<b>SEVMF</b>	4	38.341	0.000 **	7.08
<b>SEVRY</b>	4	12.105	0.001 **	7.91
<b>Error</b>	14			

*Nota:* Altamente significativo (\*\*) =p-value <0.01; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad.

El análisis de varianza en la Tabla 2 indica que hay diferencias estadísticas altamente significativas  $p < 0.01$  tanto en la SEVMF como en la SEVRY.

**Figura3**

*Medias de la variable severidad de manchas foliares (SEVMF) de cinco accesiones de cebada desnuda*



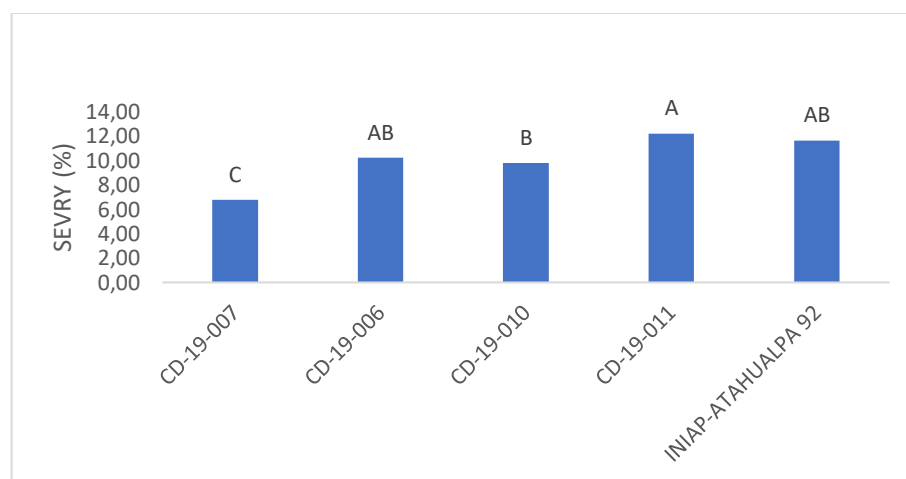
*Nota:* Medias con letras diferentes son significativas por la prueba de Tukey  $p < 0.05$ .

En la Figura 3., la línea CD-19-007 y CD-19-010 fueron menos afectadas por manchas foliares, en comparación con la variedad INIAP-ATAHUALPA 92. Mientras las accesiones CD-19-006 y CD-19-011 fueron la más susceptibles a esta enfermedad. Por lo tanto, las accesiones CD-19-007 y CD-19-010 presentaron una

menor SEVMF lo que indica que estas accesiones poseen una tolerancia. Este resultado demuestra que al utilizar cultivares tolerantes reducen potencialmente la necesidad de fungicidas y otros tratamientos químicos, lo que no solo ayuda a preservar la sostenibilidad ambiental de los sistemas agrícolas, sino que también puede resultar en ventajas económicas para los agricultores al reducir los gastos vinculados con la utilización de productos químicos (Pastuña, 2023).

### Figura 3

Medias de la variable severidad de roya (SEVRY) de cinco accesiones de cebada desnuda



Nota: Medias con letras diferentes son significativas por la prueba de Tukey  $p < 0.05$ .

La Figura 4., indica que la línea CD-19-007 mostró mayor resistencia roya amarilla con 6.78%, a diferencia que la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 con un 11.66%, por lo que son más tolerantes, lo que resalta su viabilidad como una excelente opción para ser considerada como una nueva variedad para ser cultivada en regiones donde esta enfermedad es común. Las accesiones como CD-19-011, CD-19-006 y CD-19-010 muestra una severidad alta similar que INIAP-ATAHUALPA 92, lo que posiblemente indique que son más susceptibles.

Estos hallazgos demuestran la importancia en el mejoramiento genético de las plantas, ya que subrayan la relevancia de elegir cuidadosamente y cruzar especies con niveles más bajos de SEVRY con el objetivo de producir variedades que fortalezcan la capacidad de resistencia de los cultivos agrícolas (Erreguerena et al.,

2021). Además, es fundamental que los agricultores puedan identificar variedades que sean menos susceptibles a roya para poder planificar eficazmente el manejo de los cultivos.

### 4.3. Variables de rendimiento

**Tabla 3**

*Resultados del análisis de varianza del número de granos por espigas (NGE), número de espigas por metro cuadrado (NEMC), tamaño de espigas (TE), peso de mil granos (PMG), peso hectolitrito (PH), y rendimiento de grano (RG)*

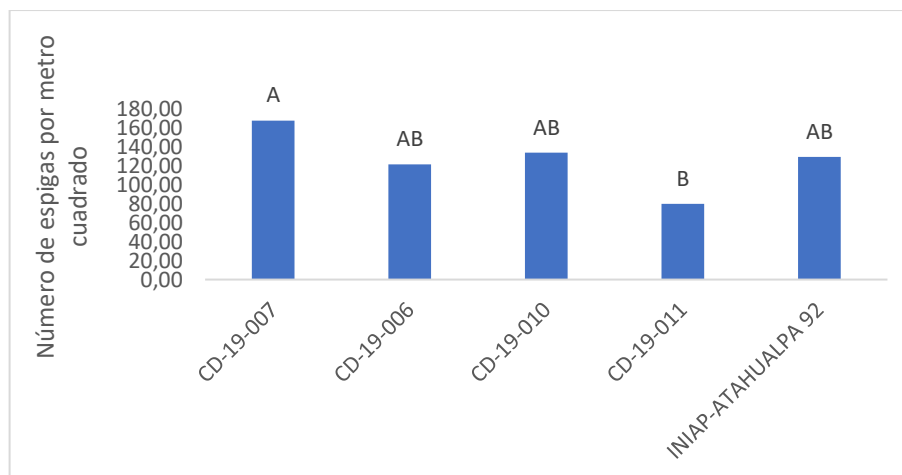
<b>Variables</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p-value</b>	<b>CV (%)</b>
<b>NGE</b>	4	3.969	0.355 NS	4.86
<b>TE</b>	4	0.517	0.725 NS	8.40
<b>NEMC</b>	4	3.654	0.044 *	20.82
<b>PMG</b>	4	16.958	0.000 **	3.91
<b>PH</b>	4	0.946	0.477 NS	4.60
<b>RG</b>	4	1.666	0.233 NS	27.61
<b>Error</b>	14			

*Nota:* No significativo (NS)=p-value >0.05; Significativo (\*) =p-value>0.01 y <0.05; Altamente significativo (\*\*) =p-value <0.01; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad.

En la Tabla 3., se observa diferencias estadísticamente significativas  $p < 0.05$  en cuanto al número de espigas por metro cuadrado (NEMC) y altamente significativa  $<0.01$  en relación al peso de mil granos (PMG). En contraste, se observa que no hay diferencias  $p > 0.05$  en cuanto al número de granos por espiga (NGE), tamaño de las espigas (TE), el peso hectolitrito (PH) y el rendimiento de grano (RG).

#### Figura 4

Medias de la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC) de cinco accesiones de cebada desnuda



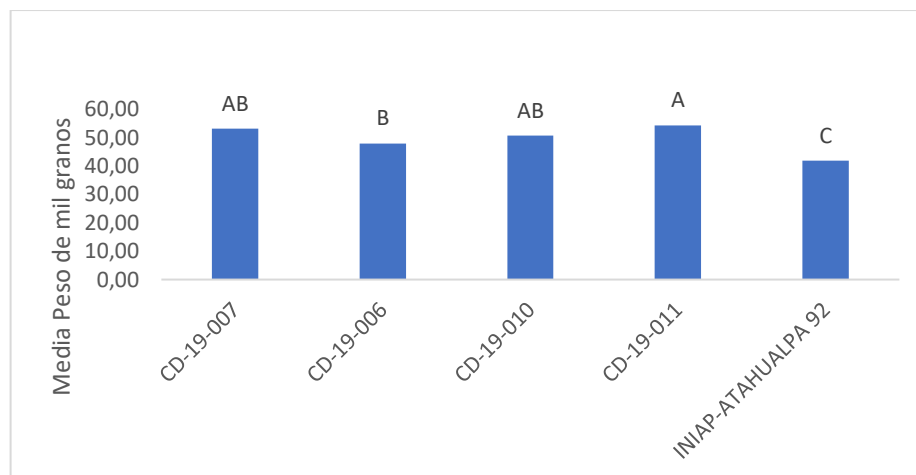
Nota: Medias con letras diferentes son significativas por la prueba de Tukey  $p < 0.05$ .

