

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



TEMA:

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE
CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) DE GRANO CUBIERTO EN LA GRANJA
EXPERIMENTAL LA PRADERA, CHALTURA-IMBABURA**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTORA:

Jenifer Lisbeth Vivas Suquilanda

DIRECTORA:

Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

Ibarra, 2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE AGROPECUARIA

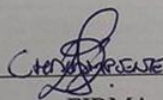
**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE
CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) DE GRANO CUBIERTO EN LA GRANJA
EXPERIMENTAL LA PRADERA, CHALTURA-IMBABURA**

**Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su
presentación como requisito parcial para obtener Título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO

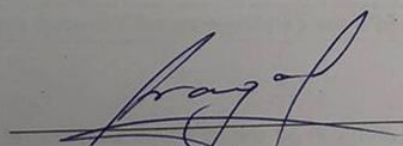
Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

DIRECTOR


FIRMA

Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004675987
APELLIDOS Y NOMBRES:	Vivas Suquilanda Jenifer Lisbeth
DIRECCIÓN:	Imbabura, Otavalo
EMAIL:	ilvivass@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL: 0988876203

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) de grano cubierto en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura
AUTOR (ES):	Vivas Suquilanda Jenifer Lisbeth
FECHA DE APROVACION:	19/02/2024
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Doris Salome Chalampunte Flores, PhD.

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de febrero del 2024

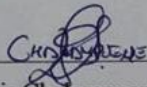
EL AUTOR

Jenifer Lisbeth Vivas Suquilanda

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Vivas Suquilanda Jenifer Lisbeth, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 19 días del mes de febrero de 2024



Doris Chalampunte, PhD.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 19 días del mes de febrero del 2024

Jenifer Libeth Vivas Suquilanda: Comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano cubierto en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 19 días del mes de febrero del 2024, 63 páginas.

DIRECTOR (A): Ing. Doris Chalampunte, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano cubierto en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: 1. Comparar las características agromorfológicas de cuatro líneas promisorias de cebada de grano cubierto con respecto a una variedad mejorada. 2. Evaluar severidad de plagas y enfermedades en los materiales en estudio. 3. Analizar el rendimientos y parámetros de calidad de grano de los materiales en estudio.

Doris Chalampunte, PhD.

Directora de Trabajo de Grado

Jenifer Libeth Vivas Suquilanda

Autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por brindarme salud, guiarme en este proceso maravilloso de aprender nuevas experiencias en el estudio y ayudarme en mis momentos difíciles para no rendirme, así también, hago llegar mis agradecimientos a las Universidad Técnica del Norte por permitirme la formación académica y agradezco a todos mis docentes que me guiaron en el camino para llegar hacer una gran profesional y persona.

A mi tutora, la Dra. Doris Chalampunte por su guía continua en este proceso, brindándome todos sus conocimientos y así poder culminar con mi investigación científica, además retribuyo a mi asesor al Ing. Juan Pablo Aragón quien supo guiarme y ayudarme a mejorar mi investigación.

Agradecer especialmente al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por brindarme la ayuda necesaria en toda la fase se campo. Agradezco a mis padres, hermanos, familiares cercanos, compañeros y amigos, por las enseñanzas, aprendizajes, la compañía en mis buenos y malos momentos lo que me ayudado a ser una mejor persona.

¡MUCHAS GRACIAS!

