UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE CEBADA CUBIERTA (***Hordeum vulgare*** **L.)** EN EL TERCER AÑO DE EVALUACIÓN.

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:

Jonathan Javier Carrera Recalde

Tutora:

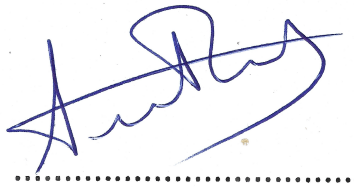
Dra. Andrea Román Ramos

Guaranda – Ecuador

2024

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE CEBADA CUBIERTA (***Hordeum vulgare*** **L.**) EN EL TERCER AÑO DE EVALUACIÓN.

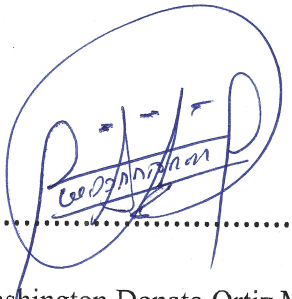
REVISADO Y APROBADO POR:



.....

Dra. Andrea Román Ramos

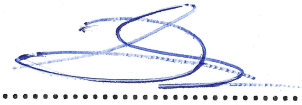
TUTORA



.....

Ing. Jorge Washington Donato Ortiz MSc.

PAR LECTOR



.....

Ing. David Rodrigo Silva García MSc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Jonathan Javier Carrera Recalde, con cédula de identidad número 0202233748, 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.

.....

Jonathan Javier Carrera Recalde

AUTOR

CI. 0202233748

.....

Dra. Andrea Román Ramos

TUTORA

CI. 0604084871

Notaría Primera del Cantón Echeandía
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario (E)

...rio

Nº ESCRITURA	20240204000P00467

ESCRITURA DE DECLARACION JURAMENTADA
OTORGA: CARRERA RECALDE JONATHAN JAVIER.
CUANTIA: INDETERMINADA
DI: 2 COPIAS
Factura: 002-003-000000812
J.P.

En la ciudad de Echeandía cabecera Cantonal del mismo nombre, provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy cuatro de junio del año dos mil veinticuatro, ante mi **Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Primero del Cantón Echeandía (Encargado)**, según acción de personal número 1255-DP02-2023-CJG, comparece el señor **CARRERA RECALDE JONATHAN JAVIER,** de estado civil soltero, domiciliado en el Cantón Echeandía, Provincia de Bolívar, celular: (0982812289) y correo electrónico: carrerarecalde2997@gmail.com, por sus propios derechos. El compareciente declara ser de nacionalidad ecuatoriano, mayor de edad, hábil en derecho para contratar y contraer obligaciones, 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 del Registro Civil y de conformidad a lo dispuesto en el artículo setenta y cinco de la ley orgánica de gestión de identidad y datos civiles, autorizo incorporar en este Acto, certificado electrónico de datos de identidad ciudadana. Advertido el compareciente por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, que a celebrarla procede, libre y voluntariamente, sin coacción ni amenazas, me presenta su declaración Bajo Juramento que dice: Declaro que el trabajo de investigación titulado: **CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE CEBADA CUBIERTA (Hordeum vulgare L.) EN EL TERCER AÑO DE EVALUACIÓN.** Previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo en 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 incluyen han sido consultadas por el autor. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA.** La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para la celebración y otorgamiento de la presente escritura se observaron los preceptos legales que el caso requiere y leída que le fue por mí, el Notario a la compareciente aquella se ratifica en la aceptación de su contenido y en unidad de acto firma conmigo, y se incorpora al protocolo de esta Notaría la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

CARRERA RECALDE JONATHAN JAVIER.
C.C. 0202233748.

ABG. HENRY ROJAS NARVAEZ.
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN ECHEANDIA (E).

El Nota...

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Proyecto cebada cubierta Javier Carrera-II REV-4 (1).pdf

AUTOR

Jonathan Javier Carrera Recalde

RECUENTO DE PALABRAS

13406 Words

RECUENTO DE CARACTERES

78960 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

74 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.7MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 6, 2024 8:05 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

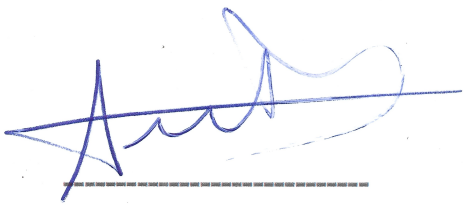
Jun 6, 2024 8:06 AM GMT-5

9% 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
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Resumen



Dra. Andrea Román Ramos

TUTORA

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación titulado caracterización agronómica de cinco accesiones de cebada cubierta en el tercer año de evaluación está dedicado con mucho amor a mi madre Laura Marisol Recalde Chicaiza que supo apoyarme en todo momento con su presencia, cariño y amor estando siempre en mi corazón en cada momento ya que no estás aquí en este mundo, induciéndome con sus palabras de amor y de motivación a que le dé su mayor orgullo el verme un profesional, a mi querido padre José Vicente Carrera Calero que estuvo a mi lado siempre dándome fuerza de voluntad, sus consejos de lucha y perseverancia fomentándome a ser mejor cada día para que culmine mi educación, a mi amada esposa Melany Jimena Laje Guerra que estuvo en todo momento con su apoyo incondicional siendo mi compañera, amiga y confidente gracias por llegar a mi vida a mi hija Alaya Marlid Carrera Laje por haber llegado a mi vida y estar en el proceso de culminación de mi carrera siendo el motor que me impulso a seguir adelante y ser mejor cada día y a toda mi familia mis más sincero agradecimiento a los nombrados ya que son las personas más importantes en mi vida al ser parte de mi formación profesional.

Javier

AGRADECIMIENTO

Estoy muy agradecido con Dios por haberme concedido el privilegio de lograr mi objetivo de culminar mi educación y graduarme de Ingeniero Agrónomo, a mi madre Laura Marisol Recalde Chicaiza y mi padre José Vicente Carrera Calero que me apoyaron en todo monto e inculcarme buena educación motivándome a que siga estudiando y sea un profesional a mi esposa Melany Jimena Laje Guerra que supo acompañarme, motivarme que culmine mis estudios siendo paciente y ayudándome moralmente en todo momento, a mi querida Universidad Estatal de Bolívar por permitirme formar parte en mi formación profesional, a mi esfuerzo, perseverancia y dedicación logrando mi objetivo que me plantee hace años atrás, agradecer a mis profesores que compartieron sus conocimientos en la vida cotidiana, laboral y profesional siendo un ejemplo a seguir. A todos los mencionados, mis más sinceros agradecimientos por formar parte de la investigación que se realiza en cebada cubierta contribuyendo a descubrir una nueva variedad que sea productiva en la zona agroecológica en estudio.

Javier

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO **Pag.**

CAPÍTULO I 1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2. PROBLEMA 3

1.3. OBJETIVOS 4

1.3.1. Objetivo general 4

1.3.2. Objetivos específicos 4

1.4. HIPÓTESIS 5

CAPÍTULO II 6

2. MARCO TEÓRICO 6

2.1. Origen 6

2.2. Taxonomía 6

2.3. Descripción botánica 7

2.3.1. Planta 7

2.3.2. Raíz 7

2.3.3. Tallo 7

2.3.4. Hojas 7

2.3.5. Flores 7

2.3.6. Inflorescencia 7

2.3.7. Semilla 8

2.4. Etapas de la cebada 8

2.4.1. Germinación 8

2.4.2. Crecimiento de la plántula 8

2.4.3. Macollamiento 9

2.4.4. Desarrollo del grano y maduración 9
2.5. Requerimientos 9
2.5.1. Clima 9
2.5.2. Pluviosidad 9
2.5.3. Temperatura 9
2.5.4. Altitud 10
2.5.5. Suelo 10
2.6. Manejo técnico del cultivo 10
2.6.1. Preparación del suelo 10
2.6.2. Siembra 10
2.6.3. Control de malezas 10
2.6.4. Fertilización 11
- Nitrógeno 11
- Fósforo 11
- Potasio 11
2.6.5. Riego 11
2.6.6. Cosecha 12
2.7. Plagas 12
2.7.1. Chizas o gallina ciega *(**Phyllophaga* **spp**.*)* 12
2.7.2. Pulgón verde *(**Schizaphis graminum**)* 12
2.7.3. Pulgón amarillo (***Melanaphis sacchari*** **Zehntner***)* 13
2.7.4. Gorgojo de la espiga (***Alphitabius diaperinus*** **Panzer***)* 13
2.7.5. Gorgojo del grano *(**Sitophilus granarius**)* 13
2.8. Enfermedades 13
2.8.1. La roya del tallo (***Puccina graminis***) 13
2.8.2. La roya amarilla (***Puccinia striiformis)*** 14

2.8.3. Roya de la hoja ***(Puccinia hordei)*** 15

2.8.4. Fusarium ***(Fusarium graminearum)*** 16

2.8.5. Virus del enanismo amarillo ***(*Barley yellow dwarf Virus, BYDV*)*** 16

2.8.6. Manchas foliares ***(Helminthosporium teres)*** 17

2.8.7. Carbón ***(Ustilago nuda)*** 18

2.9. Mejoramiento genético de la cebada 18

2.10. INIAP - Cañicapa 2003 20

CAPÍTULO III 21

3. MARCO METODOLÓGICO 21

3.1. Ubicación de la investigación 21

- Localización de la investigación 21
- Situación geográfica y edafoclimática 21
- Zona de vida 21

3.2. Metodología 22

3.2.1. Material experimental 22

3.2.2. Factor en estudio 22

3.2.3. Tratamientos 22

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico. 22

3.2.5. Manejo del experimento 22

- Análisis físico y químico del suelo 22
- Preparación del suelo 23
- Distribución de las unidades experimentales 23
- Siembra 23
- Tapado de semillas 23
- Control de malezas 23
- Fertilización 23

- Control de plagas 23
- Cosecha 24
- Trilla 24
- Secado 24
- Aventado 24
- Almacenado 24

3.2.6. Métodos de evaluación (variable respuesta) 24

- Porcentaje de emergencia (PE) 24
- Vigor de la planta (VP) 24
- Habitó de crecimiento (HC) 25
- Días al espigamiento (DP) 25
- Altura de planta (AP) 25
- Tipo de paja (TP) 25
- Número de espigas por metro cuadrado (NEMC) 25
- Longitud de la espiga (LE) 26
- Número de granos por espiga (NGE) 26
- Severidad de enfermedades 26
- Rendimiento de grano (RG) 26
- Peso de mil granos (PMG) 26
- Peso hectolítrico (PH) 27
- Tipo de grano (TG) 27

3.2.7. Tipo de análisis 27

CAPÍTULO IV 28

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28

4.1.1. Variables agronómicas 28

4.1.2. Variables de enfermedad 30
4.1.3. Variables de rendimiento 33
4.1.4. Variables morfológicas 38
4.2. Análisis de correlación y regresión lineal 42
4.3. COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS 43
CAPÍTULO V 44
5.1. CONCLUSIONES 44
5.2. RECOMENDACIONES 45
BIBLIOGRAFÍA 46
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag
1	Resultados del análisis de varianza en las siguientes variables: Porcentaje de emergencia (PE), Altura de planta (AP), Días de espigamiento (DE).	28
2	Resultados del análisis de varianza en las siguientes variables: Severidad de manchas foliares (SVEMF), Severidad de roya (SEVRY), Severidad de fusarium (SEVFU).	30
3	Resultados del análisis de varianza en las siguientes variables productivas: Número de granos por espigas (NGE), Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), longitud de espigas (LE), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (PH), Peso de campo por parcela (PCP) y Rendimiento de grano (RG).	33
4	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) peso hectolítrico (PH) y peso de mil granos (PMG) que presentaron diferencias significativas positivas o negativas en relación al rendimiento (variable dependiente Y).	42

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Medias para la altura de la planta (AP) en cinco accesiones de cebada cubierta.	29
2	Medias para la severidad de manchas foliares (SVEMF) en cinco accesiones de cebada cubierta.	31
3	Medias para la severidad de roya (SEVRY) en cinco accesiones de cebada cubierta.	32
4	Medias para el número de granos por espigas (NGE) en cinco accesiones de cebada cubierta.	34
5	Medias para la longitud de espigas (LE), en cinco accesiones de cebada cubierta.	35
6	Medias para el peso de mil granos (PMG), en cinco accesiones de cebada cubierta.	36
7	Medias para el rendimiento de grano (RG), de cinco accesiones de cebada cubierta	37
8	Análisis de frecuencia en el vigor de planta (VP), en cinco accesiones de cebada cubierta.	38
9	Análisis de frecuencia para el tipo de grano (TG), en cinco accesiones de cebada cubierta.	39
10	Análisis de frecuencia para el tipo de paja (TP), en cinco accesiones de cebada cubierta.	40
11	Análisis de frecuencia para el hábito de crecimiento (HC), en cinco accesiones de cebada cubierta	41

ÍNDICE DE ANEXOS

N° **Detalle**

1 Mapa de la ubicación del ensayo

2 Croquis del ensayo

3 Base de datos de las variables agronómicas evaluadas

4 Fotografías

5 Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La cebada es uno de los cereales más antiguos y ampliamente cultivados en todo el mundo. La productividad de cebada en la provincia Bolívar, presenta una fuerte presión por los efectos del cambio climático sobre los agro ecosistemas, incidiendo en la baja productividad y rentabilidad de este cultivo, por este motivo el presente trabajo de investigación se estableció para caracterizar cinco accesiones de cebada cubierta. Los objetivos de este estudio fueron: i) Identificar las accesiones con mejor resistencia o tolerancia a manchas foliares. ii) Evaluar la respuesta productiva de las accesiones de cebada introducidas a esta zona agroecológica. iii) Seleccionar las accesiones de cebada, que respondan de mejor manera en la zona agroecológica en estudio. Los tratamientos en estudio fueron las accesiones de cebada cubierta de años anteriores. El diseño del experimento fue de bloques completo al azar (DBCA) con tres repeticiones. Los análisis realizados fueron varianza seguido de la prueba de Tukey al 5% para comparar medias de los tratamientos, además, un análisis de correlación y regresión lineal simple. Las variables agronómicas que presentaron significancia fueron: altura de planta (AP), severidad de manchas foliares (SVEMF), severidad de roya (SEVRY), número de granos por espigas (NGE), longitud de espigas (LE) y el peso de mil granos (PMG). Los resultados demostraron que las características agronómicas de cinco accesiones de cebada cubierta fueron altamente significativas en la variable (SVEMF), observando que las accesiones CD-19-013 y CD-19-004 con una menor severidad, lo que indican que presentan cierta resistencia al ataque de estas enfermedades, estas mismas accesiones presentan un rendimiento con rangos de 3227.4 a 3215.7 kg ha^{-1} respectivamente, siendo las mejores en la zona agroecológica en estudio.