De acuerdo a la Figura 5., se observaron diferencias en la variable NEMC, siendo las líneas CD-19-007, CD-19-006 y CD-19-010 las que tienen mayor valor en relación a la variedad INIAP ATAHUALPA 92. En contraste, la accesión CD-19-011 fue la que presentó los menores valores.

La cantidad de espigas que se desarrollan en cada metro cuadrado de terreno es un factor determinante e importante, que puede dar una idea acerca de cuánto proyecta producir una variedad específica de cebada, además, este factor tiene la capacidad de afectar de manera directa tanto la productividad general del cultivo como la rentabilidad que puede generar (Merchán, 2022). Es esencial poner en marcha técnicas agronómicas detalladas y precisas con el fin de maximizar la capacidad genética de las plantas en lo que se refiere a la producción de espigas (Mendoza, 2023).

**Figura 5**

*Medias de la variable Peso de mil granos (PMG) de cinco accesiones de cebada desnuda*



*Nota:* Medias con letras diferentes son significativas por la prueba de Tukey  $p < 0.05$ .

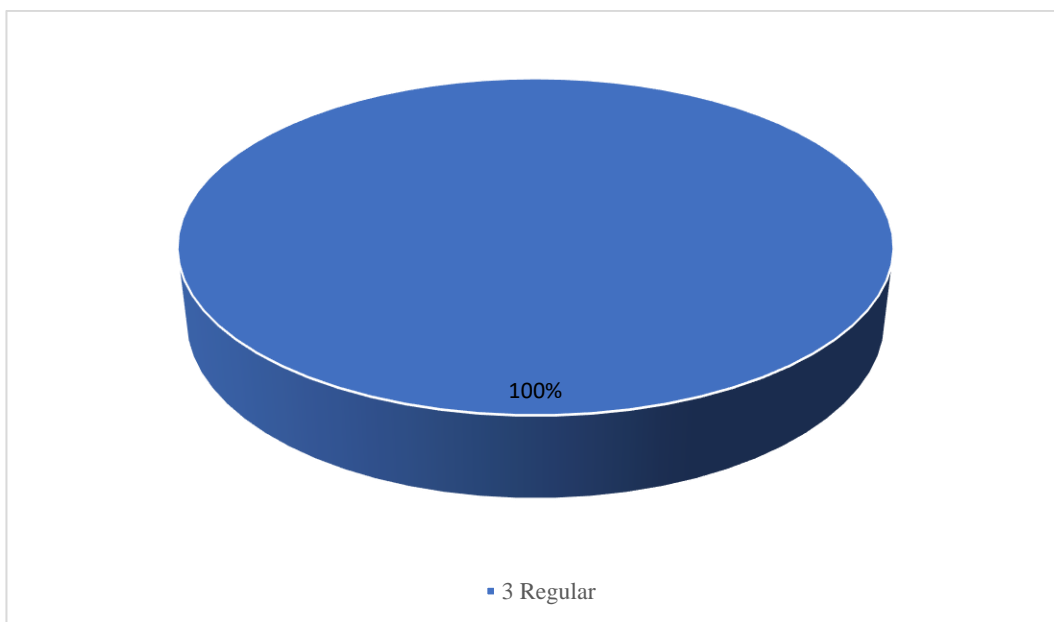
En la Figura 6., muestra diferencias para la variable PMG, donde las líneas CD-19-011, CD-19-007 y CD-19-010, exhiben un peso de mil granos más elevado en contraste con la variedad INIAP-ATAHUALPA 92. Mientras que la accesión con menor PMG obtenido fue de la CD-19-006 con 47.81g. El incremento en esta característica está asociado a su genética que conllevan a granos de mayor tamaño y peso, así como a una reacción beneficiosa ante las condiciones ecológicas y técnicas de cultivo en la región donde se llevó a cabo la investigación. En concreto, un mayor peso muestra que las líneas tienen una capacidad mayor para absorber y aprovechar los nutrientes disponibles, o una mayor resistencia genética a factores estresantes del entorno que suelen provocar la formación de granos más reducidos y menos pesados (Rodríguez, 2024).

#### **4.4. Variables morfológicas**

En este estudio se observaron varias variables morfológicas asociadas a la calidad y las exigencias del mercado tanto de la producción, como industrial. Luego del análisis de frecuencia se presentan los siguientes resultados.

## Figura 6

*Análisis de frecuencia de la variable vigor de planta (VP)*



*Nota:* Escalas propuestas por el (INIAP,2019): 1: Bueno, (plantas y hojas grandes, bien desarrolladas); 2: Escala intermedia; 3: Regular, (plantas y hojas medianamente desarrolladas); 4: Escala intermedia; 5: Malo, (plantas pequeñas y hojas delgadas).

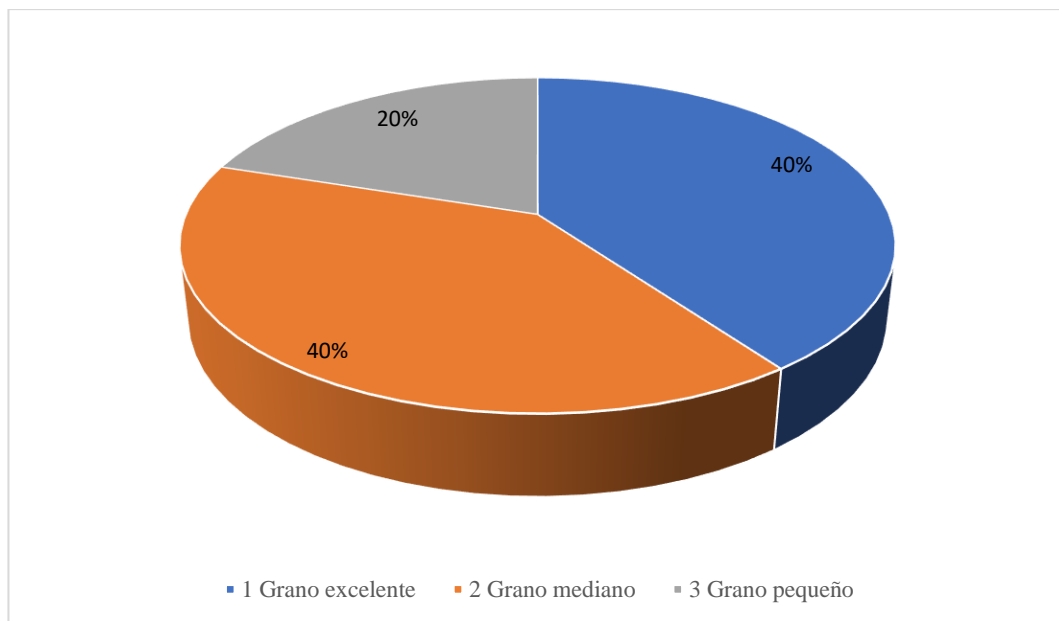
El análisis de frecuencia de la variable vigor de planta (VP) presentado en la Figura 7., basado en las escalas propuestas por el INIAP (2019), clasifica las plantas en cinco categorías; el 100% de las accesiones evaluadas (CD-19-006, CD-19-010, CD-19-011, INIAP-ATAHULPA 92, CD-19-007) se clasifican consistentemente en la categoría regular ya que tienen un desarrollo de plantas y hojas medianamente desarrolladas.