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis queridos padres Iván Vivas y Eufemia Suquilanda, quienes son mi guía, mi fortaleza y mi inspiración, ya que nunca se rindieron para que cada uno de sus hijos cumplan sus metas; a pesar de los momentos difíciles que tuvimos que afrontar, además todos mis logros son gracias a ellos por la persistencia que me brindaron para no rendirme; a mis hermanos Katherine Vivas, Stalin Vivas, David Vivas, Estefanía Vivas que siempre estuvieron dándome ánimos, consejos y todo su amor en todo este transcurso; a mi abuela Concepción Villareal, a mis tíos y primos quienes me apoyaron, me escucharon y me aconsejaron en cada uno de mis pasos y por último a mis sobrinos Theo Yépez y Valentina Vivas quienes son mi fuente de inspiración, por los que voy a seguir adelante y nunca rendirme.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	xv
CAPITULO I	1
INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problemática	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Hipótesis	4
1.5.1 Hipótesis nula (Ho):	4
1.5.2 Hipótesis Alternativa (Ha):	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Origen.....	5
2.2 Generalidades del cultivo	5
2.3 Requerimientos del cultivo	6
2.4 Descripción Taxonomía	6
2.5 Morfología de la cebada	7
2.5.1 Raíz	7
2.5.2 Tallo	7
2.5.3 Hojas	7
2.5.4 Espiga	7
2.5.5 Grano	7
2.6 Etapas fenológicas del cultivo	8
2.6.1 Germinación	8
2.6.2 Establecimiento de la plántula y producción de hojas	8
2.6.3 Macollamiento o formación de tallos.....	8
2.6.4 Elongación del tallo o encañado	8
2.6.5 Polinización.....	8
2.6.6 Desarrollo del grano y maduración	9
2.7 Plagas y enfermedades	9
2.7.1 Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	9
2.7.2 Roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>)	10

2.7.3 Virus del enanismo amarillo de la cebada.....	11
2.7.4 Carbón (Ustilago nuda).....	11
2.7.5 Mancha foliar (Rhynchosporium secalis)	11
CAPITULO III.....	13
MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Descripción del área de estudio.....	13
3.2 Ubicación Geográfica.....	13
3.3 Materiales, insumos, equipos, herramientas	14
3.4 Métodos.....	14
3.4.1 Factores de estudio	14
3.4.2 Diseño experimental.....	14
3.4.3 Características del experimento	15
3.4.4 Características de la unidad experimental.....	15
3.4.5 Análisis estadístico.....	16
3.5 Variables a evaluar	16
3.5.1 Emergencia.....	16
3.5.2 Vigor de la planta	16
3.5.3 Habito de crecimiento	17
3.5.4 Días de espigado	17
3.5.5 Altura de la planta	17
3.5.6 Tipo de tallo	18
3.5.8 Rendimiento del grano	18
3.5.9 Peso hectolítrico	18
3.5.10 Tipo y color del grano	18
3.5.11 Reacción a enfermedades	19
3.5.11.1 Roya	19
3.5.11.2 Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV).....	20
3.6 Manejo del cultivo.....	21
3.6.1 Selección del lote	21
3.6.2 Preparación del suelo	21
3.6.3 Siembra	22
3.6.4 Fertilización.....	22
3.6.5 Control de malezas	23
3.6.6 Controles fitosanitarios	23
3.6.7 Cosecha	23
3.6.8 Trilla.....	24
3.6.9 Secado de la semilla.....	24

CAPITULO IV	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1 Vigor de la planta	25
4.2 Hábito de crecimiento	26
4.3 Tipo de paja.....	28
4.4 Altura de la planta	30
4.5 Días al espigamiento	31
4.6 Rendimiento	33
4.7 Peso hectolítrico	33
4.8 Severidad de la roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>)	35
4.9 Severidad de la mancha foliar	36
4.10 Virus del enanismo amarillo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV).....	37
CAPITULO V	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1 Conclusiones	40
5.2 Recomendaciones.....	41
Bibliografía	42
ANEXOS	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Etapa fenológica de la cebada.....	9
Figura 2 Enfermedad de la roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>) en las hojas ...	10
Figura 3 Enfermedad de la roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>)	10
Figura 4 Espiga de la cebada afectada por el hongo	11
Figura 5 <i>Hoja de la cebada infectada por la Mancha foliar</i>	12
Figura 6 Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	13
Figura 7 Escala modificada de Cobb, para la evaluación de enfermedades causando por la roya.....	19
Figura 8 Selección del lote para la implementación del ensayo.....	21
Figura 9 Preparación del terreno para el ensayo de evolución agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada.....	21
Figura 10 Siembra mecanizada para el estudio agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejora de cebada de grano cubierto.....	22
Figura 11 Fertilización de cebada de grano cubierto en la granja experimental La Pradera, Chaltura – Imbabura.....	22
Figura 12 Aplicación foliar de herbicida selectivo para control de maleza en cebada desnuda en la granja experimental La Pradera	23
Figura 13 Cosecha de cebada de grano cubierto de forma manual en La Granja Experimental Chaltura – Imbabura.....	24
Figura 14 Trilla de ensayo de cebada de grano cubierto en la granja experimental La Pradera, Chaltura – Imbabura.....	24
Figura 15 Vigor de planta en cebada de grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la granja experimental La Pradera, Chaltura – Imbabura	26
Figura 16 Hábito de crecimiento de cebada grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la granja experimental La Pradera, Chaltura – Imbabura	27