Palabras claves: genotipo, rendimiento, malta, cerveza, germoplasma.

SUMMARY

Barley is one of the oldest and most widely cultivated cereals in the world. The productivity of barley in the Bolívar province had been under strong pressure due to the effects of climate change on agro ecosystems, affecting low productivity and profitability of this crop. Therefore, this research work was established to characterize five accessions of covered barley. The objectives of this study were: i) Identify the accessions with the best resistance or tolerance to leaf spots. ii) Evaluate the productive response of barley accessions introduced to this agroecological zone. iii) Select the barley accessions that respond best in the agroecological zone under study. The treatments under study were accessions of covered barley from previous years. The experimental design was a randomized complete block design (DBCA) with three repetitions. The analyzes carried out where variance analyzes followed by the Tukey test at 5% to compare means of the treatments, in addition to a correlation analyze and simple linear regression. The agronomic variables that showed significance were: plant height (AP), leaf spot severity (SVEMF), rust severity (SEVRY), number of grains per spike (NGE), spike size (LE) and the weight of a thousand grains (PMG). The results showed that the agronomic characteristics of five accessions of covered barley were highly significant in the variable (SVEMF), observing that the accessions CD-19-013 and CD-19-004 with a lower severity, which indicates that they present some resistance to the attack of these diseases, these same accessions present a yield of 3227.4 to 3215.7 kg ha^{-1} respectively, being the best in the agroecological zone under study.

Key words: genotype, yield, malt, beer, germplasm.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La cebada (***Hordeum vulgare* L.**) es el cereal cultivado más antiguo originario de Asia. Este cereal se adapta a diversos tipos de suelos por lo que es mundialmente cultivado (Bernardi, 2018).

En el 2022, el departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) proyectó que la Producción Mundial de Cebada 2022/2023 alcanzó los 149.53 millones de toneladas, cerca de 0.53 millones de toneladas más que la proyección del 2022. Los países con mayor producción de son los de la Unión Europea con más de 51 millones de toneladas métricas, mientras que países como Arabia Saudita, Japón y China son los mayores consumidores de este cereal (Coltan, 2022).

En el Ecuador la cebada es considerada un rubro para la seguridad alimentaria ya que es cultivada principalmente en sistemas agrícolas de subsistencia por lo que su producción en su mayoría es para autoconsumo En la actualidad a nivel nacional la superficie dedicada al cultivo de cebada es de 11115 hectáreas con una producción anual de 14107 toneladas debiendo indicar que las importaciones alcanzaron las 37 mil toneladas por año (INIAP, 2020).

Las principales provincias productoras de cebada en el Ecuador son: Chimborazo que cuenta con 6632 hectáreas, seguido de Pichincha con 3735 hectáreas, Carchi posee 2316 hectáreas, Cotopaxi con 2144 hectáreas e Imbabura con 1931 hectáreas de producción (Galarza, 2021). En la provincia Bolívar la producción de cebada alcanza las 121 hectáreas, con un promedio estimado de 100.8 Tm ha^{-1} (Soto, 2022).

La cebada es utilizada para la alimentación de animales y para la alimentación de humanos. Es un cereal rico en proteínas, fibra y vitaminas. Siendo importante en la agroindustria para la elaboración de cerveza y el whisky en diversas formas (FIATC, 2019).

En Bolívar la Dirección Provincial Agropecuaria de Bolívar ha fomentado el cultivo de 100 hectáreas de cebada variedad INIAP Cañicapac y 21 hectáreas

variedad Scarlet en la parroquia La Asunción, cantón San José de Chimbo ya que esta gramínea es una gran alternativa para cambiar el monocultivo, lo que ayudaría a mejorar la economía (Escobar, 2022).

El programa de Cereales del INIAP anualmente genera entre 50 y 100 nuevos cruzamientos con el objeto de generar germoplasma mejorado con características deseables estas son denominadas accesiones. Las principales fuentes de variabilidad genética para la selección de parentales son la Colección Nacional y el material mejorado del Programa de Cereales, así como las introducidas. Empleando esta técnica se han generado tres nuevas variedades mejoradas adaptadas a las condiciones de la Sierra ecuatoriana (Coronel, 2020).

1.2. PROBLEMA

La producción de cebada en el Ecuador no satisface ni cubre las demandas necesarias para el consumo la industria. La baja productividad del cultivo de cebada, está condicionada por la falta de variedades adecuadas para la zona agro-ecológica en estudio, sumado al desinterés de las personas para cultivar este cereal teniendo en cuenta la demanda de esta gramínea por parte de la industria alimenticia y cervecera generado un desabastecimiento en el mercado local y nacional.

La productividad de cebada en la provincia Bolívar en general, presenta una fuerte presión por los efectos del cambio climático sobre los agro ecosistemas, incidiendo en la baja productividad y rentabilidad de este cultivo; además, las variedades existentes, presentan baja resistencia o tolerancia a enfermedades como (***Puccinia sp.***)**,** manchas foliares causadas por (***Helminthosporium* sp**.) o carbón causado por **(*Ustilago nuda)*.**

El desinterés político en la agricultura por parte de los gobiernos de turno, limita la investigación para la validación y generación de materiales con características promisorias, que permitan de alguna manera contribuir al mejoramiento y sostenibilidad del sistema de producción de cebada en nuestra localidad y país, siendo necesario buscar alternativas, como accesiones de cebada anualmente para ser liberadas como variedad de esta manera mejorar la producción y calidad de la cebada, buscando obtener una respuesta agronómica y productiva que cubra los requerimientos de los productores y consumidores a nivel local, regional y nacional.

Por esta razón se llevó a cabo esta investigación, para evaluar las características morfológicas y agronómicas de la cebada cubierta, en su tercer año de evaluación, midiendo la taza del rendimiento y la reacción a enfermedades de las diferentes accesiones en estudio para determinar cuál es la más idónea agroecológicamente en el Laguacoto III.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Caracterizar agronómicamente cinco accesiones de cebada cubierta del INIAP, en el tercer año de evaluación.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las accesiones con mejor resistencia o tolerancia a manchas foliares.
- Evaluar la respuesta productiva de las accesiones de cebada introducidas a esta zona agroecológica.
- Seleccionar las accesiones de cebada, que respondan de mejor manera en la zona agroecológica en estudio.

1.4. HIPÓTESIS

H_0: La respuesta agronómica del cultivo de cebada cubierta no depende de la accesión empleada.

H_1: La respuesta agronómica del cultivo de cebada cubierta depende de la accesión empleada.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

La cebada (***Hordeum vulgare*** **L.**) es una planta diploide, monoica y autógama, perteneciente a la familia Poaceae. Se han encontrado restos arqueológicos en la región del Creciente Fértil, Mesopotamia que datan de 8000 años AC. Por tal razón se cree que es el grano de cultivo con mayor antigüedad de originario en Asia. Se encuentra representada por dos ecovariedades: ***Hordeum distichum****,* también conocida como cebada cervecera, y ***Hordeum vulgare****,* nominada cebada forrajera.

Debido a su amplia adaptación agroecológica se cultiva comúnmente en zonas templadas, como cultivo de verano, y en zonas tropicales, como cultivo de invierno (Velasco, 2020).

2.2. Taxonomía

Reino	Plantae – Plantas
Subreino	Tracheobionta – Plantas vasculares
Súper división	Spermatophyta
División	Magnoliaphyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Genero	*Hordeum*
Especie	*vulgare*
Nombre científico	*Hordeum vulgare* L.
Nombre común	Cebada

Fuente: INIAP (2019)

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Planta

La cebada, es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las poaceas (gramíneas) (Cacerez, 2018).

2.3.2. Raíz

La raíz de la planta de cebada es fasciculada y formada por raíces primarias y secundarias. Las raíces primarias se forman por el crecimiento de la radícula y desaparecen en la planta adulta, época en la cual se desarrollan las raíces secundarias desde la base del tallo con diversas ramificaciones (Barley, 2018).

2.3.3. Tallo

El tallo es erecto, grueso, cilíndrico y hueco por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son ligeramente más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos; éstos son gruesos. La altura del tallo depende de las variedades sin embargo su media oscila entre 0.50 a un metro (Farrez, 2019).

2.3.4. Hojas

Las hojas de las plantas de cebada son más largas y de un color más claro que las de trigo, siendo en general glabras y rara vez pubescentes; su ancho varía entre 5 y 15 mm (Vera, 2019).

2.3.5. Flores

Dispuesta de tres estambres, un pistilo y dos estigmas, se caracteriza por ser autógama abriendo sus flores luego de auto fecundarse, siendo esta característica de gran importancia para la preservación de sus caracteres propios (Pozo, 2020).

2.3.6. Inflorescencia

En el caso de la cebada, esta espiga consta de tres espiguillas por articulación del raquis y una sola flor por espiguilla la cual se encuentra envuelta por dos glumillas denominadas lema y pálea. La espiguilla está flanqueada por las dos glumas,

uniéndose al eje principal de la inflorescencia o raquis. De acuerdo si es de dos y cuarto hileras algunas de sus espiguillas son estériles, también se presentan como abortos florales, mientras que en la cebada común todas las espiguillas son fértiles (Ruiz, 2019).

2.3.7. Semilla

Denominada también cariópside la cual consta de pericarpio y testa, posee una longitud de 6.0 a 9.5 mm, un ancho de 2.5 y 3.0 mm y un peso específico de 67.99 kg ha^{-1} (Cisneros, 2018).

2.4. Etapas de la cebada

2.4.1. Germinación

La emergencia se producirá entre los 5 a 10 días según la temperatura y humedad del suelo. La temperatura mínima para la germinación de la cebada es 1 a 2 grados centígrados. Después de que la semilla absorbe humedad, emerge la raíz primaria (radícula). La radícula crece hacia abajo, proporcionando anclaje y absorción de agua y nutrientes y eventualmente desarrolla ramificaciones laterales. En conjunto las raíces formadas a nivel de la semilla forman el sistema radicular seminal. Estas raíces se convierten en altamente ramificadas y permanecen activas durante la temporada de crecimiento. Después de que la radícula emerge de la semilla, sale el primer brote principal de hojas que está dentro del coleóptilo (una vaina de la hoja que encierra la planta embrionaria), el cual sirve como protección al penetrar el suelo. Por lo tanto, la profundidad de siembra no debe exceder la longitud que puede crecer el coleóptilo, generalmente no más de 7.5 cm (Ponce, 2020).

2.4.2. Crecimiento de la plántula

Una vez que la plántula ha emergido, el coleóptilo deja de alargarse y aparece la primera hoja verdadera. Las hojas aparecen cada 3 a 5 días dependiendo de la variedad y las condiciones ambientales. De ocho o nueve hojas normalmente se forman en el tallo principal, en variedades con maduración tardía generalmente se forman más hojas (Campaña, 2020).

2.4.3. Macollamiento

El macollamiento (tallos secundarios) aparecen de las yemas axilares del primer tallo. El número de macollos por planta es influenciado por la densidad y la genética del cultivar, así como también de factores ambientales (Macas, 2018).

2.4.4. Desarrollo del grano y maduración

El período de maduración ocurre cuando las hojas maduras envejecen progresivamente y poco a poco las de toda la planta secándose hasta su plena madurez, cuando el grano está maduro. En esta etapa corresponde a la acumulación de almidón en los granos producto de la actividad fotosintética, lo cual depende del clima y contenido de nitrógeno (Romero, 2021).

2.5. Requerimientos

2.5.1. Clima

Se desarrolla en climas templados, tiene una mejor adaptabilidad en climas frescos y ligeramente secos (Lara, 2018).

2.5.2. Pluviosidad

Para el crecimiento adecuado de la cebada es necesario una precipitación idónea para que las semillas se puedan desarrollar de una manera correcta, dentro de estas las fuentes principales de agua son las provenientes de las lluvias, ríos, riachuelos. La precipitación adecuada para la cebada está en un rango de 240 a 1100 mm, dependiendo también de la variedad genotípica (Growin, 2021).

2.5.3. Temperatura

La temperatura adecuada para un desarrollo idóneo de la cebada va desde los 11 a 18°C, este es un factor muy importante ya que determina la fase de crecimiento de está, soportan de gran manera las temperaturas variadas durante las primeras etapas de su desarrollo, la fase de germinación se produce a una temperatura de 6°C mientras que la florescencia se produce a los 16°C y la maduración a 20 °C. Esta gramínea puede llegar a soportar temperaturas de hasta -10°C (Ramírez, 2018).

2.5.4. Altitud

Para su desarrollo necesita una altitud que va desde los 1800 a 3800 msnm, pero la mayor producción se localiza desde los 2400 a 3300 msnm (Llanos, 2018).

2.5.5. Suelo

Se desarrolla de mejor manera en suelos con textura arenosa, además que cuenten con un adecuado drenaje y un pH comprendido entre 6.5 y 7.5. Tiene poca adaptabilidad en suelos extremadamente arcillosos, no obstante, los suelos que poseen una textura media ayudan a un buen desarrollo radicular siendo aptos para este cultivo (Calvo, 2020).