La clasificación uniforme en la categoría de regular sugiere que las plantas y hojas de todas las líneas evaluadas están medianamente desarrolladas, sin variabilidad en las clasificaciones. Este hallazgo es significativo, ya que indica una homogeneidad en el desarrollo de las plantas dentro del grupo estudiado. La consistencia en la categoría "Regular" puede ser útil para identificar áreas específicas de mejora en el cultivo y manejo de estas plantas para alcanzar un mayor vigor y desarrollo. (Moreyra & Abbate, 2020).

El VP es importante, ya que las plantas que son vigorosas tienen una mayor habilidad para competir de manera efectiva con las malas hierbas, resistir enfermedades y sobrevivir a situaciones climáticas extremas (Farinango, 2024). El papel del VP es crucial, ya que impacta tanto en el rendimiento como en la calidad del cultivo, mostrando así su relevancia en la producción agrícola. Las plantas que son más vigorosas tienden a desarrollar raíces más fuertes, lo cual les facilita la absorción de agua y nutrientes de manera más eficaz, y esto, en definitiva, puede mejorar la calidad de los granos que producen (Rivera & Wright, 2020).

### Figura 7

Análisis de frecuencia de la variable tipo de grano (TG)



*Nota:* Escalas propuestas por el (INIAP,2019): 1: Grano excelente (grueso grande, amarillo o blanco) 2: Grano mediano (grueso, blanco o amarillo) 3: Grano pequeño (delgado, manchado, chupado).

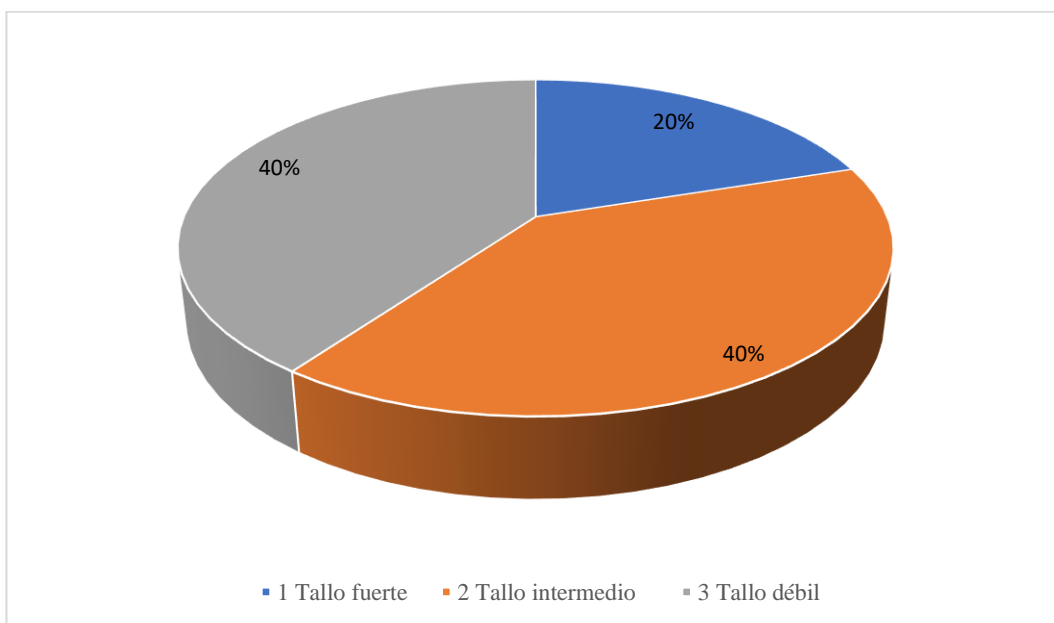
El análisis de frecuencia de la variable tipo de grano (TG) presentado en la Figura 8, basado en las escalas propuestas por el INIAP (2019), clasifica los granos en tres categorías: grano excelente, grano mediano y grano pequeño. En cuanto a los resultados, se observa que el 40% de las muestras, representadas por CD-19-007 y CD-19-006, se clasifican como grano mediano. Un 40% adicional de las muestras, incluidas CD-19-010 y CD-19-011, se clasifican como grano excelente, lo cual indica una alta calidad en una cantidad considerable de las muestras evaluadas

caracterizados por ser gruesos, grandes, de color amarillo o blanco; los granos medianos son gruesos y de color blanco o amarillo. Por otro lado, el 20% de las muestras, correspondientes a INIAP-ATAHUALPA 92, se clasifica como grano pequeño, mostrando que una quinta parte de las muestras tiene un tamaño de grano reducido.

El tipo de grano impacta en la comercialización y la industrialización, los granos de mayor tamaño y más completos suelen poseer una mayor concentración de nutrientes y energía, lo que contribuye a una alimentación más saludable y equilibrada (Cervantes & Jalimeth, 2023).

### Figura 8

*Análisis de frecuencia de la variable tipo de paja (TP)*



*Nota:* Escalas propuestas por el (INIAP,2019): 1: Tallo fuerte (Tallos fuertes, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame) 2: Tallo intermedio (Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame) 3: Tallo débil (Tallos, delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame).

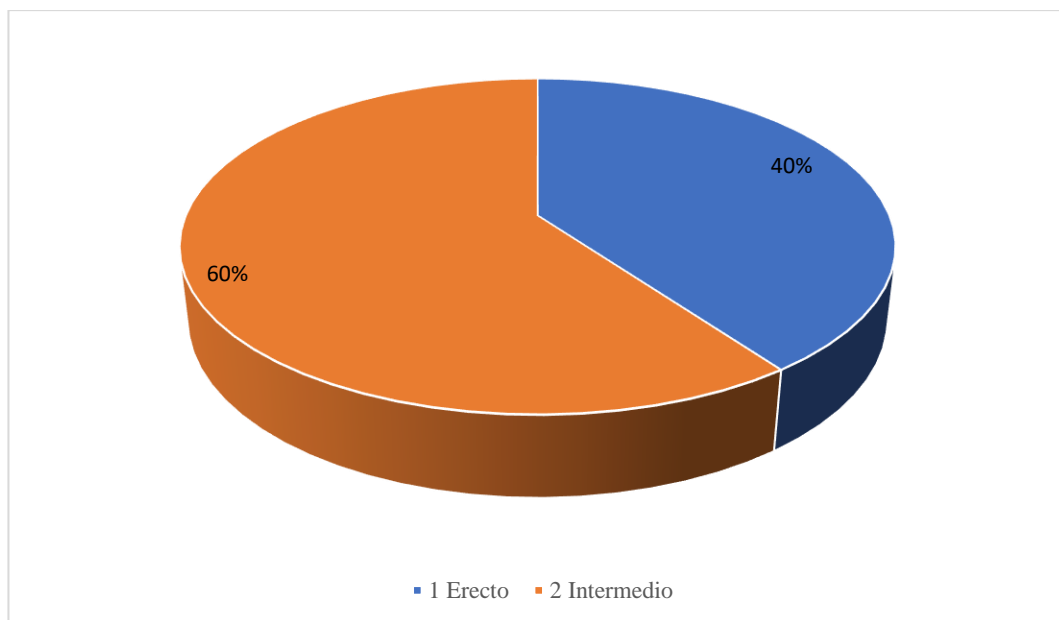
El análisis de frecuencia de la variable tipo de paja (TP) presentado en la Figura 9, basado en las escalas propuestas por el INIAP (2019), clasifica los tallos en tres categorías: tallo fuerte, tallo intermedio y tallo débil. En cuanto a los resultados, se

observa que el 20 % de las muestras, representadas por CD-19-007, se clasifican como tallo fuerte. El 40% de las muestras, incluidas CD-19-006 y CD-19-010, se clasifican como tallo intermedio. Por otro lado, el 40% de las muestras, correspondientes a INIAP-ATAHULPA 92 y CD-19-011, se clasifican como tallo débil. Esto indica que, aunque una mayor proporción de las muestras presenta tallos intermedios y fuertes, existe una fracción significativa que posee tallos débiles, lo cual podría impactar negativamente en la resistencia al viento y al acame.