Figura 17 Tipo de paja en cebada de grano cubierto en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura.....	28
Figura 18 Tipo y color de grano de cebada grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura.....	30
Figura 19 Días al espigamiento de cebada de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la granja experimental La Pradera, Chaltura- Imbabura ...	32
Figura 20	34
Figura 21 Porcentaje de severidad de roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>) en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada de grano cubierto en la granja La Pradera, Chaltura-Imbabura	36
Figura 22 Severidad de la mancha foliar de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura.....	37
Figura 23 Porcentaje de afectación de BYDV en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de grano cubierto en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del área de estudio.....	14
Tabla 2 Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizadas para la investigación en semillas de cebada grano cubierto	14
Tabla 3 Análisis de varianza del experimento de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto	16
Tabla 4 Escala de evaluación de emergencia	16
Tabla 5 Escala de evaluación del vigor de la planta para cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto	17
Tabla 6 Escala de hábito de crecimiento para cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto	17
Tabla 7 <i>Escala para evaluar tipo de tallo para cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto.....</i>	18
Tabla 8 Escala de evaluación de tipo y color de grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada.....	19
Tabla 9 Escala modificada de COBB para identificar la severidad en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada.....	20
Tabla 10 Escala para determinar la severidad del Virus del enanismo amarillo (BYDV) en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada.....	20
Tabla 11 Análisis de los datos cualitativos para la variable de vigor en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada de grano cubierto	25
Tabla 12 Estudio de tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable hábito de crecimiento.....	26
Tabla 13 Análisis de tablas de contingencia para la variable tipo de paja en cultivo de cebada.....	28
Tabla 14 Análisis de tabla de contingencia para la variable tipo y color de grano de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada.....	29
Tabla 15 Análisis de tabla de contingencia para la variable altura de la planta de cuatro líneas promisorias y una variedad en cultivo de cebada.....	31

Tabla 16 Análisis de varianza para días al espigamiento de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada.....	31
Tabla 17 Análisis de varianza para el rendimiento de grano en variedades y líneas promisorias de cebada.	33
Tabla 18 Análisis de varianza para peso hectolítrico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada.....	34
Tabla 19 Análisis de varianza para severidad de Roya de la hoja en cebada de grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada.....	35
Tabla 20 Análisis de varianza para la variable severidad de la mancha foliar	36
Tabla 21 Frecuencias relativas para la variable severidad de virus del enanismo amarillo en cebada	37

“Comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano cubierto en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura

Vivas Suquilanda Jenifer Lisbeth *:

*Universidad Técnica del Norte

Correo: jlvivass@utn.edu.ec

RESUMEN

La adaptabilidad de la cebada ha sufrido diferentes tipos de estrés que resalta la importancia de la diversificación genética en su mejora. En Ecuador, la cebada juega un papel vital en la seguridad alimentaria y la economía. Aunque las condiciones climáticas son propicias para su cultivo, este enfrenta desafíos en términos de producción, calidad y control de enfermedades. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano cubierto en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura. Lo que admitió evaluar el desarrollo de cuatro líneas promisorias de grano cubierto (CMU-19-001, CMU-19-002, CD-19-004 y CD-19-013) y una variedad mejorada (INIAP CAÑICAPA 2003) y demostrar cuál de estas líneas promisorias es apta para ser una variedad mejorada. Los análisis, determinaron que la línea promisorio CMU-19-001 mostró un excelente desempeño agronómico, superando a la variedad INIAP CAÑICAPA 2003 en varios aspectos como vigor (escala 1=bueno), altura de la planta 120.83 cm, tipo de paja (escala 1= tallos fuertes), peso hectolítrico de 63.40 kg/ha⁻¹ y un rendimiento 4.52 tn/ha⁻¹, aunque la línea CD-19-013 también demostró un buen rendimiento de 4.36 tn/ha⁻¹, ambos materiales genéticos son susceptibles a la roya. La evaluación agronómica sugiere que la línea promisorio CMU-19-001 podría ser una opción destacada para ser mejorada como una nueva variedad genética, siendo una alternativa dentro de la producción nacional.

PALABRAS CLAVES: Cebada, diversidad genética, adaptabilidad, severidad y rendimiento

ABSTRACT

The adaptability of barley has undergone different types of stresses that highlight the importance of genetic diversification in its improvement. In Ecuador, barley plays a vital role in food security and the economy. Although climatic conditions are favorable for its cultivation, it faces challenges in terms of production, quality, and disease control. The present study aimed to evaluate the agronomic performance of promising lines of covered grain barley (*Hordeum vulgare* L.) at the Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura. This allowed to evaluate the development of four promising lines of covered grain (CMU-19-001, CMU-19-002, CD-19-004 and CD-19-013) and an improved variety (INIAP CAÑICAPA 2003) and to demonstrate which of these promising lines is apt to be an improved variety. The analyses determined that the promising line CMU-19-001 showed excellent agronomic performance, outperforming the INIAP CAÑICAPA 2003 variety in several aspects such as vigor (scale 1=good), plant height 120.83 cm, straw type (scale 1=strong stems), and yield 4.52 (th/ha). Although the line CD-19-013 also showed a good yield of 4.36 (th/ha), both genetic materials are susceptible to rust. The agronomic evaluation suggests that the promising line CMU-19-001 could be an outstanding option to be improved as a new genetic variety, being an alternative within the national production.

KEY WORDS: Barley, genetic diversity, adaptability, severity, and yield.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia Poaceae, siendo uno de los cereales con más importancia alimentaria en el mundo y una de las primeras plantas domesticadas junto con el trigo, este cereal se manejó durante siglos para el subsidio alimentaria (Bard et al., 2000).

El proceso de domesticación de la cebada a lo largo de los siglos ha sido fundamental para mejorar sus características genéticas y agronómicas. Este proceso ha resultado en variedades locales que exhiben una amplia diversidad en términos de caracterización cualitativas y cuantitativas. La adaptabilidad agroecológica de este cereal a diferentes tipos de estrés como son los factores biótico y abióticos, destaca la importancia de la diversificación genética en la mejora de este cultivo (Velasco et al., 2020).

La información proporcionada por Garófalo (2012), destaca la importancia de la cebada en la producción cervecera en Ecuador. Según los estudios el 40% de la producción de este cereal en el país se destina a las fábricas cerveceras y el restante que es 60% de la producción se comercializa en mercados locales. De la cebada se genera diversos subproductos como: harina de cebada, machica, grano pelado o arroz de cebada. También se destaca que parte de esta producción se destina a la alimentación de los animales.