2.6. Manejo técnico del cultivo

2.6.1. Preparación del suelo

Para una producción adecuada el suelo debe ser ligeramente fino y firme para que maximice el contacto de la semilla con el suelo húmedo, ya que de este modo se tendrá una germinación uniforme.

2.6.2. Siembra

Se la realiza al inicio de la época de lluvias, planificado que la cosecha coincida con la época seca. Una adecuada humedad del suelo garantiza una buena germinación de la semilla. El método manual al voleo es la forma más común de siembra en la sierra ecuatoriana, la siembra mecanizada es poco frecuente. La profundidad de siembra también es importante a ser considerado, a no más de 5 cm de profundidad (Garofalo, 2018). La cantidad de semilla independiente de la técnica usada para la siembra manual o mecanizada es de 150 kg ha^{-1} (Molina, 2022).

2.6.3. Control de malezas

La mejor manera de controlar las malezas es una preparación oportuna y adecuada del suelo antes de la siembra. Si existe gran cantidad de gramíneas (kikuyo o grama) se recomienda aplicar glifosato en dosis de 2 L ha^{-1}, antes de la preparación del terreno. Una vez establecido el cultivo, el control de malezas de hoja ancha se puede

realizar de dos maneras: control manual, cuando no son muchas las malezas presentes en el lote y se dispone de mano de obra; y Control químico, para ello se recomienda emplear un herbicida específico para hoja ancha como el metsulfuron-metil, en una dosis de 30 g ha^{-1} (Uñate, 2022).

2.6.4. Fertilización

El proceso de fertilización es realizado con la finalidad de mineralizar el área de cultivo por consiguiente a esta operación se brinda los nutrientes necesarios para el correcto desarrollo de las plantas, entre los nutrientes que la planta absorbe durante el proceso de mineralización están el fósforo, potasio y nitrógeno (González, 2018).

a) Nitrógeno

Es por ello por lo que el uso de fertilizantes nitrogenados mejora la producción de macollos y el peso de las panojas, aumentando el rendimiento y la proteína del grano. No obstante, un exceso de nitrógeno induce un mayor desarrollo vegetativo y una mayor altura, lo que aumenta el acame. La disponibilidad de nitrógeno depende principalmente del tipo de suelo, contenido de materia orgánica, fertilización del cultivo anterior y de la rotación de cultivos, se utiliza una dosis de 60 kg ha^{-1} (Polo, 2018).

b) Fósforo

Cuando la disponibilidad de fósforo es baja se utiliza la dosis de 60 kg ha^{-1}, la fertilización con este nutriente beneficia la producción de grano (Cisneros, 2018).

c) Potasio

Respecto al potasio es necesario aplicar 30 kg ha^{-1} siendo esencial para el crecimiento de la planta ayudando en el peso y tamaño de los granos (PROAIN, 2020).

2.6.5. Riego

Durante la fase emergente de la espiga, el uso del agua se incrementa hasta 7-8 mm por día (en condiciones ideales). Durante la fase de crecimiento reproductivo, las

necesidades y el consumo de agua siguen siendo elevados. Después de la fase de espigado, la cebada seguirá utilizando de 7 a 8 mm por día de agua hasta la fase de floración y maduración en condiciones de crecimiento ideales (Peréz, 2022).

2.6.6. Cosecha

La cosecha se realiza cuando haya alcanzado su madurez, siendo un cultivo de la serranía y debido al relieve de los suelos la labor se la realiza con la utilización de hoces con la finalidad de cortar las espigas para poder formar gavillas, siendo estas agrupadas en grandes montículos para poder conservar sus granos y finalmente someterse a un proceso de trilla. Para minimizar las pérdidas y evitar el desgrane, al momento de trillas el grano debe contener un porcentaje de humedad de aproximadamente el 15% (Castillo , 2020).

2.7. Plagas

2.7.1. Chizas o gallina ciega *(Phyllophaga* spp.*)*

Las larvas de coleópteros de la familia Melolonthidae, las larvas bien desarrolladas destruyen todo el sistema de raíces de la planta en el transcurso de unos cuantos días, por lo que su control depende de umbral de daño económico.

Estos son controlados con insecticidas como: los cloripifos aplicando 1 mL por L de agua.

2.7.2. Pulgón verde *(Schizaphis graminum)*

Son insectos de la familia Aphididae de orden Hemíptera produce ataque al cultivo en los primeros estadios, desde el de plántula hasta encañazón, ocasionando daños severos en las hojas al introducir saliva toxica en los tejidos vegetales por medio de sus estiletes bucales, provocando muerte parcial o total de la hoja, principalmente ante condiciones extremas del clima como la sequía y el frio con ligeras lluvias.

Para el control se aplica dimetoato en dosis de 0.5 mL por L de agua.

2.7.3. Pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari* Zehntner*)*

Son insectos de la familia Aphididae de orden Hemíptera, produce ataque al cultivo tan pronto como emerge la plántula, pero las infestaciones significativas se presentan durante las últimas etapas de crecimiento y en períodos secos con ligeras lluvias.

Para su control se aplica dimetoato y de esta forma, además, se controla el pulgón de la espiga en dosis de 0.75 mL por L de agua.

2.7.4. Gorgojo de la espiga (*Alphitabius diaperinus* Panzer*)*

Insecto de la familia Curculionidae de orden Coleóptera que producen daño a la vaina por sus picaduras impidiendo la salida de la panícula, llega a producir esterilidad en las flores.

Su control es con clopirifos en dosis de 1 mL por L de agua.

2.7.5. Gorgojo del grano *(Sitophilus granarius)*

Insecto de la familia Curculionidae de orden Coleóptera que producen daño este altera la características biológicas y físicas de la semilla cuando está en almacenamiento.

Se controla con gastoxin una pastilla por saco (Lozada, 2017).

2.8. Enfermedades

2.8.1. La roya del tallo (*Puccina graminis*)

a) Taxonomía

Phylum: Pucciniales

Clase: Pucciniomycetes

Género: Puccinia

Especie: *graminis*

Nombre científico: *Puccina graminis*

b) Síntomas y signo de la enfermedad

Se presenta como manchas grandes de color ladrillo en el tallo, que se tornan negras a la madurez, esta impide la formación de los granos en la panoja (Vajaña, 2018).

c) Condiciones predisponentes

Condiciones ambientales favorables temperaturas óptimas entre 20ºC o más con rocío o agua libre por no menos de 6 horas, en 10-15 días se produce la primera generación de uredosporas, y a medida que la planta madura se forman masas negras de teliosporas.

d) Manejo de la enfermedad

Se recomienda la aplicación de fungicidas estrobilurinas + triazoles de acuerdo con el umbral de daño económico, aplicando propiconazole en dosis de 1 mL por L de agua (Vajaña, 2018).

2.8.2. La roya amarilla (*Puccinia striiformis)*

a) Taxonomía

Phylum: Pucciniales

Clase: Pucciniomycetes

Género: Puccinia

Especie: *striiformis*

Nombre científico: *Puccina striiformis*

b) Síntomas y signo de la enfermedad

Ataca tanto al follaje como a las espigas. Se caracteriza por su color amarillo y crecimiento rectilíneo o estriado en dirección de las nervaduras de las hojas (Durango, 2019).

c) Condiciones predisponentes

Condiciones ambientales favorables, temperaturas entre 10 y 15 °C y agua durante por lo menos 6 horas.

e) Manejo de la enfermedad

Utilizar oxicloruro de cobre 4 g por L de agua (Durango, 2019).

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

a) Taxonomía

Phylum: Pucciniales

Clase: Pucciniomycetes

Género: Puccinia

Especie: *hordei*

Nombre científico: *Puccina hordei*

b) Síntomas y signo de la enfermedad

Se caracteriza porque las pústulas tienen forma circular o ligeramente elíptica y su distribución no sigue ningún patrón el color de las pústulas fluctúa entre el anaranjado y el café anaranjado (Meléndez, 2018).

c) Condiciones predisponentes

Condiciones ambientales favorables temperaturas óptimas entre 15-20ºC con rocío o agua libre por no menos de 6 horas (Meléndez, 2018).

d) Manejo de la enfermedad

Se recomienda aplicar, propiconazole dosis de 2 mL por L de agua (Meléndez, 2018).

2.8.4. Fusarium *(Fusarium graminearum)*

a) Taxonomía

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Género: *Fusarium*

Especie: *graminearum*

Nombre científico: *Fusarium graminearum*

b) Síntomas y signo de la enfermedad

Puede ser causada por varias especies del hongo las cuales infectan a los principales componentes de las espigas: partes florales, glumas, granos y raquis de cebada produciendo un blanqueamiento prematuro en las espiguillas o espigas infectadas, cuando los síntomas están más desarrollados se puede observar masas de esporas y micelio rosado que también se evidencian en los granos cosechados los cuales pierden su peso y forma (Villares, 2020).

c) Condiciones predisponentes

Condiciones ambientales favorables clima húmedo por más de 48 horas y con altas temperaturas, coincidiendo con los estadios de antesis extendiéndose hasta la formación de grano lechoso, pastoso (Villares, 2020).

d) Manejo de la enfermedad

Se recomienda utilizar tebuconazol en dosis de 1.25 mL por L de agua (Villares, 2020).

2.8.5. Virus del enanismo amarillo *(*Barley yellow dwarf Virus, BYDV*)*

Causada por virus que son diseminados mediante un vector, es este caso por pulgones de varias especies y puede producir enanismo por la falta de elongación

de los entrenudos, pérdida de color de las hojas que se extiende desde el ápice y por los márgenes hacia la base.

Se recomienda utilizar acephate en dosis de 1 g por L de agua para controlar el insecto vector (Navarro, 2019)

2.8.6. Manchas foliares *(Helminthosporium teres)*

a) Taxonomía

Phylum: Ascomycota

Clase: Oculoascomycetes

Género: *Helminthosporium*

Especie: *teres*

Nombre científico: *Helminthosporium teres*

b) Síntomas y signo de la enfermedad

Los síntomas se presentan en las hojas inferiores como manchas de color amarillo pajizo, luego en la parte superior se presentan manchas de forma ovalada, de color amarillo verdoso o gris verdoso (Vallejo, 2018).

c) Condiciones predisponentes

Condiciones ambientales favorables por lo general las manchas foliares, se presentan cuando el clima es fresco (10- 15°C) y prolongadamente húmedo y nublado. Altas precipitaciones seguidos de días parcialmente nublados, favorecen el desarrollo de la enfermedad (Vallejo, 2018).

d) Manejo de la enfermedad

Se recomienda aplicar, propiconazole en dosis de 2 mL por L de agua (Vallejo, 2018).

2.8.7. Carbón *(Ustilago nuda)*

a) Taxonomía

Phylum: Basidiomycota

Clase: Ustilaginomycetes

Género: *Ustilago*

Especie: *nuda*

Nombre científico: *Ustilago nuda*

b) Síntomas y signo de la enfermedad

comienza desde la época de la floración y se manifiesta antes que las espigas salgan de la vaina que la rodea. Las espigas infectadas salen antes que las demás y es fácilmente reconocible ya que la espiga es sustituida por una masa de esporas de carbón tipo hollín y su diseminación es básicamente mediante semilla infectada (Garófalo, 2019).

c) Condiciones predisponentes

condiciones ambientales favorables las condiciones ambientales son limitantes para la infección del patógeno. Las esporas germinan en condiciones de alta humedad (95% humedad relativa) y temperaturas entre 16-22 °C (Garófalo, 2019).

d) Manejo de la enfermedad

Se recomienda aplicar, propiconazole en dosis de 2 mL por L de agua (Garófalo, 2019).

2.9. Mejoramiento genético de la cebada

Según Ponce (2020), el INIAP mediante el Programa de Cereales se encargada del mejoramiento genético de diferentes variedades de semillas entre estas la cebada con alrededor de 1000 variedades con germoplasmas que presentan características altamente superiores, con lo cual se pretende satisfacer las necesidades de los

consumidores. Mediante el empleo de diferentes técnicas se ha logrado mejorar las características genéticas de la cebada, lo cual ha sido de gran ayuda para los agricultores a su vez se ha contribuido con la Seguridad y Soberanía Alimentaria.

Los principales métodos de mejoramiento genético son:

a) Adaptación

Se caracteriza por la intervención de la selección natural, donde el organismo se adapta al medio donde vive o perece.

b) Introducción de Germoplasma

Se base en la introducción de material genético externo para obtener germoplasma de alta calidad y adaptabilidad.

c) Hibridación o Cruzamientos

Se produce por la combinación de sus progenitores que poseen características especiales para generar una nueva línea con características previamente especificadas.

d) Mutaciones Inducidas

Provocadas por un agente externo a la planta, el cual ayuda a mejorar sus características y adaptabilidad a los diferentes medios.

e) Doble Haploides

Se producen una vez que sus células son expuestas a procesos de duplicación cromosómica ya sean estos espontáneos o inducidos por agentes químicos.

f) Selección

Existen diferentes formas para llevarlo a cabo pude ser de forma natural o artificial, en el cual está relacionado la variabilidad genética, la selección puede ser masal, individual, mixta o combinada, descendencia de una sola semilla, y asistida por marcadores.

2.10. INIAP - Cañicapa 2003

La cebada Cañicapa, es cultivada en Pichincha (387 ha), Chimborazo (360 ha), Imbabura (300 ha), Bolívar y Cañar (100 ha), Carchi (97 ha), Tungurahua (50 ha), Cotopaxi (32 ha), Loja (30 ha) y Azuay (15 ha). Incluyendo a las provincias de Cañar, Azuay y Loja entre los 2400 a 3200 msnm, con precipitaciones de 500 a 1000 mm distribuidas entre los meses de enero a mayo.