La presencia de tallos fuertes resulta especialmente ventajosa en lugares que tienden a experimentar condiciones climáticas extremas. Esta cualidad específica podría ser considerada como un aspecto relevante al momento de elegir qué tipos de cultivos plantar en regiones expuestas a tales amenazas, lo que les daría a los agricultores la oportunidad de optar por variedades que sean menos propensas a doblarse (Sislema & Zurita, 2024).

### Figura 9

*Análisis de frecuencia de la variable hábito de crecimiento (HC)*



*Nota:* Escalas propuestas por el (INIAP,2019): 1: Erecto, Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba; 2: Intermedio (semirrecto o semi postrado), Hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados; 3: Postrado, Hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo

El análisis de frecuencia de la variable hábito de crecimiento (HC) presentado en la Figura 10., basado en las escalas propuestas por el INIAP (2019), clasifica las plantas en tres categorías: erecto, intermedio y postrado. En cuanto a los resultados, se observa que el 60% de las muestras, representadas por CD-19-007, CD-19-006, CD-19-010 y CD-19-011, se clasifican como erectas. Por otro lado, el 40% de las muestras, es decir INIAP-ATAHULPA 92, se clasifican como intermedias.

No se registraron muestras con hábito de crecimiento postrado. Esto indica que, aunque una mayor proporción de las muestras presenta un hábito de crecimiento intermedio, existe una fracción significativa con hojas erectas, lo cual puede tener implicaciones importantes en términos de captura de luz y competencia por recursos. En resumen, la distribución de los hábitos de crecimiento muestra una predominancia de hábitos intermedios, pero también destaca la presencia considerable de hábitos erectos que pueden influir en la eficiencia fotosintética y la estructura de las plantas evaluadas.

Estos resultados muestran que los atributos de crecimiento tienen una relación con la eficiencia en la absorción de la luz solar y la capacidad de resistir situaciones climáticas desfavorables. Desde el punto de vista agronómico, elegir variedades que tengan HC erecto o intermedio es una estrategia inteligente, porque estas plantas tienen mayor capacidad para ajustarse a diferentes condiciones del entorno y métodos de cultivo. Esto se vuelve crucial en ambientes donde se están buscando tipos de plantas que sean resistentes y capaces de mantener una alta productividad en diversas situaciones de cultivo (Ponce et al., 2020).

#### **4.5. Comprobación de hipótesis**

De acuerdo a los resultados de los análisis estadísticos, muestran diferencias altamente significativas a nivel de los tratamientos en estudio por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ). En otras palabras, hay evidencia estadística de que las variables estudiadas tienen un impacto altamente significativo en la respuesta agronómica de las accesiones de cebada desnuda en la investigación.

En los análisis estadísticos llevados a cabo en relación a las diversas variables estudiadas, se ha observado a través de la varianza (ANOVA) que existen diferencias significativas entre los datos, lo que respalda la decisión de descartar la hipótesis nula. Como resultado, se llega a la conclusión de que la hipótesis alternativa es válida, lo cual implica que las variables mencionadas ejercen una influencia de importancia notable en el comportamiento agronómico de las diferentes líneas de cebada que se están estudiando.

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

Basándose en los datos recopilados y examinados durante el desarrollo de la investigación, es posible llegar a las siguientes conclusiones relacionadas con las variables agronómicas, de enfermedad, de rendimiento y morfológicas:

- La línea CD-19-007 demostró un excelente rendimiento agronómico en el estudio, con una notable respuesta al porcentaje de emergencia y a los días de espigamiento, resultando se una línea apropiada para la zona de estudio.
- La línea CD-19-007 mostró una mayor capacidad para resistir enfermedades foliares y la roya, en contraste con otras accesiones como la variedad INIAP-ATAHUALPA 92, resaltando las cualidades que lo hacen una opción muy prometedora para entornos que son susceptibles a la presencia de tales enfermedades.
- En relación al rendimiento, a pesar de que el comportamiento fue similar para todas las líneas evaluadas, se pudo notar que la línea CD-19-007 mostró una mayor cantidad de espigas por metro cuadrado lo que sugiere que tiene una capacidad productiva elevada en comparación con otras accesiones, con rendimiento promedio de 2976,11 kg ha<sup>-1</sup>.
- Todas las líneas analizadas mostraron un buen vigor y hábito de crecimiento CD-19-007 y CD-19-011 presentaron un atributo erecto, las accesiones CD-19-007 y CD-19-010 tipo de paja fuerte las cuales soportan condiciones climáticas extremas y las accesiones CD-19-010 y CD-19-011 mostraron un tipo de grano excelente. Estas características son importantes para contrarrestar los efectos negativos ambientales, lo que tiene un impacto positivo en la producción y la calidad de la cosecha.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- La línea CD-19-007 es una buena opción para entornos ambientales similares al del experimento, ya que muestra una tasa de emergencia alta, lo que sugiere que tiene una capacidad inicial de adaptación positiva y un potencial prometedor para establecerse con éxito en esas condiciones.
- Debido a la resistencia demostrada por la línea CD-19-007 a las manchas foliares y roya, se sugiere su utilización en otras áreas de producción donde se ha presentado alta severidad a estas enfermedades en áreas que son susceptibles a este tipo de enfermedad en las hojas.
- Debido al mayor número de espigas por metro cuadrado, se sugiere que la variedad CD-19-007 sea tomada en cuenta en los programas de mejoramiento genético cuyo objetivo sea incrementar el rendimiento.
- Se recomienda llevar a cabo investigaciones suplementarias en entornos con diversas condiciones de crecimiento para contrastar el comportamiento de líneas en ambientes complementarios.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Agricultura. (20 de Noviembre de 2022). ¿Cómo se prepara el terreno para la cebada? Recuperado <https://www.museoagricultura.es/como-se-prepara-el-terreno-para-la-cebada/>
- Agroptima. (2020). Guía rápida para el cultivo de cebada. Recuperado <https://www.agroptima.com/es/blog/guia-rapida-para-el-cultivo-de-cebada/>
- Agrotica. (18 de Enero de 2023). ¿Qué tipo de suelo es el mejor para cultivar cebada? Recuperado: <https://agrotica.es/que-tipo-de-suelo-es-el-mejor-para-cultivar-cebada/>
- Alvarado, V., & Malavé, J. (2010). Cultivo de cebada. Recuperado <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/906>
- Baixauli. (31 de 12 de 2021). Cebada: plagas y enfermedades(diciembre 2021). Recuperado <https://www.phytoma.com/sanidad-vegetal/avisos-de-plagas/cebada-plagas-y-enfermedades-diciembre-2021>
- BASF. (31 de Marzo de 2022). Síntomas de Oídio en cebada. Recuperado <https://www.agro.basf.es/es/Noticias-y-eventos/Alertas-regionales/Sintomas-de-Oidio-en-cebada-en-Barcelona-y-Tarragona.html>
- Bermeo, O., & Vázquez, T. (2022). Comparación de datos meteorológicos en el periodo 1983-2012 en la región cinco del Ecuador, su incidencia en el sector agropecuario y su relación con el cambio climático. Recuperado <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23885>
- Bernardi, L. D. (2019). Perfil de cebada. Recuperado [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/informes/perfil-de-cebada-2019.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/perfil-de-cebada-2019.pdf)
- Bosques. (6 de Abril de 2021). Cebada. Recuperado <https://fichasdeplantas.com/2021/04/cebada/>