La información proporcionada muestra una discrepancia significativa entre la producción nacional de cebada en Ecuador y las cantidades importadas que superaron las 67 mil tn/año⁻¹. Según las estadísticas del INEC-ESPAC (2022), la superficie dedicada al cultivo de cebada fue de 11155 hectáreas con una producción anual de 14107 toneladas (INEC), 2020. En el Ecuador sus importaciones superaron las 67 mil tn/año⁻¹, este cultivo se localiza en todas las provincias de la sierra, principalmente en Chimborazo (3117 ha), Pichincha (2288 ha), Carchi (1370 ha), Bolívar (1355 ha), Tungurahua (1112 ha), y Cotopaxi (1013 ha), que son las provincias que mayor área sembradas de cebada poseen (Ponce et al., 2019).

Este cereal es significativo en la canasta básica de alimentación de los ecuatorianos, ocupando el cuarto lugar después del trigo, maíz y el arroz. Este hecho se atribuye a su fácil adaptación ecológica y a su amplia utilidad en la alimentación. La cebada es especialmente tradicional en la zona andina de Ecuador. (Ponce et al., 2021).

Presentemente el Programa de Cereales maneja un germoplasma mejorado que se está evaluando en campos experimentales, mayormente en líneas promisorias que provienen de los derivados de los cruzamientos, además de germoplasma proveniente de Centros Internacionales; de estos materiales se selecciona germoplasma mejorado para que sea evaluado y seleccionado en campos de productores, que cumplan con sus requerimientos y necesidades tanto de calidad, como de productividad, rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades (Ponce et al., 2019).

1.2 Problemática

La producción de cebada en el Ecuador es liderada principalmente por los pequeños y medianos Agricultores, refleja una realidad agrícola caracterizada por extensiones de terrenos muy limitadas, condiciones marginales y una aplicación de tecnología relativamente baja (Ponce et al., 2019).

La pérdida de resistencia a enfermedades en las variedades locales y mejoradas de cebada es un problema importante que afecta tanto al rendimiento como a la calidad de grano y cultivo. Esta situación puede provocar pérdidas significativas en la producción y afectar la rentabilidad de los agricultores. Por lo tanto, es fundamental abordar este problema mediante la generación continua de germoplasma mejorado de cebada, tanto con grano desnudo como cubierto (Garófalo, 2021).

Una de las principales causas de pérdida de producción de los cereales son las enfermedades, donde estimados oscilan entre 20% y 30%, dependiendo el genotipo, características del patógeno y de las condiciones ambientales (Ponce et al., 2021). En la actualidad en el Ecuador se han registrado pérdidas de un 50% en su producción; y las enfermedades más importantes son: roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia hordei*), escaldadura (*Rhynchosporium secalis*), virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) y *Fusarium spp* (Falconí et al., 2010).

1.3 Justificación

La cebada desempeña un papel crucial tanto en la economía como en la sociedad, especialmente en ciertas regiones de Ecuador donde es un componente fundamental en la

dieta de las familias que viven en áreas de gran altitud en la cordillera ecuatoriana, por lo tanto, junto a instituciones como el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) desempeñan un papel vital al brindar apoyo a los productores de cebada. Una de las formas en que lo hacen es a través del desarrollo de nuevas variedades de cebada. Este apoyo no solo beneficia a los productores al aumentar su productividad, sino que también tiene un impacto positivo en la seguridad alimentaria de las comunidades que dependen como parte importante de su dieta (Farinango, 2024)

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, a través del Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina lleva a cabo un programa de mejoramiento genético de cebada “Grano cubierto” que busca desarrollar nuevas variedades mediante mejoramiento genético, con el objetivo de adaptar a las diferentes condiciones climáticas del Ecuador y lograr un índice de producción satisfactoria (Garófalo et al., 2012).

Por parte del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en Ecuador, se refleja avances significativos en el mejoramiento genético de nuevas variedades para abordar desafíos específicos en la producción de este cereal, así como presentó la variedad mejorada de cebada “INIAP-CAÑICAPA-2023”, que exhibe un alto nivel de tolerancia ante varias enfermedades importantes, alto rendimiento y calidad de grano (Ponce et al., 2022).