Esta variedad presenta características de un grano de color amarillo claro, grande con aleurona de color blanco, con alto contenido de proteína (13.99%), se la puede utilizar como forraje para alimentar ganado a los 60-70 días, y el ciclo a grano seco es de 150 a 160 días, dependiendo de la altitud; produce un muy buen grano, con un rendimiento harinero del 67%; produce harina y arroz de cebada de gran calidad.

De acuerdo a la información registrada se observa tolerancia: Estrés hídrico, enfermedades como royas, escaldadura y *Fusarium* sp., La siembra se realiza principalmente con maquinaria: 100 kg ha^{-1} de semilla certificada, pero también manual donde se utilizan: 136 kg ha^{-1} de semilla certificada. El rendimiento promedio es de 4 t ha^{-1} o 88 qq ha^{-1} (Noroña, 2022)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

a) Localización de la investigación

La presente investigación se realizó en la provincia de Bolívar del cantón Guaranda en la parroquia Veintimilla del sector Granja el Laguacoto III.

b) Situación geográfica y edafoclimática

Altitud Promedio	2622 msnm
Latitud	01º 36´ 52´´S
Longitud	78º 59´ 54´´W
Temperatura media anual	14.4°C
Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	7°C
Velocidad del viento	6 m/s
Precipitación media anual	780 mm
Heliofanía promedio	900/horas/luz/año

Fuente: (Laguacoto - INAMHI 2021).

c) Zona de vida

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

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

Cinco accesiones de cebada cubierta provenientes del banco de germoplasma del INIAP Santa Catalina.

3.2.2. Factor en estudio

Cinco accesiones de cebada cubierta

3.2.3. Tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
T1	JC1	Accesión CMU-19-001
T2	JC2	Accesión CMU-19-002
T3	JC3	Accesión CD-19-004
T4	JC4	Accesión CD-19-013
T5	CAÑICAPA	Variedad INIAP-CAÑICAPA 2003

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico.

Para este estudio se utilizó el diseño de bloques completo al azar (DBCA) con cinco tratamientos con tres repeticiones.

3.2.5. Manejo del experimento

a) Análisis físico y químico del suelo

Con la finalidad de identificar la calidad del suelo, el contenido de nutrientes y así poder brindar una fertilización adecuada, se realizó un análisis de suelo en los laboratorios del INIAP- Santa Catalina.

b) Preparación del suelo

Se realizó con la finalidad de dar un acondicionamiento a las parcelas utilizadas, para lo cual se pasó un arado y rastrado mecánico con el empleo de maquinaria agrícola de 8 a 15 días antes de la siembra.

c) Distribución de las unidades experimentales

Según el croquis establecido para el experimento, se distribuyó cada una de las unidades experimentales en donde se sembró las diferentes accesiones de cebada en cada una de sus repeticiones.

d) Siembra

Se ejecutó de forma manual al voleo, considerando una densidad de siembra de 150 kg ha^{-1}, posterior a esto, se tapó con la ayuda de rastrillos.

e) Tapado de semillas

Se procedió a tapar la semilla de cebada, con la ayuda de un azadón, tratando de no sobrepasar una profundidad de 2-4 cm. Con el fin de que las semillas no queden expuestas a daños ocasionados por la naturaleza, ni muy cubiertas.

f) Control de malezas

Este control se realizó al trascurrir 21 días posteriores a la siembra, se aplicó un herbicida post emergente selectivo (metsulfuron metil) en dosis de 10 g/ha^{-1}, mediante el empleo de una bomba tipo mochila.

g) Fertilización

La fertilización de base fue 250 kg ha^{-1} de 15-30-15 al momento de la siembra. Para la fertilización complementaria se empleó 100 kg/ha^{-1} de urea a los 30 y 45 días.

h) Control de plagas

Se procedió a realizar un monitoreo constante en cada una de las parcelas para verificar la presencia de plagas y proceder con el control de estas; empleando productos como acephate o cipermetrina en dosis de 250 cc por hectárea.

i) Cosecha

Una vez que el cultivo alcanzó su estado óptimo de madurez fisiológica, se procedió a realizar el corte con ayuda de una hoz de forma manual.

j) Trilla

Se realizó la trilla del cultivo de cebada con la ayuda de una trilladora. El grano se colocó en fundas de papel Kraft con su respectiva etiqueta.

k) Secado

Se colocó los granos en un tendal, hasta cuando el grano presentó humedad del 13%. La misma fue determinada con un medidor de humedad (Agratromix MT-16).

l) Aventado

Se aventó con la ayuda de la fuerza del viento, con el fin de eliminar las impurezas presentes en los granos de cebada.

m) Almacenado

Este proceso se realizó almacenando los granos en un lugar con excelente ventilación, seco y libre de animales, con el objetivo de cuidar y mantener un buen aspecto de los granos.

3.2.6. Métodos de evaluación (variable respuesta)

a) Porcentaje de emergencia (PE)

Variable que fue evaluada en porcentaje a los 15 días después de la siembra, por medio de una observación directa, en cada unidad experimental; estimado el área cubierta por las plantas.

b) Vigor de la planta (VP)

Se realizó por medio de una observación directa en cada parcela, guiados en la siguiente escala: 1: Bueno, plantas y hojas grandes, bien desarrolladas; 2: Regular, Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas; 3: Malo, plantas pequeñas y hojas delgadas **(**INIAP,2019).

c) Habitó de crecimiento (HC)

Este factor está relacionado con la forma en que crece la planta, básicamente en cuanto a la disposición de las hojas y tallos durante el desarrollo en etapas iniciales, para este parámetro se utilizó una escala de tres descriptores relacionados a la disposición de las hojas: 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 (INIAP, 2019)

d) Días al espigamiento (DP)

Dato que fue registrada en cada parcela, contando el número de días desde la siembra hasta cuando presentó espigamiento en más del 50% de las plantas de la parcela experimental.

e) Altura de planta (AP)

Se medió una vez que el cultivo presentó su madurez fisiológica, en 10 plantas al azar, en cada parcela neta, con la ayuda de un flexómetro se midió desde el cuello radicular hasta el ápice de la panoja y sus datos se expresaron en cm.

f) Tipo de paja (TP)

En cada parcela neta se observó la oposición del tallo de la planta, en relación con el acame, tomando a consideración la siguiente escala: 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 (INIAP, 2019).

g) Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)

Esta variable se determinó mediante conteo directo una vez que las espigas alcanzaron su madurez fisiológica, con la ayuda de un cuadrante de 1 metro cuadrado en cada unidad experimental.

h) Longitud de la espiga (LE)

Se procedió a medir el tamaño de las espigas, desde la base de la espiga hasta el ápice terminal, 10 espigas seleccionadas al azar por cada parcela, en la etapa de madurez comercial, con la ayuda de un flexómetro y sus datos se expresaron en cm.

i) Número de granos por espiga (NGE)

Se contabilizó el número de granos por espiga, mediante conteo directo en 10 espigas seleccionadas al azar, una vez alcanzado la fase de madurez fisiológica.

j) Severidad de enfermedades

En el caso de manchas foliares se usaron la escala de Horsfall and Barratt (1945). Para eso se observaron al azar 10 plantas de cada parcela neta evaluándose la cuarta hoja y hoja bandera en su etapa de desarrollo fenológico y madurez fisiológico. Los datos fueron expresados en porcentaje (%).

En el caso de roya amarilla se utilizó la escala de Cobb (1948). Para eso se seleccionaron al azar 10 plantas de cada parcela neta evaluándose la cuarta hoja y hoja bandera en su etapa de desarrollo fenológico y madurez fisiológico. Los datos fueron expresados en porcentaje (%).

k) Rendimiento de grano (RG)

Para obtener el rendimiento de grano se lo realizó después de la cosecha cuando el grano estuvo trillado y limpio se determinó el peso de cada unidad experimental, con la ayuda de una balanza analítica (ADAM; 2000 g). Estos datos fueron transformados para hectárea con un ajuste de la 13% de humedad; los datos se expresaron en kg ha^{-1}.

l) Peso de mil granos (PMG)

Se tomó una muestra al azar de 1000 granos por parcela neta, una vez que sea hayan realizado las labores de cosecha y limpieza, posteriormente se pesó en una balanza electrónica dato que fue expresado en gramos.

m) Peso hectolítrico (PH)

Se evaluó el peso hectolítrico con la ayuda de una balanza electrónica para peso hectolítrico, en cada unidad experimental y sus datos se expresaron en kg hL^{-1}; teniendo en cuenta que la humedad del grano no sobrepase el 14%.

n) Tipo de grano (TG)

Se determinó mediante observación directa, en cada parcela neta, una vez que los granos estén completamente secos, posterior a esto se clasificaron de acuerdo a la siguiente escala: 1: Grano excelente, grueso grande, amarillo o blanco; 2: Grano mediano, grueso, blanco o amarillo; 3: Grano pequeño, delgado, manchado, chupado (INIAP, 2019).

3.2.7. Tipo de análisis

a) Análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación	Grados de libertad	CME*
Bloques (r-1)	2	$\int^2 e + 5\int^2 bloques$
Accesiones (t-1)	4	$\int^2 e + \text{ø}^2 tratamientos$
Error experimental (r-1)*(t-1)	8	$\int^2 e$
Total (t * r)-1	14	

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

Luego de realizar el análisis de varianza se procedió hacer la separación de medias según la prueba de Tukey al 5% para comparar las medias de los tratamientos con la utilización del software estadístico Statistix 9. Además, se realizó un análisis de correlación y regresión lineal simple.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Variables agronómicas

Tabla 1

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

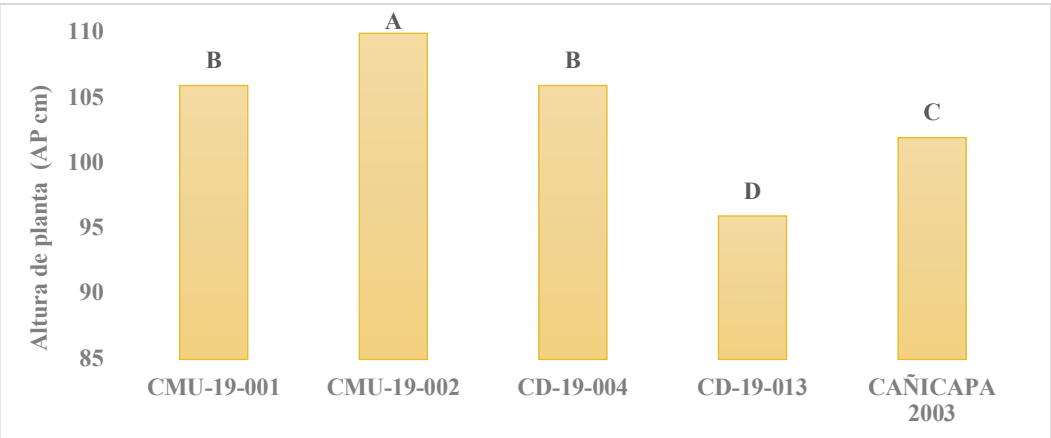
VARIABLES	GL	F	*p*-valor	CV %
PE	4	1.43 Ns	0.3088	2.46
AP	4	70.00 ***	0.0000	1.05
DE	4	1.20 Ns	0.0085	0
Error	14			

Nota: Significativo al ***p = 0.001; **p = 0.01; * p < 0.05; Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad.

De acuerdo al análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (PE) y días de espigamiento (DE) no fueron significativas $p > 0.05$, mientras que la variable altura de planta (AP), fue altamente significativa $p < 0.001$ (Tabla 1).

Figura 1

Medias para la altura de la planta (AP) de cinco accesiones de cebada cubierta.



Nota: Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey p < 0.05.

En cuanto a la altura de planta AP en las cinco accesiones de cebada cubierta se observaron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 1.05% lo que indica que los datos son confiables a nivel de campo (Tabla 1). El tratamiento que presentó el mayor promedio de altura entre las accesiones fue la CMU-19-002 con 110 cm, seguidos de las accesiones CMU-19-001 y CD-19-004 con 106 cm, mientras que la CD-19-013 con 96 cm y la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003 con 102 cm fueron las accesiones que registraron los promedios más bajos en la presente variable (Figura 1).

La altura de la planta fue influenciada por la humedad y la temperatura en la zona estudiada, así como por el régimen de fertilización nitrogenada la misma que estuvo compuesta de 250 kg ha^{-1} observándose diferencias para las accesiones CMU-19-002, CMU-19-001 y CD-19-004.

La altura de una planta está relacionada con varios factores, entre ellos, la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la temperatura óptima durante su ciclo de desarrollo, y el tipo de fertilización. Además, las horas luz adecuadas juegan un papel fundamental en este proceso. Es importante destacar que el crecimiento del tallo de cebada varía según la variedad, oscilando entre 90 y 115 cm (Calvo, 2020).