- Cervantes, T., & Jalimeth, G. (2023). Biol como abono foliar en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría. Recuperado [http://190.119.174.92/handle/ UNAMBA/1233](http://190.119.174.92/handle/UNAMBA/1233)
- Chalacán, A. (2023). Respuesta agronómica del manejo fitosanitario de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la comunidad San Pedro, cantón Montúfar-Carchi. Recuperado <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15127>
- Chicare, N., Alberdi, B., García, M., Kiernan, A., Tacaliti, M., & Tocho, E. (2022). Evaluación del daño en variedades de cebada frente a *Schizaphis graminum*. Investigación Joven, 9(2), 49-50. Recuperado <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/14660>
- Chimbo, E., & Quinchuela, G. (2023). Eficiencia nutricional a la aplicación de cinco bioestimulantes para la producción de semilla certificada de cebada (*Hordeum vulgare* L.), variedad cañicapa, en Laguacoto III, provincia Bolívar. Recuperado <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/5580>
- Chimborazo, J. (2018). Zonas de vida. EOS Data Analytics. Recuperado <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea02s/ch57.htm#TopOfPage>
- Cunalata, J. (2022). Evaluación de la mejor dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) variedad cañicapac en la comunidad Puculpala. Recuperado <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17216>
- Curasma, J., & Huamán, R. (2021). Sustratos y tiempos de cosecha en el rendimiento del forraje verde hidropónico de la cebada. Revista de investigación científica siglo XXI. Recuperado <https://revistas.unh.edu.pe/index.php/rcsxxi/article/view/34>
- Custodia, P. T. (1 Agosto de 2022). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), campus salache de la universidad técnica de Cotopaxi, 2021-2022. Recuperado <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9468/1/PC-002419.pdf>

- Demagnet, R. (31 de Enero de 2022). Cebada (*Hordeum vulgare* L.): Manual de cultivos suplementarios. Recuperado <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/cebada-hordeum-vulgare-ssp-t48897.htm>
- Dobronski, J., & Chugcho, C. (16 de Marzo de 2023). Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de cebada desnuda bajo las condiciones agroecológicas del sector Querochaca. Recuperado <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38345>
- Ecotierra. (8 de Octubre de 2022). Trigo y cebada: almacenamiento y conservación. Recuperado <https://ecotierradeditomeas.es/trigo-y-cebada-almacenamiento-y-conservacion/>
- El comercio. (19 de Abril de 2022). La siembra de cebada se extiende a 15 000 hectáreas en 8 provincias. Recuperado <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/siembra-cebada-provincias-cultivos-cosecha.html>
- Erreguerena, I. (2023). Estudios sobre la capacidad adaptativa de *Ranularia collo-cygni*, agente causal del salpicado necrótico de la cebada (*Hordeum vulgare* L.): variabilidad genética, sensibilidad de aislamientos ante activos fungitóxicos y período de susceptibilidad del cultivo. Recuperado <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/17120>
- Erreguerena, I., Moreyra, F., Gonzalez, G., & Couretot, L. (2021). Detección de roya lineal de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) provocada por el hongo *Puccinia striiformis* sensu lato. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Recuperado <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/9140>
- Farinango, R. (2024). Comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano desnudo en la granja experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura. Recuperado <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15463>
- Fernández, C. (2023). Prefactibilidad de una planta de producción de sales mineralizadas para el mejoramiento de la ganadería en el Magdalena Medio.

repository.eafit.edu.co. Recuperado <https://repository.eafit.edu.co/items/85024a02-32ec-44c3-a8f6-15dc8e0abd75>

Gadvay, A. (2023). Identificación de las fuentes de pérdidas de cosecha en cultivo establecido de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) mediante el uso de maquinaria combinada en Chimborazo. Recuperado <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/19372>

García, M., Gonzalez, M., Bueno, A., & Ortega, A. (2023). Evaluación de fungicidas para el control de enfermedades foliares en el cultivo de cebada. International Journal of Innovation and Applied Studies. Recuperado [https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Gonzalez-Gonzalez-4/publication/373196776\\_Evaluacion\\_de\\_fungicidas\\_para\\_el\\_control\\_de\\_enfermedades\\_foliares\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_cebada\\_Fungicides\\_evaluation\\_to\\_control\\_foliar\\_diseases\\_in\\_barley/links/64df7eff14f8d1](https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Gonzalez-Gonzalez-4/publication/373196776_Evaluacion_de_fungicidas_para_el_control_de_enfermedades_foliares_en_el_cultivo_de_cebada_Fungicides_evaluation_to_control_foliar_diseases_in_barley/links/64df7eff14f8d1)

Gomez, J. (16 de Enero de 2021). Fomentan la producción de cebada en la provincia de Bolívar. Recuperado <https://actoresproductivos.com/2021/01/16/fomentan-la-produccion-de-cebada-en-la-provincia-de-bolivar/>

Guambuguete, C. (2022). Categorización del rendimiento de 18 variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) provenientes del banco de semillas del INIAP-Santa Catalina en la localidad de Naguan, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Recuperado <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4226>

Guillarmenc, Y. (2021). Influencia del ambiente edáfico-topográfico sobre la eficiencia de uso del agua y productividad de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el sudoeste bonaerense. repositorioidigital.uns.edu.ar. Recuperado <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5671>

Guzñay, L. (2022). Caracterización del sistema de producción de semilla certificada de trigo (*Triticum vulgare* L.) en cinco zonas agroecológicas de la provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar. Recuperado <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4581>

- Herbario virtual fitopatología. (2015). Oidio de la cebada. Recuperado [https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page\\_id=105](https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=105)
- Heredia, D. (2022). Valoración agronómica y fitosanitaria de 106 accesiones de avena (*Avena sativa* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la localidad de Naguan provincia Bolívar. Recuperado <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4462>
- Herrera, K. (1 Julio de 2021). Rediseño del recetario a base de cebada del Instituto Nacional de. Recuperado <http://repositorio.unibe.edu.ec/bitstream/handle/123456789/419/HERRERA%20MEJIA%20KEVIN%20SANTIAGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INIAP. (2011). Guía práctica para los productores . Recuperado <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1106/1/404.PDF>
- INIAP. (2011). Guía práctica para los productores de cebada de la sierra sur. Recuperado <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1106/1/404.PDF>
- INIAP. (2022). Cebada-Manual de manejo del cultivo y conservacion de suelos. Recuperado <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=5261c89d798564afJmltdHM9MTY4MzE1ODQwMzZpZ3VpZD0wMDU1OTQzMihhZTJhLTZyZWQzMGEyZS04NmZyZWYzMdYyMzUmaW5zaWQ9NTE4Ng&pfn=3&hsh=3&fclid=00559432-ae2a-631d-0a2e-8733af306235&psq=manejo+tecnico+del+cultivo+de+cebada&u=a1aHR0cHM6Ly9yZ>
- INIAP. (27 de Julio de 2022). Nuevas variedades de papa y cebada para aumentar la producción. Recuperado <https://www.iniap.gob.ec/nuevas-variedades-de-papa-y-cebada-para-aumentar-la-produccion/>
- Iza, C. (2022). Análisis exploratorio del efecto COVID19 a nivel socio-económico en conglomerados de productores de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la provincia Cotopaxi. Recuperado <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34928>

- Jiménez, A. (11 de Junio de 2018). Cultivo de cebada. Recuperado <https://es.scribd.com/document/439918513/Cultivo-de-Cebada>
- La molina. (2 Julio de 2020). Cultivo de cebada. Recuperado [https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual\\_Cultivo\\_Cebada.pdf](https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Cultivo_Cebada.pdf)
- Larrán, S. (2022). Cebada cervecera: manejo de enfermedades. Libros de Cátedra. Recuperado <https://agrobasesapp.com/argentina/disease/carbon-volador-1>
- Laserna, S. (2015). Limaco o Babosa de Cereales, Deroceras, descripción, daños y control integrado. Recuperado <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/trigo/1250-limaco-o-babosa-de-cereales-deroceras-descripcion-danos-y-control-integrado>
- Lema, A., Basantes, E., & Pantoja, J. (2017). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. Scielo. Recuperado <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/am.v28i1.22705>
- Leszczuk, B., & Alonso, S. (2021). Especies forrajeras temporarias. Recuperado <https://es.scribd.com/document/511320048/Informe-Cebada-Terminado-docx>
- Manzano, C. (2022). Comparación de rendimiento en seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.), forrajera y maltera, con dos densidades de siembra, aplicado a la industria cervecera, en la localidad de Laguacoto II, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Recuperado <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4227>
- Mayhua, R. (2019). Efecto de la fertilización foliar en el cultivo de cebada forrajera (*Hordeum vulgare* L.), en el Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo–Cusco. repositorio.unsaac.edu.pe. Recuperado <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5582>
- Mendoza, M. (2023). EM-1 en la optimización de vermichar y su efecto en los componentes asociados de cebada dística (*Hordeum distichum* L.)