El objetivo de esta investigación fue identificar y calificar los mejores ejemplares de cebada de grano cubierto, con el fin de garantizar producciones óptimas, donde se centró en encontrar variedades de cebada con características deseables, como alta resistencia a enfermedades, altos rendimientos, un excelente tipo y color de grano; así garantizar una producción confiable en la nación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano cubierto en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Comparar las características agromorfológicas de cuatro líneas promisorias de cebada de grano cubierto con respecto a una variedad mejorada.
- Evaluar severidad de plagas y enfermedades en los materiales en estudio.
- Analizar el rendimiento y parámetros de calidad de grano de los materiales en estudio.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis nula (H₀):

Las cuatro líneas promisoras de cebada de grano cubierto no presentan diferencias en el comportamiento agronómico con respecto a la variedad mejorada.

1.5.2 Hipótesis Alternativa (H_a):

Al menos uno de los materiales presenta diferencias en el comportamiento agronómico con respecto a la variedad mejorada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen

Uno de los cereales fundadores de la agricultura del viejo mundo es la cebada (*Hordeum vulgare* L.). Algunos restos arqueológicos de grano de cebada fueron encontrados en la región del Creciente fértil, Mesopotamia, donde indicaron que el cultivo fue domesticado entre el año 8000 A.C siendo el grano cultivado más antiguo (Ponce et al., 2020).

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es uno de los cultivos originarios de la agricultura del antiguo mundo. Su lugar de origen se encuentra en el Sureste de Asia, especialmente en el Medio Oriente y África septentrional (Cajamarca y Montenegro, 2015). En Ecuador, la superficie cultivada de cebada abarca alrededor de 50,000 hectáreas, con Chimborazo y Cotopaxi ocupando el 60%, seguidos por Pichincha e Imbabura con el 18%, mientras que el restante 22% se distribuye en otras provincias de la Sierra. Este cultivo se encuentra principalmente en las zonas altas y, en general, su grano se utiliza para consumo humano y para la producción de cerveza y malta (Basantes, 2015).

2.2 Generalidades del cultivo

La información proporcionada describe algunas características importantes de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) (Amira et al., 2017). Esta descripción destaca la importancia económica y nutricional de la cebada, así como su versatilidad en términos de cultivo en diferentes regiones del mundo.

- La cebada es una planta diploide con 14 cromosomas ($2n=2x=14$).
- Es una planta monoica, lo que significa que tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta. Además, es autógama, lo que implica que puede polinizarse a sí misma.
- Este cereal ocupa alrededor del 9.4% de la superficie total de cereales cultivados a nivel mundial. Se cultiva en otras zonas, tanto en regiones templadas y en zonas tropicales.
- Muestra una alta adaptabilidad agroecológica, lo que hace versátil para crecer en diferentes condiciones climáticas y geográficas.

- Es rica en nutrientes, con una alta concentración de carbohidratos y una cantidad moderada de proteínas, contiene un alto porcentaje de fibra dietética.

2.3 Requerimientos del cultivo

La información proporcionada por Peñaherrera (2011), desataca las condiciones ideales para el cultivo de cebada. Estas condiciones específicas reflejan la adaptabilidad de la cebada a una variedad de entornos, lo que la convierte en un cultivo versátil que pueda crecer en diferentes regiones geográficas y condiciones climáticas.

- **Altitud:** Este cereal puede cultivarse en altitudes que van desde los 2400 a 3500 m s.n.m.
- **Clima:** Requiere de 500 a 700 mm de precipitación durante su ciclo de crecimiento. La temperatura promedio para el cultivo de cebada se sitúa entre los 10 a 20 °C.
- **Suelo e importancia:** Se adapta bien a diversos tipos de suelo, siempre y cuando tengan profundidades adecuadas que eviten la formación de encharcamiento, un buen drenaje del suelo para que las raíces tengan un buen desarrollo y si la calidad del suelo es excelente este ayudará a una buena germinación de la semilla.