4.1.2. Variables de enfermedad

Tabla 2

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

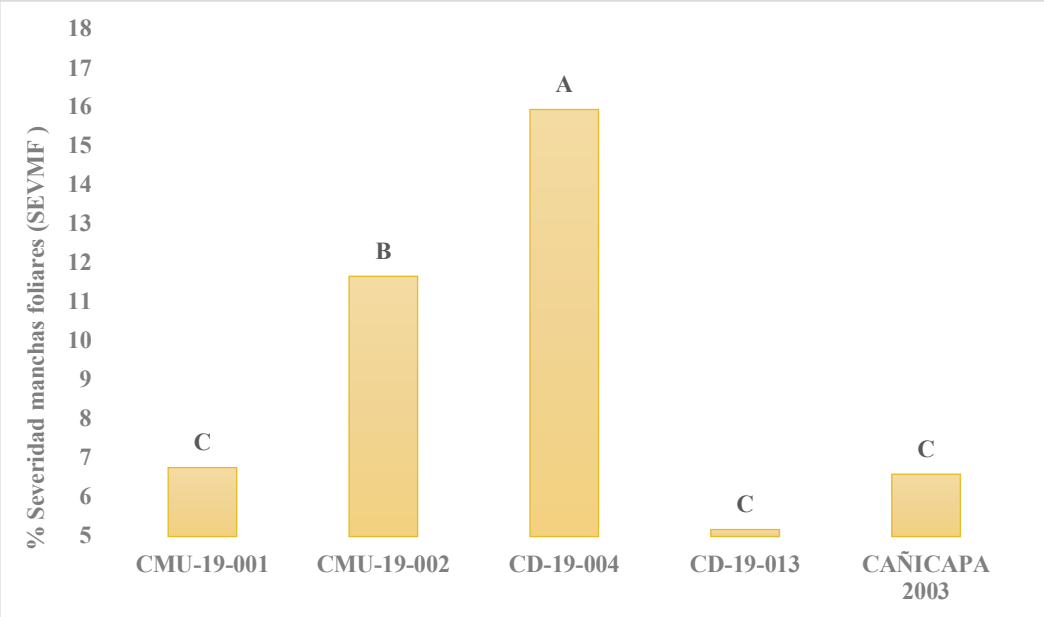
VARIABLES	GL	F	*p*-valor	CV %
SEVMF	4	31.24 ***	0.0001	15.06
SEVRY	4	1219.32 ***	0.0000	2.47
Error	14			

Nota: Significativo al ***p = 0.001; **p = 0.01; * p < 0.05; Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad.

De acuerdo al análisis de varianza para severidad de manchas foliares (SEVMF) y severidad de roya (SEVRY), la respuesta fue altamente significativas $p < 0.001$ (Tabla 2).

Figura 2

Medias para la severidad de manchas foliares (SEVMF) de cinco accesiones de cebada cubierta.



Nota: Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey p < 0.05.

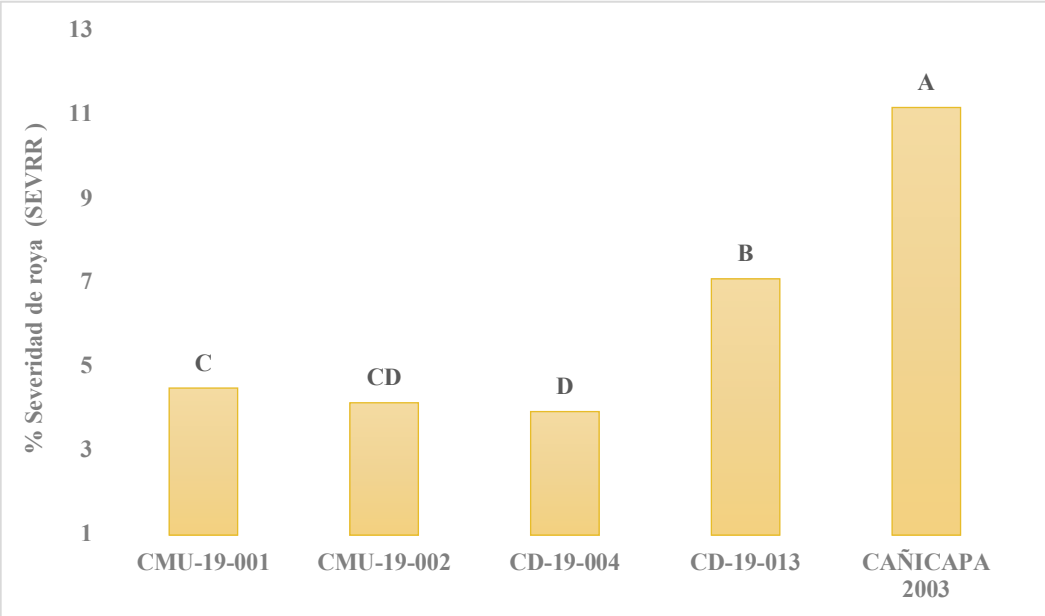
De acuerdo a los resultados observados, la variable SEVMF fue altamente significativas con un coeficiente de variación de 15.06% (Tabla 2). La menor severidad fue observada en la accesión CD-19-013 con 5.18% y la accesión CMU-19-001, esta severidad fue similar con la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003. Las accesiones CD-19-004 y CMU-19-002 fueron más susceptibles a esta enfermedad comparada con la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003 (Figura 2).

Las manchas foliares producidas por un complejo de hongos son una enfermedad durante el ciclo de cultivo de cebada. Al afectar el área foliar estos hongos tienen un impacto significativo en los rendimientos del cultivo, ya que afecta la fotosíntesis reduciendo la traslocación de carbohidratos reduciendo el rendimiento.

Por lo tanto, conforme a los resultados obtenidos en esta investigación se observó que las accesiones CD-19-013 y CMU-19-001 presentaron menor severidad lo que indica que estas accesiones pueden estar asociados con algún grado de tolerancia a la enfermedad. La resistencia genética o la tolerancia de las variedades de cebada son factores clave para el manejo de esta enfermedad (Campaña, 2020).

Figura 3

Medias para la severidad de roya (SEVRY) de cinco accesiones de cebada cubierta.



***Nota**:* Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey $p < 0.05$.

La respuesta agronómica en las cinco accesiones de cebada cubierta en cuanto a la variable SEVRY existieron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 2.47 % (Tabla 2). La menor severidad observada fue de la accesión CD-19-004 con 3.94% seguido de la CMU-19-002 con 4.15% y CMU-19-001 con 4.5% comparado con la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003. Mientras que la accesión CD-19-013 presentó alta severidad desde el inicio de la evaluación hasta el final de la misma al igual que la variedad INIAP-CAÑICAPA (Figura 3).

Las accesiones CD-19-004, CMU-19-002 y CMU-19-001 exhibieron los menores niveles de severidad de roya, con porcentajes de 3.94%, 4.15% y 4.5%, respectivamente. Esto indica que estas variedades podrían poseer tolerancia a la roya, lo que las hace menos susceptibles a la enfermedad en comparación de la accesión CD-19-013 y la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003. Es importe tener variedades resistentes a esta enfermedad porque la roya amarilla puede reducir la capacidad de la planta para acumular nutrientes y pueden afectar negativamente la calidad del grano, incluido su peso y proteínas (Coltan, 2022).

4.1.3. Variables de rendimiento

Tabla 3

Resultados del análisis de varianza del número de granos por espigas (NGE), número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Longitud de espigas (LE), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH),) y rendimiento de grano (RG).

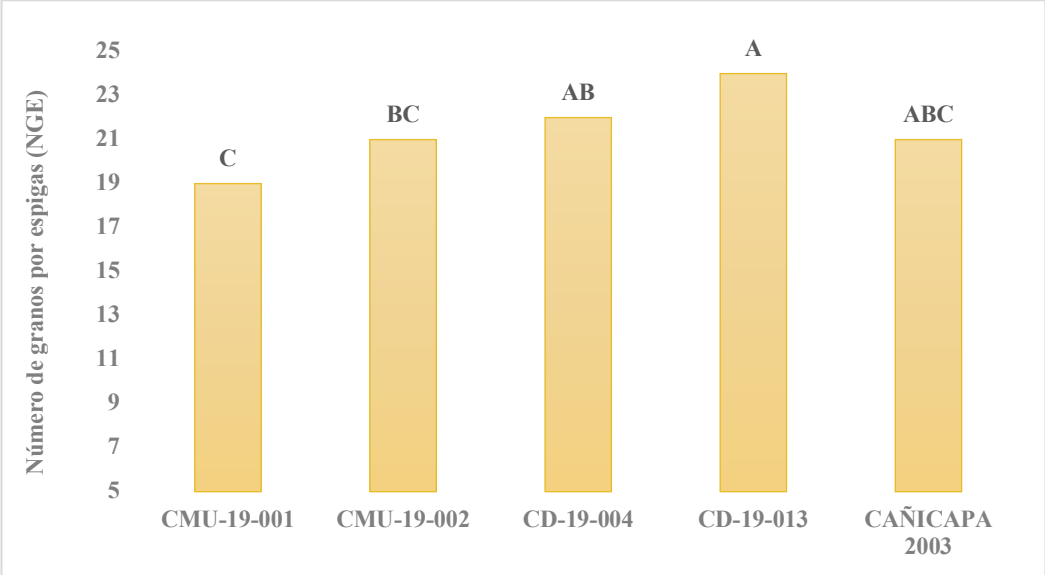
VARIABLES	GL	F	*p*-valor	CV%
NGE	4	12.14 ***	0.0018	4.53
NEMC	4	0.89 Ns	0.5109	11.89
LE	4	5.29 ***	0.0001	4.80
PMG	4	1305.97 ***	0.0000	0.53
PH	4	0.37 Ns	0.8234	18.02
RG	4	1.19 Ns	0.3852	18.46
Error	14			

Nota: Significativo al ***p = 0.001; **p = 0.01; * p < 0.05; Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad.

De acuerdo al análisis de varianza las variables número de espigas por metro cuadrado (NEMC), peso hectolítrico (PH), y rendimiento de grano (RG) no fueron significativas $p > 0.05$, mientras que las variables número de granos por espigas (NGE), Longitud de espigas (LE) y peso de mil granos (PMG), fueron altamente significativas $p < 0.001$ (Tabla 3).

Figura 4

Medias para el número de granos por espigas (NGE) de cinco accesiones de cebada cubierta.



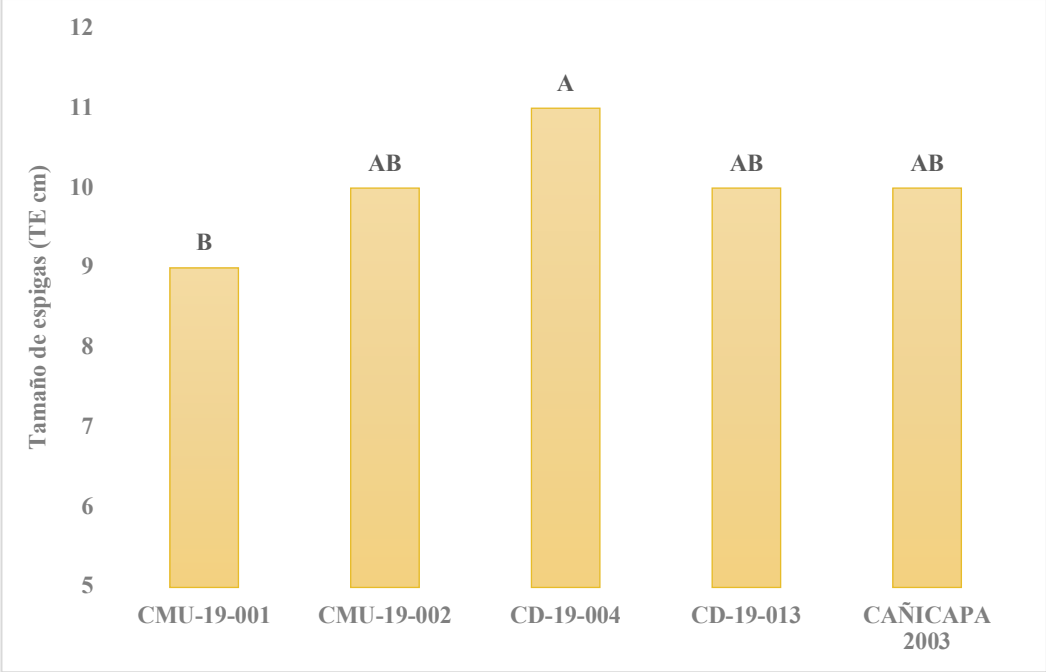
Nota: Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey $p < 0.05$.

La variable NGE fue altamente significativa, con un coeficiente de variación de 4.53% (Tabla 3). El mayor promedio de número de granos por espigas correspondió a la CD-19-013 con 24 granos por espiga, seguido de la CD-19-004 con 22 granos, mientras que la accesión CMU-19-002 y la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003 con solo 21 granos, el menor promedio de 19 granos por espiga lo registró el CMU-19-001 (Figura 4).

Con este resultado se resalta que la accesión CD-19-013 presenta características morfológicas y agronómicas deseadas en comparación con las otras accesiones y similares a la variedad CAÑICAPA 2003. El número de espigas por planta es una característica crucial en las accesiones de cebada, ya que está estrechamente relacionado con la cantidad total de granos que una planta puede producir. Una mayor cantidad de espigas por planta no solo aumenta la producción de granos, sino que también puede mejorar la capacidad de la planta para competir con malezas y resistir enfermedades, lo que contribuye a una mayor estabilidad en el rendimiento (Borja, 2021).

Figura 5

Medias para la longitud de espigas (LE) de cinco accesiones de cebada cubierta.



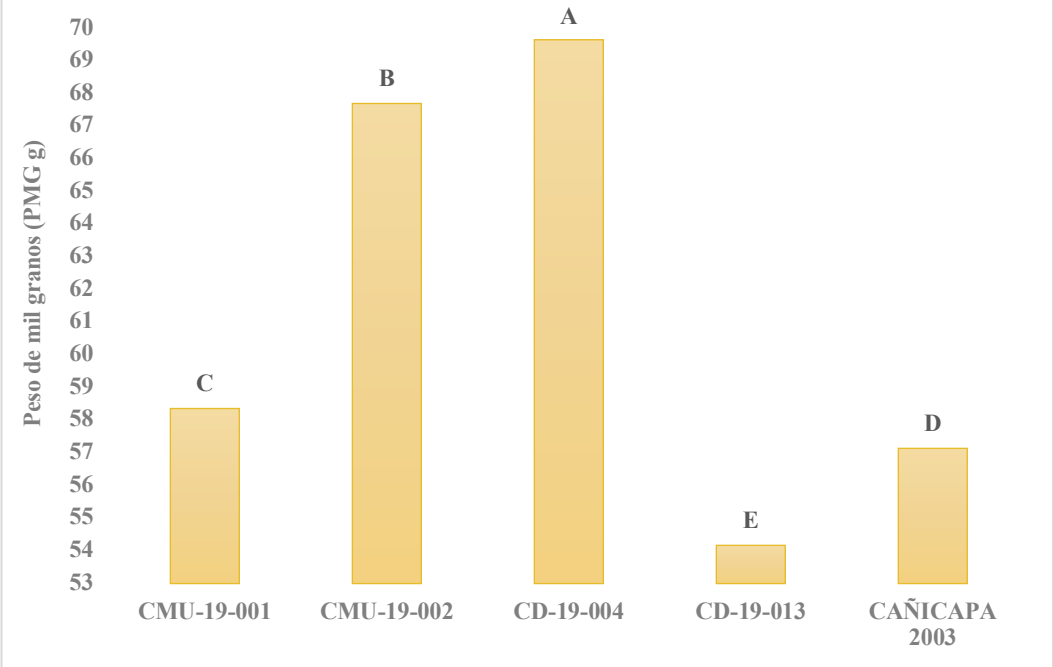
Nota: Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey $p < 0.05$.