- Yanamuclo-Matahuasi. Recuperado <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10007>
- Merchán, O. (2022). Evaluación de la respuesta de líneas de cebada frente a *Puccinia striiformis* f. sp. hordei en la parroquia Licto del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Recuperado <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17417>
- Montes, J. (2023). Cuantificación y aprovechamiento energético de residuos de la industria de bebidas alcohólicas en Cantabria. Caso de estudio: destilación de ginebras. Recuperado <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/28429>
- Moran, C. (29 de Octubre de 2021). Morfología de Los Cereales. Recuperado <https://es.scribd.com/document/554506169/morfologia-de-los-cereales>
- Moreyra, F., & Abbate, P. (2020). Rendimiento y estabilidad de los cultivares de cebada en Argentina. Ediciones INTA. Recuperado <https://cebadacervecera.com.ar/wp-content/uploads/2020/06/INTA-Moreyra-Abbate-2020-Cultivares-Cebada-Argentina.pdf>
- Osorio, C. (2023). Análisis de crecimiento de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos ciclos de rebrote en el Sureste de Coahuila, México. Recuperado <http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/handle/123456789/49000>
- Pallo, M. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP bajo las condiciones agroecológicas en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021-2022. repositorio.utc.edu.ec. Recuperado <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9468>
- Pastuña, O. (2023). Evaluación de un Biofertilizante a base de *Bacillus subtilis*+ *Pseudomonas fluorescens* 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. Recuperado <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10765>

- Pereyra, S., & González, N. (2023). Caracterización de fungicidas evaluados por INIA según su eficiencia para el control de distintas enfermedades en trigo y cebada. Inia.uy. Recuperado [http://www.inia.uy/Documentos/ P%C3%BABlicos/INIA%20La%20Estanzuela/Actividades%202020/Funcigidas%20TRIGO%20y%20CEBADA%20mayo%202020%20.pdf](http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BABlicos/INIA%20La%20Estanzuela/Actividades%202020/Funcigidas%20TRIGO%20y%20CEBADA%20mayo%202020%20.pdf)
- Pérez. (2022). Evaluación del rendimiento y sus componentes de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Noreste de Coahuila, México. repositorio.uaaan.mx. Recuperado [http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/handle/ 123456789/48251](http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/handle/123456789/48251)
- Pinchao, O. (2023). Evaluación de líneas diferenciales para roya (*Puccinia* Spp.) en el cultivo de avena, trigo y cebada, en La Granja Experimental La Pradera-Imbabura. repositorio.utn.edu.ec. Recuperado <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15116>
- Pogo, A. (2022). Evaluación de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache, UTC 2021–2022. repositorio.utc.edu.ec. Recuperado <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9479>
- Ponce, L., Noroña, P., Campaña, D., & Garófalo, J. (2020). La cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Recuperado <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5587>
- Produccion agricola mundial. (2023). Producción Mundial de Cebada 2022/2023. Recuperado [http://www.produccionagricolamundial.com/ cultivos/cebada.aspx](http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/cebada.aspx)
- Pulles, B. (2024). Evaluación agronómica de 18 variedades mejoradas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en La Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura. Recuperado <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15462>
- Quintana, J. (2022). Determinación de la respuesta agronómica de 20 accesiones de cebada en su primer año de evaluación, en la zona agro-ecológica de Naguán, parroquia San Lorenzo, cantón Guaranda. Recuperado <https://>

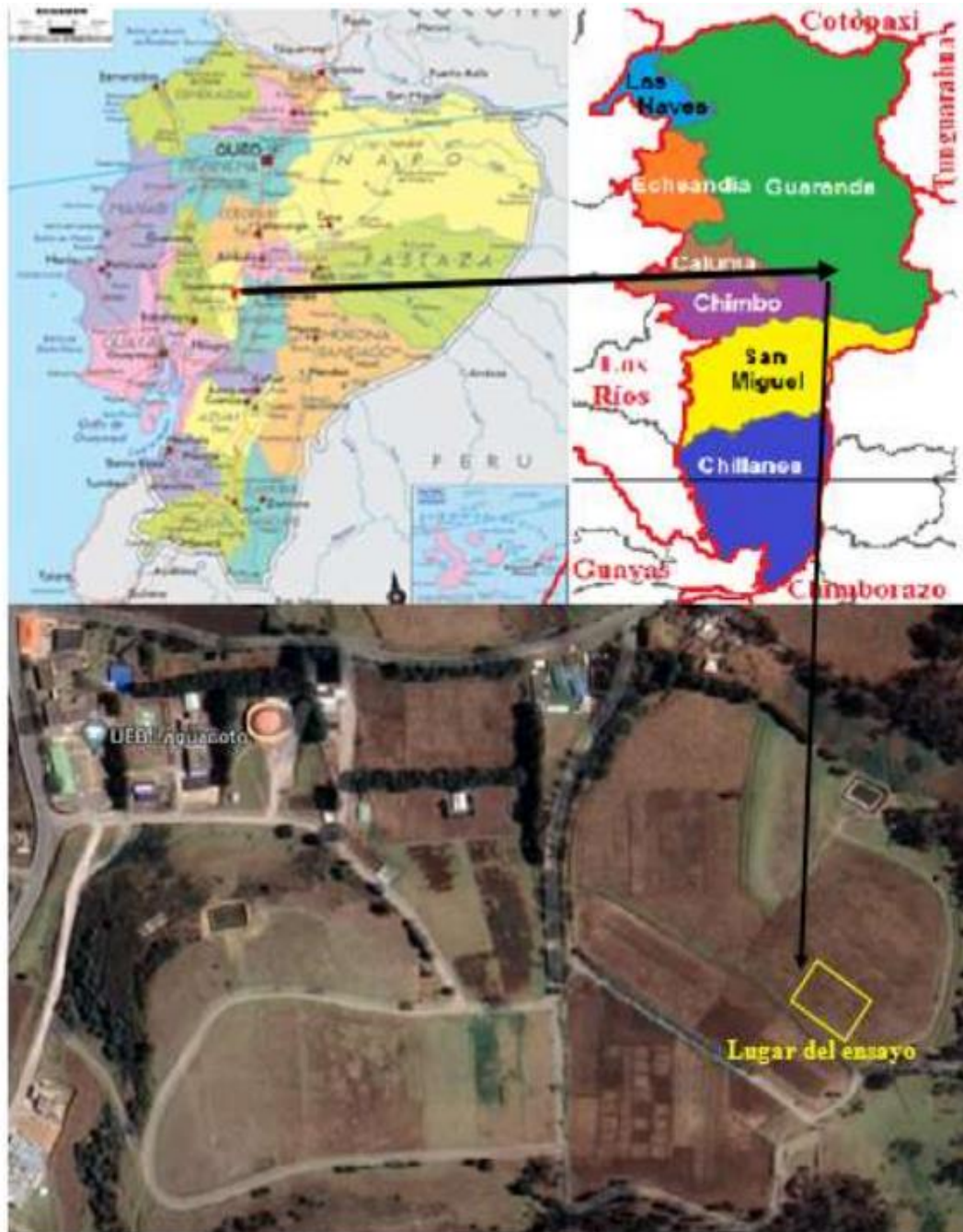
dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4241/1/TESIS%20CEBADA%20\_ARGUELLO\_JHONY\_%202022.pdf