En cuanto a la variable LE en las cinco accesiones de cebada cubierta existieron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 4.80% lo que indica que los datos son confiables a nivel de campo (Tabla 3). Los tratamientos que presentaron el mayor promedio de longitud entre las accesiones la línea CD-19-004 con 11 cm, seguidos de las accesiones CMU-19-002, CD-19-013 y la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003 con 10 cm, mientras que la línea CMU-19-001 con 9 cm fue la accesión que registró el menor promedio en la longitud de espiga (Figura 5).

Por lo tanto, las accesiones con la mayor longitud de espigas fueron CD-19-004, CD-19-002 y CD-19-013. Estos resultados corroboran que los factores determinantes en los componentes del rendimiento son las características varietales, condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y la interacción genotipo ambiente; principalmente la humedad, cantidad y calidad de luz solar, temperatura y sanidad de las plantas (Llanos, 2018).

Figura 6

Medias para el peso de mil granos (PMG), de cinco accesiones de cebada cubierta.



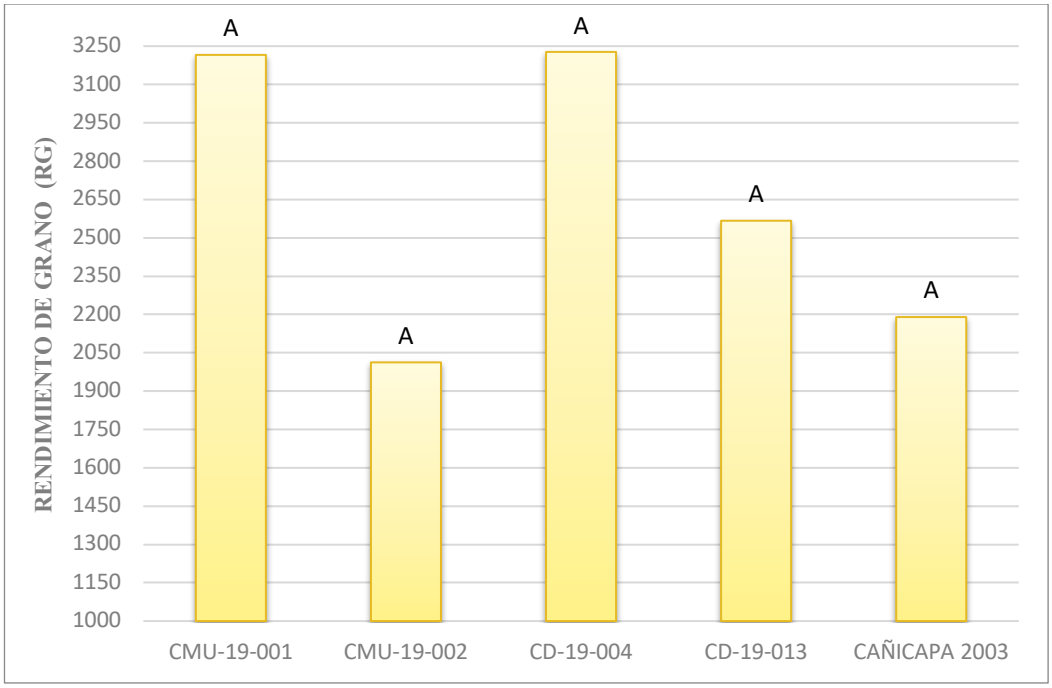
Nota: Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey $p < 0.05$.

La variable de rendimiento PMG fue estadísticamente diferente, con un coeficiente de variación de 0.43 % indicando que los datos son confiables (Tabla 3). El tratamiento que registró el mayor promedio fue la CD-19-004 con 69.65 g, seguido por la línea CMU-19-002 y el tratamiento que menor promedio obtuvo es la accesión CD-19-013 con 54.17g (Figura 6).

La accesión CD-19-004 presenta un PMG lo que se asocia a un buen rendimiento. Este parámetro está determinado por el porcentaje de humedad del grano, tamaño del mismo, y por las condiciones del suelo y clima durante el desarrollo del cultivo. Nuestros resultados se corroboran con los mencionado en otros estudios en los que los factores que inciden en el PMG y rendimiento de cebada son la temperatura, la humedad del suelo, la cantidad y calidad de luz solar, el fotoperíodo, la altitud, el índice de área foliar, la tasa de fotosíntesis, el número de granos por espiga, la calidad del grano, la sanidad y nutrición de las plantas (Garofalo, 2018).

Figura 7

Medias para el rendimiento de grano (RG), de cinco accesiones de cebada cubierta



Nota: Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey $p < 0.05$.

En cuanto a la variable RG fue estadísticamente similar, con un coeficiente de variación de 18.46 % indicando que los datos son confiables (Tabla 3). El tratamiento que registró el mayor promedio fue la accesión CD-19-004 con 3227.4 kg ha^{-1}, seguido por la línea CMU-19-001 con 3215.7 kg ha^{-1} el tratamiento que menor promedio obtuvo es la accesión CD-19-002 con 2012.4 kg ha^{-1} (Figura 7).

Lo que permite deducir que la variable agronómica RG es una característica varietal que depende de su interacción genotipo ambiente, sin embargo, en esta investigación la accesión CD-19-004 obtuvo el mayor rendimiento de grano por lo que los resultados obtenidos en esta variable agronómica evaluada, son confiables.

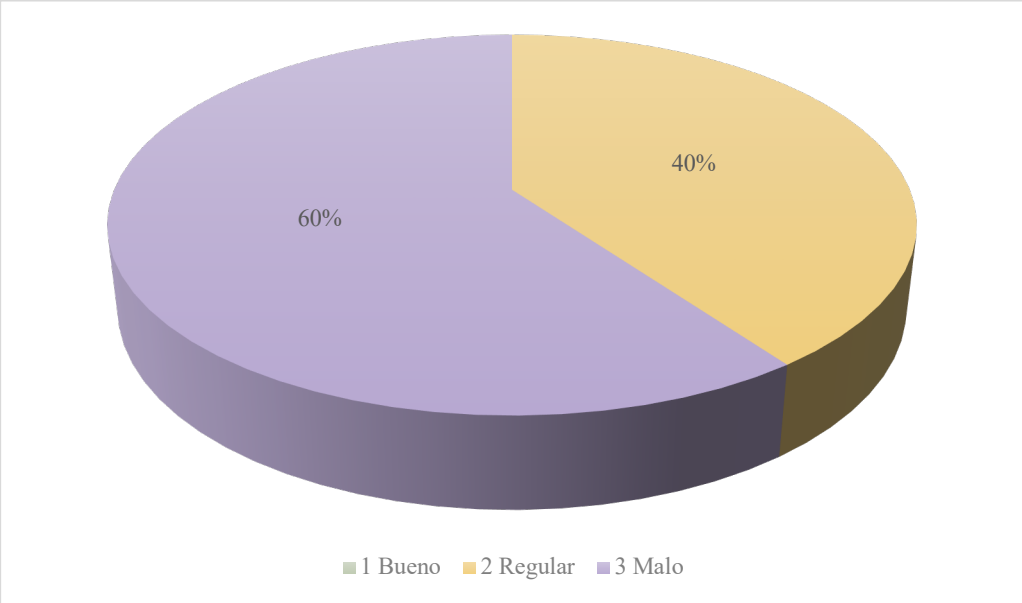
Los factores que inciden en este carácter de cada variedad son el tamaño, calidad y sanidad del grano, temperatura, humedad del suelo, cantidad y calidad de luz solar; fotoperiodo, altitud, índice de área foliar, tasa de fotosíntesis, sanidad y nutrición de las plantas (Famagro, 2021)

4.1.4. Variables morfológicas

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

Figura 8

Análisis de frecuencia para el vigor de planta (VP), en cinco accesiones de cebada cubierta.



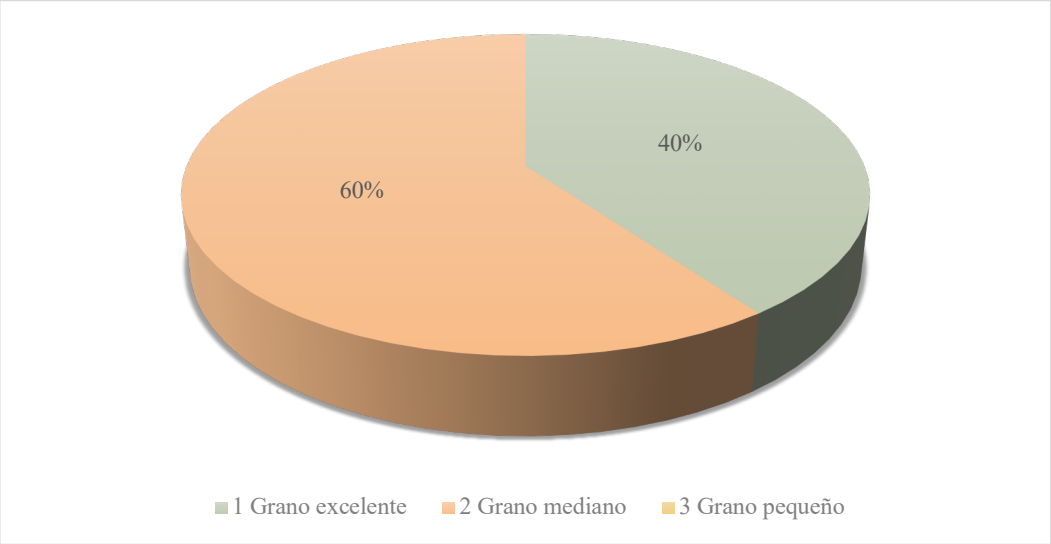
Nota: Escalas propuestas por el (INIAP,2019): 1Bueno (Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas) 2: Regular (Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas) 3: Malo (plantas pequeñas y hojas delgadas).

De las cinco accesiones de cebada cubiertas analizadas el 60 % de estas presentaron un vigor malo con plantas pequeñas y hojas delgadas, mientras que el 40 % fue escala regular mostrando plantas y hojas medianamente desarrollas.

El vigor es la fuerza con la que crecen las plantas en una parcela, basados en el desarrollo general del cultivo. Esta variable está directamente relacionada e influenciada por el tamaño y calidad de la semilla, disponibilidad de nutrientes y la humedad del suelo (INIAP, 2022). Estos resultados demuestran que las plantas de cebada en todos los tratamientos estudiados mostraron un desarrollo bueno. Lo que sugiere que las condiciones y las prácticas agrícolas utilizadas en este estudio fueron adecuadas para el desarrollo de este tipo de cebada en la provincia Bolívar.

Figura 9

Análisis de frecuencia para el tipo de grano (TG), en cinco accesiones de cebada cubierta.



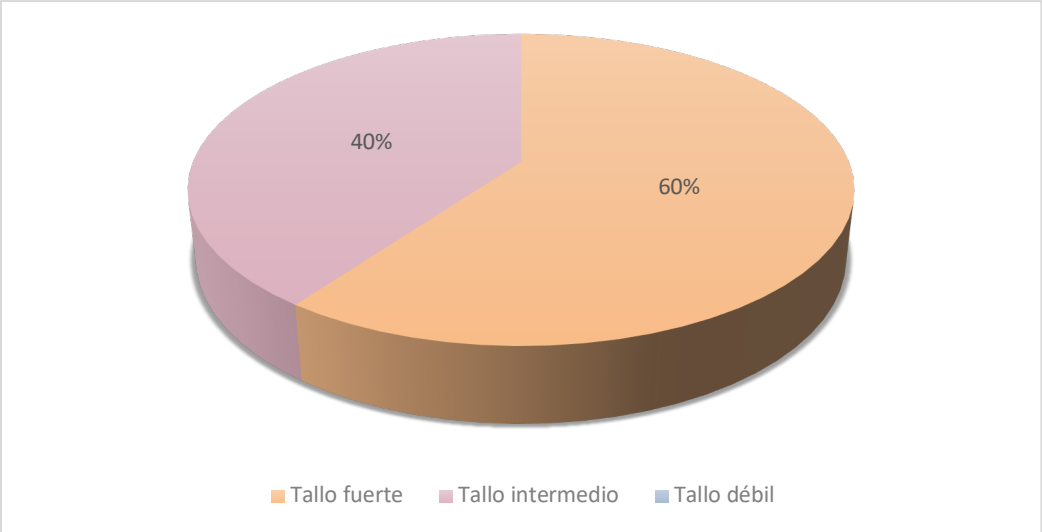
Nota: Escalas propuestas por el **(**INIAP,2019): 1: Grano excelente (grueso grande, amarillo o blanco) 2: Grano mediano (grueso, blanco o amarillo) 3: Grano pequeño (delgado, manchado, chupado).

De las cinco accesiones de cebada cubierta analizadas, mostró que el 60 % tienen un grano mediano (grueso, blanco o amarillo), el 40 % fue grano excelente (grueso grande, amarillo o blanco). En este estudio se observó que las accesiones CMU-19-002 y CD-19-004 presentan un tipo de grano excelente grueso grande, amarillo o blanco.

La morfología y el tamaño de los granos pueden variar según las accesiones de cebada utilizada. Algunas variedades pueden producir granos más pequeños o grandes de forma natural (Calvo, 2020). Sin embargo, es importante destacar que el tamaño de los granos de cebada se relaciona con la calidad del cultivo especialmente para la industria (Farrez, 2019). El mayor tamaño de grano de cebada de suelen ser preferidos en la producción de forraje debido a su capacidad nutrientes y extracción de azúcares (Llanos, 2018). De esta forma nuestros resultados demuestran que las CMU-19-002 y CD-19-004 presentan un TG deseado para la industria o producción de forraje.

Figura 10

Análisis de frecuencia para el tipo de paja (TP), en cinco accesiones de cebada cubierta.



***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).

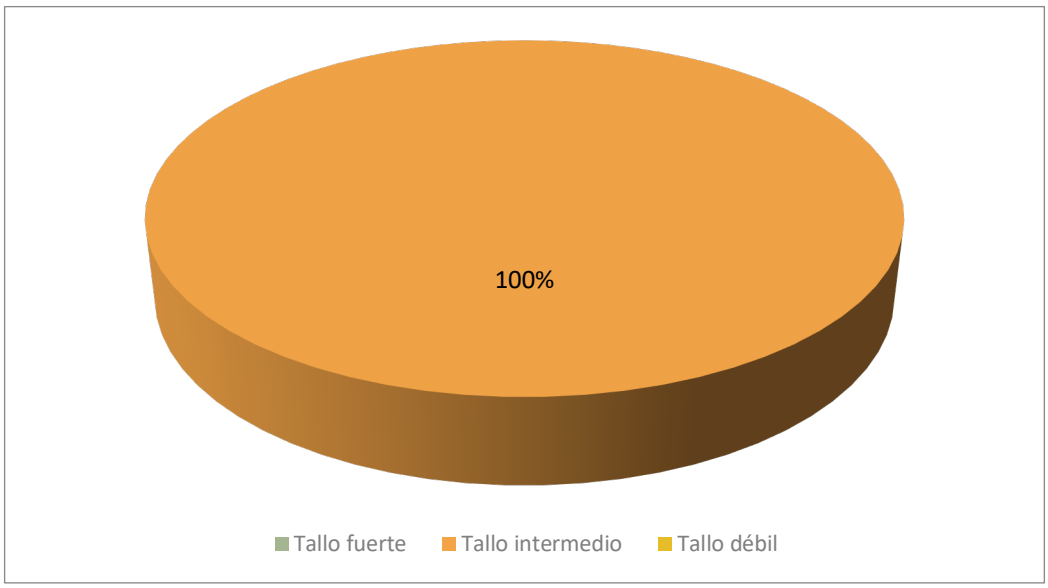
Los resultados de la variable TP indican que el 60% de las accesiones estudiadas presentan un tipo de paja catalogado como tallo fuerte siendo las accesiones con esta característica: CMU-19-001, CD-19-004 y CD-19-013, diferente de la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003. En cambio, la accesión CMU-19-002 presento un tallo intermedio similar a la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003.

La variable tipo de paja se refiere a la resistencia y fortaleza del tallo de las plantas de cebada. En este caso, las accesiones CMU-19-001, CD-19-004 y CD-19-013 presentaron un tipo de paja clasificado como tallo fuerte, lo que indica que las plantas tienen tallos resistentes y robustos entre las accesiones.

Es importante destacar que la resistencia de los tallos de la cebada puede ser un factor importante en la calidad y el rendimiento del cultivo, ya que los tallos fuertes son menos propensos a doblarse o romperse durante eventos climáticos adversos, como vientos fuertes o lluvias intensas (Castillo , 2020).

Figura 11

Análisis de frecuencia para el hábito de crecimiento (HC), en cinco accesiones de cebada cubierta



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

Las cinco accesiones de cebada cubierta en la variable HC presentaron una escala intermedia (semirrecto o semi postrado), hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados plantas, hojas grandes y bien desarrolladas en los tratamientos con el 100% en algunas variedades de cebada tienen esta característica, lo que facilita la recolección y el manejo.

Este parámetro está relacionado directamente con la constitución genética del germoplasma, por lo que, la presencia de genes de vernalización podría dar la característica de postrado.

El hábito erecto y semierecto es una de las características genéticas que pueden interactuar positivamente con las prácticas agrícolas como el control de enfermedades y la cosecha (corte). Estos componentes han sido utilizados por el INIAP y o agricultores, para liberación de las variedades de cebadas (Farrez, 2019).

4.2. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 4

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs)) peso hectolítrico (PH) y peso de mil granos (PMG) que presentaron diferencias significativas positivas o negativas en relación al rendimiento (variable dependiente Y).

Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2 %)
PH	0.83 **	728.31	69

Coeficiente de correlación (r)

En esta investigación la variable que registró una relación altamente significativa (**) y positiva con el rendimiento de grano en kg ha^{-1} fue: peso hectolítrico (PH) (Tabla 4).

Coeficiente de regresión (b)

Las variables que contribuyó a incrementar el rendimiento de grano fue el: peso hectolítrico (PH) (Tabla 4).

Coeficiente de determinación (%)

El mayor incremento de rendimiento se obtuvo en la variable: PH con un valor de coeficiente de determinación (R^2) de 69 %, esto quiere decir que en un 69% incremento el peso de mil granos se debe PH (Tabla 4).

4.3. COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS

De acuerdos 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 (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1). 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 cubierta en la investigación en la zona de estudio.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de las cinco accesiones de cebada cubierta en la zona agroecológica de Laguacoto III, se obtienen las siguientes conclusiones

- De los resultados obtenidos se concluye que las variables altura de planta (AP), severidad de manchas foliares (SVEMF), severidad de roya (SEVRY), número de granos por espigas (NGE), longitud de espigas (LE) y peso de mil granos (PMG) permiten caracterizar a las accesiones de cebada cubierta; siendo que las accesiones CD-19-013 y CD-19-004 las que presentaron mayor NGE y PMG.

- Las accesiones CD-19-004, CMU-19-002 y CMU-19-001 mostraron baja severidad de roya, en cambio en el caso de las manchas foliares, las accesiones CD-19-013 y CMU-19-001, mostraron una baja severidad, lo que sugiere una posible tolerancia a estas enfermedades en comparación con la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003.

- Conforme a los resultados mostrados se observó que las accesiones CMU-19-001 y CD-19-004 presentaron los mejores rendimientos con 3227.4 a 3215.7 kg ha^{-1} respectivamente, que las demás accesiones y variedad INIAP-CAÑICAPA 2003 en la zona agroecológica en estudio.

- En relación a las variables morfológicas se observó que las accesiones CMU-19-001, CD-19-004 y CD-19-013 presentaron un tallo grueso, flexible que soporta el acame y las accesiones CMU-19-002 y CD-19-004 presentaron grano grande y grueso.

5.2. RECOMENDACIONES

- Dado que las variables como altura de planta (AP), severidad de manchas foliares (SVEMF), severidad de roya (SEVRY), número de granos por espiga (NGE), longitud de espigas (LE) y peso de mil granos (PMG) mostraron diferencias significativas entre accesiones, se recomienda continuar evaluando estas características para entender mejor su impacto y optimizar prácticas de manejo.

- Las variables número de granos por espigas (NGE), longitud de espigas (LE) y peso de mil granos (PMG) fueron identificados como variables claves para el rendimiento, por lo que se recomienda prestar especial atención a estas variables al diseñar estrategias de manejo y selección de accesiones.

- Se recomienda utilizar las accesiones CD-19-013 y a la CD-19-004 que mostraron tolerancia a enfermedades como manchas foliares y roya, así como número de granos por espigas (NGE) y peso de mil granos (PMG), enfocándose en la selección de estas accesiones con el fin de maximizar el rendimiento del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

FIATC. (2019). La cebada cereal antiguo con muchos usos y beneficios. Recuperado de https://www.fiatc.es/blog/post/cebada-tipos-propiedades-usos

INIAP. (2020). Manual para la producción sostenible de cebada en la sierra ecuatoriana. Recuperado de file:///C:/Users/hp/Downloads/MANUAL%20PARA%20LA%20PRODUCCI%C3%93N%20SOSTENIBLE%20DE%20CEBADA%20EN%20LA%20SIERRA%20ECUATORIANA_opt.pdf

Velasco, A. (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (***Hordeum vulgare* L.**) en el Municipio de Chivatá Boyacá, Colombia. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v18n2/1692-3561-bsaa-18-02-103.pdf

Ruiz, T. (2019). Determinación de la floración en una población de cebada (***Hordeum vulgare* L.**) bajo condiciones mediterráneas y sus implicacionesagronómicas. Recuperado de https://buleria.unileon.es/bitstream /handle/10612/10747/Tesis%20Trinidad%20Aparicio%20Ruiz.pdf;jsessionid=3797356AEB90001F546F63C689C941C1?sequence=1

Rojas, F. (2020). La Molina manuel de cultivo de cebada Perú. Recuperado de https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Cultivo _Cebada.pdf

Gusqui, R. (2017). Manejo del cultivo de cebada. Recuperado de http://www.congope.gob.ec/wpcontent/uploads/2017/10/Cultivo_de_cebada_manual.pdf

Garofalo. (2018). Recuperado de El cultivo de cebada para la producción de semilla de calidad: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2420/4/iniapscbd390.PDF

Romero, M. (2021). Selección de líneas avanzadas de cebada (***Hordeum vulgare* L.**) con calidad. Recuperado de https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35986/6/Trabajo%20de%20titulacion.pdf

Molina, L. (2022). Cebada (***Hordeum vulgare*** L.)manual de manejo del cultivo y conservación de suelo (pdf) . Recuperado de file:///C:/Users/hp/Downloads/FINAL%20MANUAL%20CEBADA%20KOPIA%202022_compressed.pdf

Calvo, A. (2020). Guía rápida para el cultivo de cebada. Recuperado de http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rcebada#:~:text=Altitud%3A%202400%20a%203400%20msnm,%2C%20profundo%2C%20con%20buen%20drenaje.

Castillo , L. (2020). Adaptación de setenta y dos líneas promisorias de cebada maltera (***Hordeum vulgare*** **L**.) en la granja experimental tunshi, Cantón Riobamba (Tesis de pregrado, ESPOCH). Recuperado de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/ 123456789/17175/1/13T00987.pdf

Soto, F. (2022). Cosecha de cebada una tradición en la provincia de Bolívar. Recuperado de https://www.diariolosandes.com.ec/cosecha-de-cebada-una-tradicion-en-la-provincia-de-bolivar/

PROAIN. (2020). Requerimientos nutrimentales del cultivo de avena. Proain. Recuperado de: https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/requerimientos-nutrimentales-del-cultivo-de-avena

Borja. (2021). Plagas y enfermedades de la cebada Agrospray blog . Recuperado de https://agrospray.com.ar/blog/enfermedades-de-la-cebada/

Noroña, P. (2022). Plan de investigación de gramíneas en cereales . Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5977/1/INFORME%20ANUAL%20CEBADA%202021%20digital%20baja%20resoluci%C3%B3n.pdf

Bernardi, L. (2018). Producción de cebada . Recuperado de https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=119#:~:text=La%20cebada%20(Hordeum%20vulgare)%20desciende,para%20animales%20como%20para%20humanos.

Coltan, P. (2022). Producción Mundial de Cebada 2022/2023. Recuperado de http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/cebada .aspx

Galarza, J. (2021). Cultivo de cebada gia de producción artesanal de semilla de calidad (pdf). Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream /41000/2420/4/iniapscbd390.PDF

Escobar, C. (2022). Agricultores siembran cebada en Bolívar. Recuperado de https://www.agricultura.gob.ec/agricultores-siembran-cebada-en-bolivar/

Cacerez, M. (2018). Cebada guia de manejo. Recuperado de https://ecuador.inaturalist.org/taxa/57182-Hordeum-vulgare

Barley, M. (2018). Plantas nutritivas medicinales cebada ***Hodeum vulgare***. Recuperado de https://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma06/plantas/pc58s m.htm#:~:text=La%20ra%C3%ADz%20de%20la%20planta,del%20tall o%20con%20diversas%20ramificaciones.

Farrez, N. (2019). La cebada cereal antiguo con muchos usos y beneficios. Recuperado de https://www.fiatc.es/blog/post/cebada-tipos-propiedades-usos#:~:text=e%20ceb%20La%20cebada%20pertenece,omega%206%20y %20omega%209.

Vera, R. (2019). Cebada Morfologia. Recuperado de https://www7.uc.cl/sw_educ /cultivos/cereales/cebada/hojas.htm#:~:text=Las%20hojas%20de%20las% 20plantas,entre%205%20y%2015%20mm.

Pozo, J. (2020). El cultivo de cebada parte 1. Recuperado de https://infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm

Ponce, S. (2020). LA CEBADA (***Hordeum vulgare*** **L.**): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana (pdf). Recuperado de https://repositorio. iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%20116 %20La%20cebada.pdf

Campaña, E. (2020). La cebada (***Hordeum vulgare*** **L**.): Generalidades y variedades mejoradas. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstre am/41000/ 5587/2/Manual%20116%20La%20cebada.pdf

Macas, R. (2018). Mancollamiento de la cebada (pdf). Recuperado de http://www.metrice.udl.cat/es/misc/curso_paysandu/2.%20Ciclo%20ontog%E9nico%20G%20Garcia.pdf

Cisneros, B. (2018). Semilla de cebada. Recuperado de https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/semillas.htm#:~:text=La%20semilla%20de%20cebada%20es,tanto%2C%20es%20de%20car%C3%A1cter%20indehiscente.

Lara, J. (2018). Cebada Hordeum vulgare L. Recuperado de http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore2/mcereal/rcebada#:~:text=Altitud%3A%202400%20a%203400%20msnm,600%20mm%20durante%20el%20ciclo.