- Richmond, K. (11 de Julio de 2022). Conservación del germoplasma agrícola: guardar hoy para tener mañana. Recuperado <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2022/07/11/conservacion-del-germoplasma-agricola-guardar-hoy-para-tener-manana.html>
- Rivera, M., & Wright, E. (2020). puntos de patología vegetal. Fundamentos y prácticas para la salud de las plantas. Editorial Facultad de Agronomía UBA. Recuperado <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/13075>
- Rodriguez, W. (2024). Formas de siembra y niveles de gallinaza en la producción de semilla de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) Canaán 2735 msnm-Ayacucho, 2022. repositorio.unsch.edu.pe. Recuperado <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6391>
- Sergio. (11 de Julio de 2019). Tipos de cereales y sus harinas panaderas con gluten. Recuperado <http://www.sergiorecetas.com/2019/07/tipos-de-cereales-y-sus-harinas-con-gluten.html>
- Simbaña, J. (14 de Marzo de 2021). Estructura de Los Cereales. Recuperado <https://es.scribd.com/document/549501871/Consulta-Grupo-5-Estructura-de-Los-Cereales>
- Sislema, G., & Zurita, C. (2024). Respuesta agronomica de tres variedades de cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.) bajo dos tipos de control fitosanitario en Laguacoto, provincia Bolivar. Recuperado <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/6899>
- Tulli, M., Divita, I., Mateos, F., & Carmona, D. (2023). Aportes para el manejo de pulgones en cereales de invierno: distribución espacio-temporal, reguladores naturales y áreas lindantes con vegetación espontánea. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA. Recuperado <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/15454>

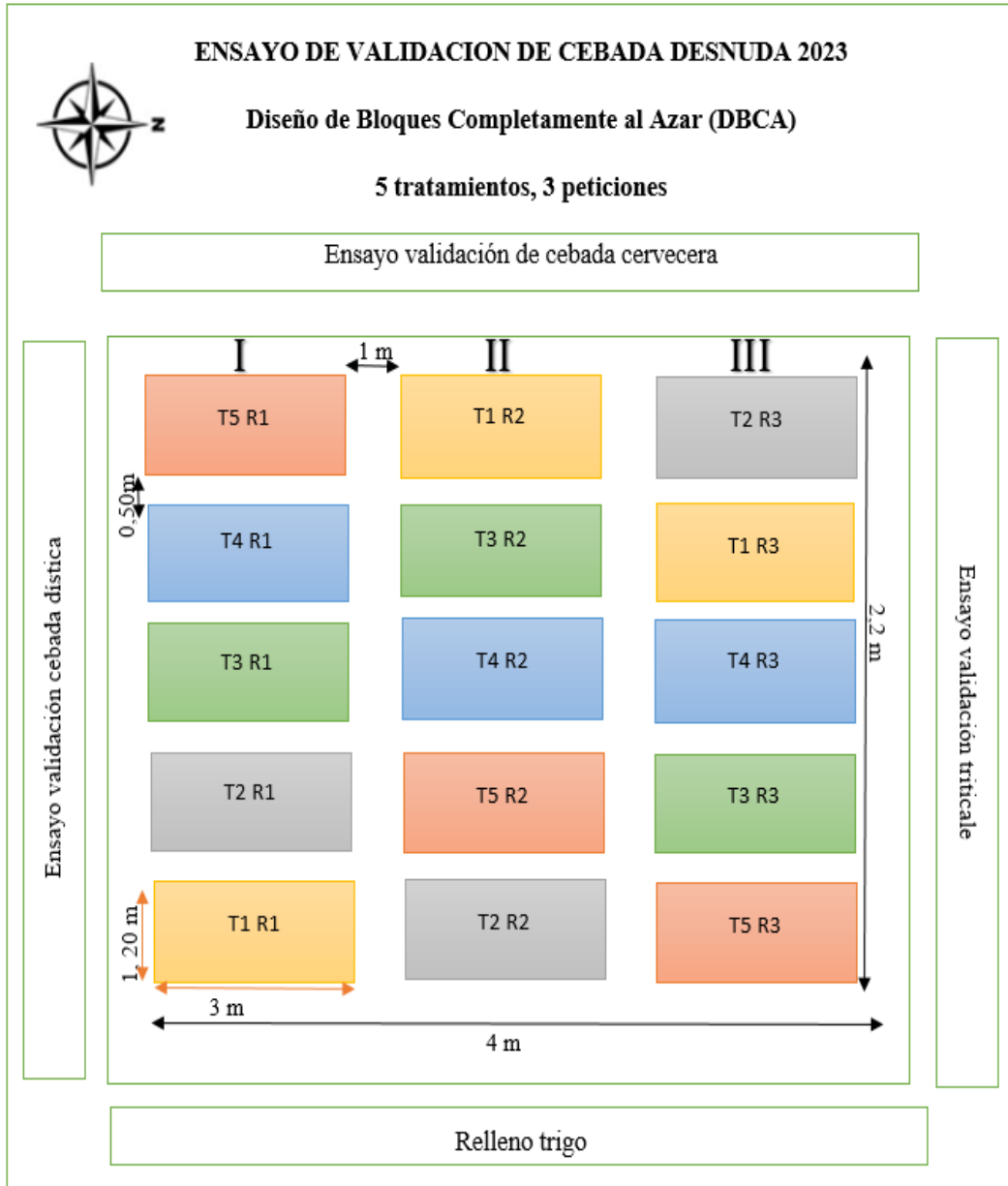
- Unda, J. (2022). Evaluación de líneas diferenciales para royas (*Puccinia graminis*) en avena (*Avena sativa* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) del INIAP, bajo las condiciones ambientales en el campus Salache UTC 2021-2022. Ecuador: Latacunga (Universidad Técnica de Cotopaxi: Recuperado <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9620>
- Vivas, J. (2024). Comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano cubierto en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura. Recuperado <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15724>
- Wikifarmer. (2022). Rendimiento, cosecha y almacenamiento de la cebada – ¿Cuál es el rendimiento medio por hectárea de cebada? Recuperado <https://wikifarmer.com/es/rendimiento-cosecha-y-almacenamiento-de-la-cebada-cual-es-el-rendimiento-medio-por-hectarea-de-cebada/>
- Wikifarmer. (2022). Requisitos y métodos de fertilización de la cebada. Recuperado <https://wikifarmer.com/es/requisitos-y-metodos-de-fertilizacion-de-la-cebada/>
- Yambombo, L. (2022). Utilización de heno de residuos de quinua, frente al heno de cebada en sistemas de cebamiento de ovinos. Recuperado <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4572>

## ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación, Laguacoto III.



Anexo 2. Croquis del ensayo.



**Anexo 3.** Base de datos.

Los datos de esta investigación se encuentran disponibles en el repositorio abierto del Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Estatal de Bolívar en la siguiente dirección web: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/JRGKX>.

#### Anexo 4. Fotografías del manejo del ensayo

Implementación de siembra Selección y preparación de lote de forma mecánica



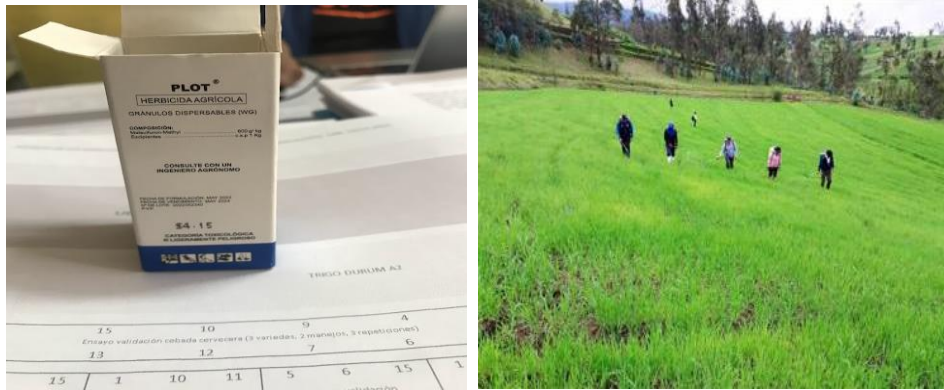
Delimitación de los diferentes tratamientos y repeticiones



Siembra mecánica



## Control de forma mecánica



Diferentes estados fenológicos del cultivo, medición de variables agronómicas, morfológicas.