Growin, R. (2021). El cultivo de la cebada (1ª parte). Recuperado de https://infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm

Ramírez, J. (2018). Efecto del fotoperíodo y la temperatura sobre el ciclo ontogénico de dos variedades de cebada cervecera (pdf). Recuperado de https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/298/1/doc.pdf

Llanos, M. (2018). Recuperado de http://tecnologia.iniap.gob.ec /index.php/explore2/mcereal/rcebada#:~:text=Altitud%3A%202400%20a%203400%20msnm,12%20a%2020oC.

Uñate, G. (2022). Manual para el cultivo de cebada. Recuperado de file:///C:/Users/hp/Downloads/FINAL%20MANUAL%20CEBADA%20KOPIA%202022_compressed.pdf

González, J. (2018). Manual de trigo y cebada para el cono sur, prosesos fisiologicos y base de manejo (pdf). Recuperado de http://www.metrice.udl. cat/es/misc/Manual_de_trigo_y_cebada_para_el_cono_sur.pdf

Polo, P. (2018). Selección de una línea promisoria de cebada (pdf). Recuperado de https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23473/1/TESIS%20CEBADA.pdf

Peréz, M. (2022). Requisitos y métodos de riego de la cebada. Recuperado de https://wikifarmer.com/es/requisitos-y-metodos-de-riego-de-la-cebada/

Lozada, M. (2017). Diseño de un producto energético a base de avena (***Avena sativa***), harina de quinua (***Chenopodium quinoa willdenow***), harina de soya (***Glycine max***) y espirulina (***Spirulina maxima***). Universidad de las Americas. Recuperado de https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/730/1/UDLA-EC-TIAG-2012-12.pdf

Vajaña, O. (2018). Guía de síntomas y daños de la de la roya del tallo. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466581/26_GDSyD-RNTT_Puccinia_graminis_f._sp._tritici_Ug99V2.pdf

Durango, J. (2019). Roya amarilla de la cebada ***Puccinia striiformis***. Recuperado de https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=115#:~:text=S%C3%ADntomas%20y%20signos,ciclo%20aparecen%20las%20p%C3%BAstulas%20negras.

Meléndez, G. (2018). Roya de la hoja de la cebada (***Puccinia hordei***). Recuperado de https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=5544#:~:text=S%C3%ADntomas%20y%20signos,fin%20de%20macollaje%20a%20enca%C3%B1az%C3%B3n.

Villares, D. (2020). Fusariosis de la espiga de la cebada (***Fusarium graminearum***). Recuperado de https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=72

Navarro, F. (2019). Virus del enanismo amarillo en la cebada Barley yellow dwarf, DYDV. Recuperado de https://www.navarraagraria.com/categories/item/809-virus-del-enanismo-amarillo-de-la-cebada-bydv

Vallejo, L. (2018). Helmitosporiosis de la cebada (pdf). Recuperado de https://www.lgseeds.es/media/HELMINTOSPORIOSIS-EN-CEBADA.pdf

Garófalo, H. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales INIAP. Manual N° 111. Recuperado de file:///C:/Users/hp/Downloads/Manual%20Par%C3%A1metros%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20Cereales%20DIGITAL.pdf

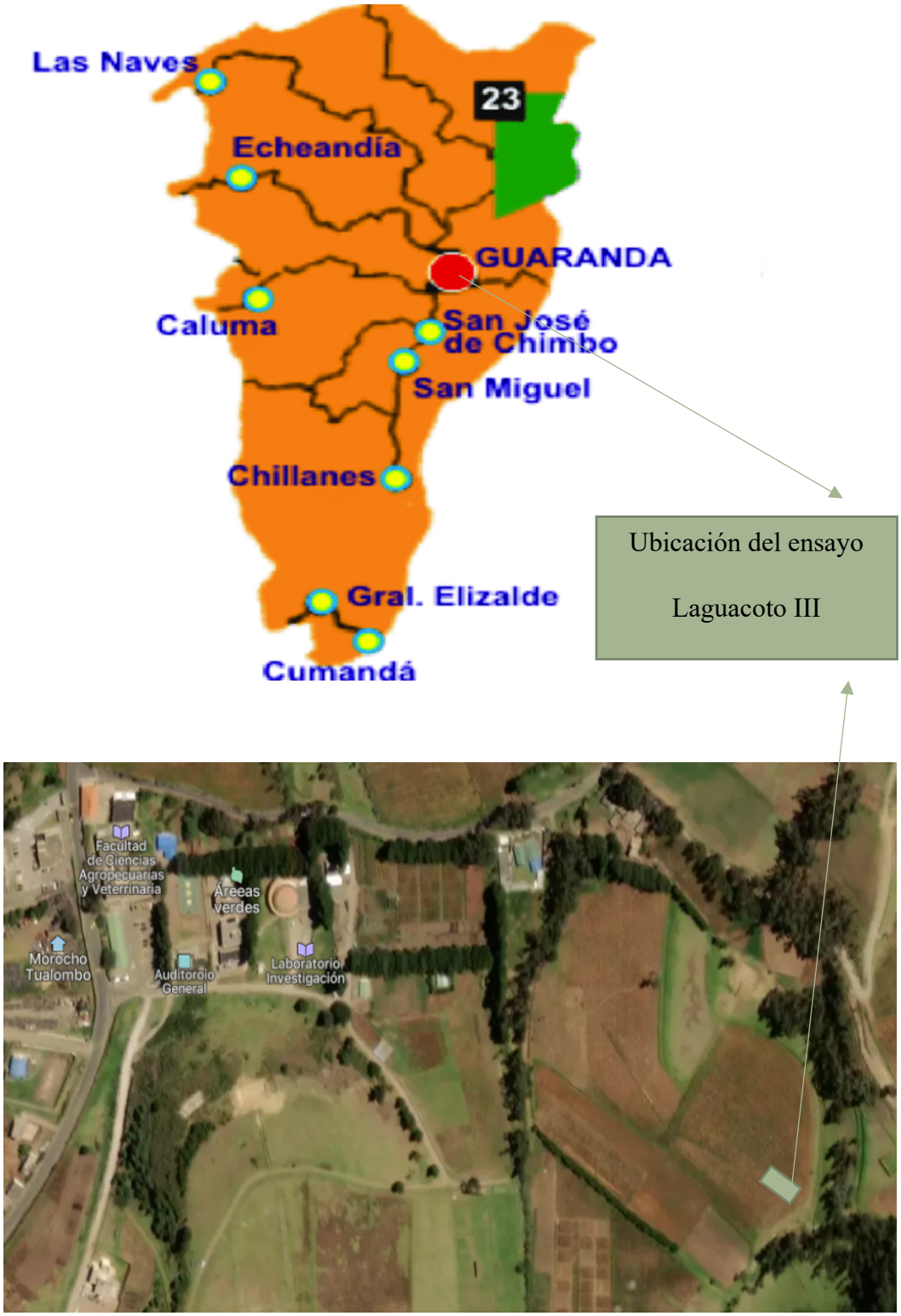
Sánchez – Morales, J. A, Villares – Jibaja, M.X., Niño- Ruiz, Z., & Ruilova, M.B. (2018). Effect of the altitudinal floor on the quality of blackberry (***Rubus glaucus benth***) in the inter-Andean region of Ecuador. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292018000200209

Coronel, J. (2020). La cebada (***Hordeum vulgare*** **L.**):Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/5587/2/Manual%20116%20La%20cebada.pdf

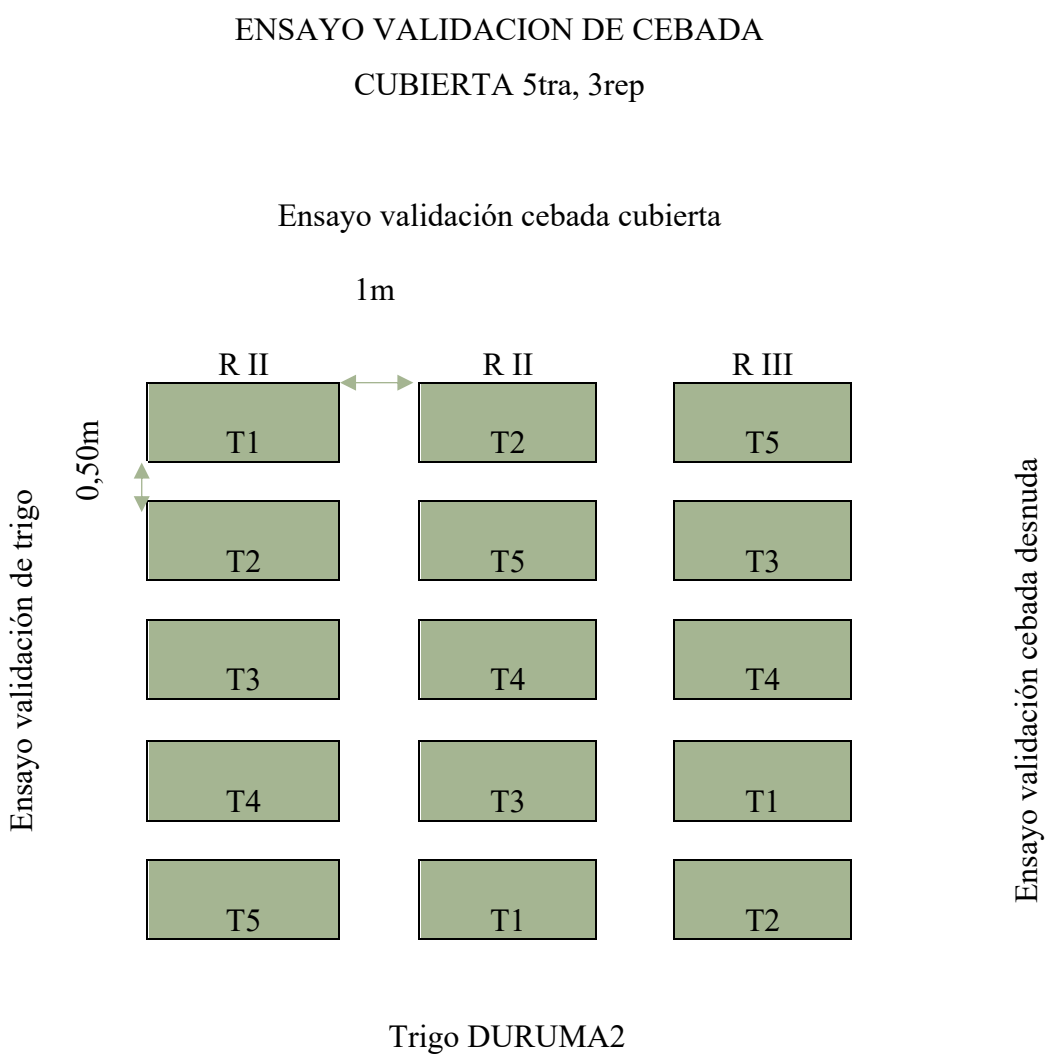
INIAP. (2022). INIAP Cañicapa 2003: La primera variedad de cebada con alto contenido de proteína. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec /handle/41000/2591

Anexos

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



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

Porcentaje de emergencia



Vigor de la planta



Días al espigamiento



Altura de planta



Número de espigas por metro cuadrado



Tamaño de la espiga



Severidad de manchas foliares



Severidad de roya



Peso de campo por parcela



Peso de mil granos



Tipo de grano



Anexo 5. Glosario

Autógama: Modo de reproducción sexual consistente en la fusión de gametos femeninos y masculinos producidos por el mismo individuo.

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

Cariópside: Una cariópside o cariopse o grano es un tipo de fruto simple, similar al aquenio, formado a partir de un único carpelo, seco e indehiscente. En ella el integumento y el pericarpio se han fusionado, formando una piel protectora.

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

Descriptores: son las características propias que posee cada especie, siendo estas las características morfológicas, botánicas, fisiológicas genéticas etc.

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

Espiguillas: Una espiga es un tipo de inflorescencia racemosa en la cual el eje o raquis es alargado y las flores son sésiles; ubicándose las flores más jóvenes en el ápice del mismo.

Evaluación agronómica: consiste en la determinación del valor de una determinada actividad agrícola, además mide el grado de adaptabilidad de los cultivares.

Filogenéticos: La filogenia es la relación de parentesco entre especies o taxones en general.

Flores: poseen tres estambres, un pistilo y dos estigmas, su característica es ser autógama puesto que abre sus hojas después de autofecundarse.

Fotoperiodo: conjunto de procesos de las especies vegetales mediante los cuales regulan sus funciones biológicas usando como parámetros la alternancia de los días y las noches del año y su duración según las estaciones y el ciclo solar.

Germinación: proceso en el cual la semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta, se produce una vez que la semilla ha terminado su fase de latencia.

Hojas: son finas y delgadas, poseen un color característico verde claro en su etapa inicial, al alcanzar la madures fisiológica su color se torna amarillento.

Inflorescencia: dispuestas como una espiga la cual misma que posee un eje central formado por nudos en los cuales se desarrollan espiguillas.

Labores culturales: son actividades relacionadas con cultivos agrícolas, que engloban todas las etapas desde la siembra hasta la cosecha de los cultivos.

Latencia: capacidad de una planta productora de semillas para resistir heladas de invierno. Una planta productora de semillas que es resistente al invierno, o latente, es capaz de crecer en climas del norte. Una semilla inactiva permanece viva, pero no es metabólicamente activa y no puede germinar.

Macollamiento: es un modo de propagación vegetativa de muchas especies de las gramíneas que les permite producir múltiples tallos secundarios adventicios (llamados macollos) desde el cuello de la plántula inicial, asegurando así la formación de densos penachos.

Monocotiledónea: Las monocotiledóneas comprenden unas 50,000 de las 250.000 especies conocidas de plantas con flores (Angiospermas)

Morfología: ayuda al estudio e interpretación de las estructuras de los organismos, los factores pueden ser tanto físicos como a nivel de composición nutricional.