Variables de porcentaje de emergencia, vigor de planta, hábito de crecimiento



Días al espigamiento, las variables se evaluaron con ayuda de un técnico del programa de cereales INIAP



## Labores culturales



## Colocación de rótulos



## Resistencia a enfermedades

Virus del enanismo amarillo, roya de la hoja, roya amarilla



## Proceso de cosecha



Altura de planta en madurez fisiológica



Numero de espigas por m<sup>2</sup>



Tamaño de espiga y tipo de paja



Cosecha manual

## Proceso de Post-cosecha



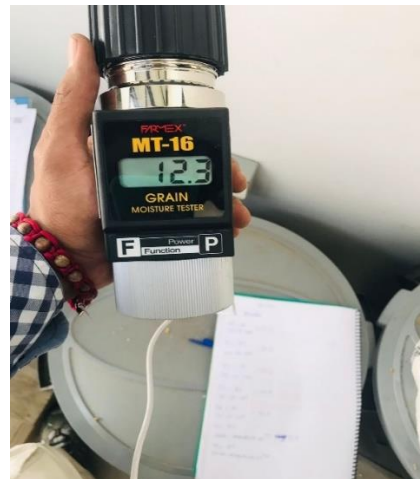
Almacenamiento del germoplasma



Limpieza del grano



Peso en gramos por parcelona



Porcentaje de humedad del grano



Peso de mil granos



Peso hectolitro



Tipo y color de grano



Defensa de perfil



Visita de campo

## Anexo 5. Escala de severidad de manchas foliares y roya

**HORSFALL - BARRATT SCALE:** Horsfall, J.G. and R.W. Barratt. 1945. An improved grading system for measuring plant diseases. *Phytopathology* 35:65 (abstract).

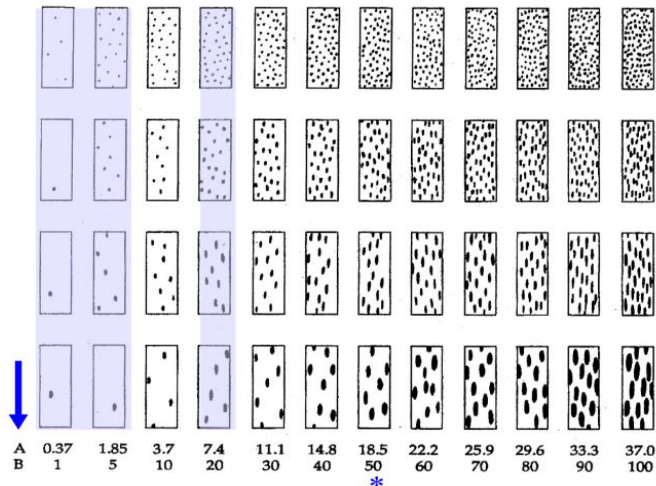
Grade	% Diseased	% Healthy	Grade Formula (%)
0	0	100	1.17
1	0-3	97-100	2.34
2	3-6	94-97	4.68
3	6-12	88-94	9.37
4	12-25	75-88	18.75
5	25-50	50-75	37.50
6	50-75	25-50	62.50
7	75-88	12-25	81.25
8	88-94	6-12	90.63
9	94-97	3-6	95.31
10	97-100	0-3	97.66
11	100	0	98.62

## Rust Severity Assessment Key

**A= actual amount of tissue occupied by pustules (Cobb scale)**

**B= equivalent damage to leaf (Modified Cobb)**

\* If A=18.5% area occupied by pustules, this is equivalent to B=50% damage to the leaf



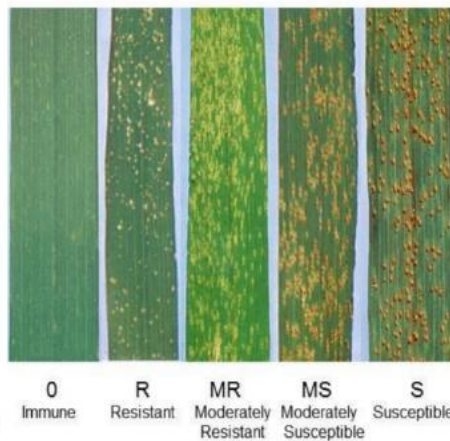
## Crown Rust: Adult Field Rating

Severity: % leaf area affected (0, tr, 1, 5, ... 100)  
tr = trace (<1%)

Infection type (IT): R, MR, MS, S (or combination)

eg. 0, trR, 5R, 30MR, 50MRMS, 60S

- 0 No visible infection
- R Necrotic areas without pustules
- MR Small sporulating pustules surrounded by necrosis and/or chlorosis
- MS Medium to large pustules surrounded by chlorosis
- S Large pustules with abundant sporulation, no visible chlorosis or necrosis



## **Anexo 5.** Glosario de términos

**Accesiones:** Se refiere a una muestra o ejemplar específico de una especie vegetal que se recolecta y se conserva para su estudio, investigación y uso en programas de mejoramiento genético, conservación de recursos genéticos y estudios agronómicos.

**Adaptabilidad:** Capacidad de ajustarse o modificar las respuestas ante cambios en las circunstancias, condiciones o entorno.

**Alelos:** Son variantes alternativas de un gen que se encuentran en la misma posición (locus) en cromosomas homólogos. Estas variantes pueden diferir en secuencia de ADN y, por lo tanto, pueden determinar diferentes características fenotípicas en un organismo.

**Arado:** Herramienta fundamental en la agronomía y la agricultura tradicional, utilizada para preparar el suelo antes de sembrar cultivos.

**Barbecho:** Práctica de manejo de tierras agrícolas que implica dejar un campo cultivable sin sembrar durante uno o varios ciclos de cultivo.

**Enfermedades foliares:** Son aquellas enfermedades que afectan principalmente a las hojas de las plantas. Estas enfermedades pueden ser causadas por diversos agentes patógenos como hongos, bacterias, virus u otros organismos microscópicos.

**Erosión:** Proceso natural y también inducido por actividades humanas, que involucra la remoción y transporte de partículas del suelo y material rocoso de un lugar a otro.

**Genotipos:** Conjunto completo de genes de un organismo, que determina sus características hereditarias y potencialidades genéticas. Es la combinación específica de alelos en los diferentes loci genéticos de un individuo.

**Germoplasma:** Material genético de plantas, animales u otros organismos que puede ser utilizado para la reproducción y mejora genética.

**Herbáceas:** Plantas que se caracterizan por tener tallos suaves y flexibles que no desarrollan tejido lignificado (madera), y generalmente mueren completamente sobre la superficie del suelo al final de la temporada de crecimiento.

**Poaceas:** Conocidas comúnmente como gramíneas, son una familia de plantas herbáceas que incluye muchas especies importantes en la agricultura y la ecología.

**Recursos fitogenéticos:** Diversidad genética de las plantas cultivadas y sus parientes silvestres, que son de importancia para la agricultura y la seguridad alimentaria.

**Rendimiento:** Cantidad de producto agrícola (como cereales, frutas, verduras, etc.) que se obtiene por unidad de superficie o de planta en una cosecha determinada. Este concepto es fundamental en la evaluación del éxito de los cultivos y en la eficiencia de la producción agrícola.

**Severidad:** Medida o grado de daño o afectación que una enfermedad, plaga o cualquier otro factor estresante causa en un cultivo o planta específica.

**Sistema radicular fasciculado:** Sistema de raíces que se caracteriza por tener raíces delgadas y fibrosas que se desarrollan desde la base del tallo de la planta.

**Sostenibilidad:** Capacidad de mantener la producción agrícola de manera equilibrada y saludable a largo plazo, sin comprometer los recursos naturales ni el bienestar de las generaciones futuras.

**Trilla:** Proceso agrícola crucial que se lleva a cabo para separar los granos comestibles de las plantas de cereales, como el trigo, la cebada, el arroz, entre otros.