2.4 Descripción Taxonomía

La clasificación de la cebada según, Ponce et al., (2019) se describe de la siguiente manera:

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta – Plantas vasculares
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Hordeum</i>
Especie:	<i>vulgare</i> L.
Nombre científico:	<i>Hordeum vulgare</i> L.
Nombre común:	Cebada

2.5 Morfología de la cebada

2.5.1 Raíz

Es un sistema radicular fasciculado y fibroso, lo que quiere decir que está formado por raíces que parten de un mismo punto, lo que implica la presencia de raíces muy delgadas y entrelazadas. La profundidad de la raíz va entre los 20-30 cm del suelo, a comparación de otros cereales el sistema radicular alcanza poca profundidad en el suelo (Quelal, 2014)

2.5.2 Tallo

Los tallos son erectos, lo que significa que crecen hacia arriba en forma vertical, presentan una cavidad en el centro, lo que puede influir en la resistencia estructural y el transporte de nutrientes y agua. Se menciona que los tallos tienen entre 5 a 7 entrenudos cilíndricos. La altura de los tallos puede variar dependiendo de la variedad y las condiciones agroclimáticas, pudiendo alcanzar una altura entre 80 a 150 cm (Quelal, 2014).

2.5.3 Hojas

Las hojas son lineadas y lanceoladas, lo que quiere decir que tiene una forma alargada y puntiaguda, además, son compuestas y constan de una vaina, lamina, lígula y dos aurículas. Las hojas son grabas que generalmente no tiene pelos, muy raramente vez pueden ser pubescentes, por otro lado, al ancho de la hoja varía entre 15 y 15 mm dependiendo a la variedad (Simbaña, 2023).

2.5.4 Espiga

Las espigas esta formadas por espiguillas, que se dispones en grupos de tres a ambos lados del raquis (eje central de la espiga), además, si todas las espiguillas son fértiles, se origina una espiga de seis hileras (hexástica), lo que implica seis filas de granos a lo largo de la espiga, por otro lado, si las espiguillas centrales son fértiles, se origina una espiga de dos hileras (dísticas), con dos filas de grano a lo largo de la espiga. Las espigas pueden tener barbas o no, lo que significa a la presencia de pelos en las glumas de las espiguillas también pueden ser lisas o dentadas (Ponce et al., 2019).

2.5.5 Grano

El tipo se grano o semilla de este cereal es cariósipide oval, lo que significa que es una semilla seca, indehiscente (no se abre) y está unida al ovario de la flor. Esta

generalmente cubierta por la palea y la lemma, que son estructuras que forman parte del conjunto de brácteas en la inflorescencia, lo que proporciona protección al grano, por otro lado, hay variedades de grano desnudo lo que indica que no presentan las brácteas anteriormente mencionadas (Ponce et al., 2019).

2.6 Etapas fenológicas del cultivo

2.6.1 Germinación

Se provee de 5 a 10 días según la temperatura, para la germinación requiere una temperatura de 1 a 2 ° C. Después de que la semilla absorbe la humedad, emerge la raíz primaria. Posteriormente sale el primer brote principal de hojas que está dentro del coleóptilo (una vaina de la hoja que encierra la planta embrionaria). Por lo tanto, la profundidad de siembra no debe exceder la longitud que pueda crecer el coleóptilo (Ponce et al., 2019).

2.6.2 Establecimiento de la plántula y producción de hojas

Una vez que la plántula ha emergido, el coleóptilo deja de alargarse y aparece la primera hoja verdadera, dependiendo la variedad y las condiciones climáticas las hojas aparecen cada 3 a 5 días. Se forma el tallo principal y generalmente se forman más hojas (Ponce et al., 2019).

2.6.3 Macollamiento o formación de tallos

Los macollos se forman en base a que las yemas axilares maduras del tallo principal explotan formando un nuevo tallo. La cantidad de macollos que puede producir una planta estará afectada por la densidad de siembra, la genética, el manejo y las condiciones de ambiente, en general la cebada produce entre cinco a seis macollos (Farinango, 2024).

2.6.4 Elongación del tallo o encañado

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

2.6.5 Polinización

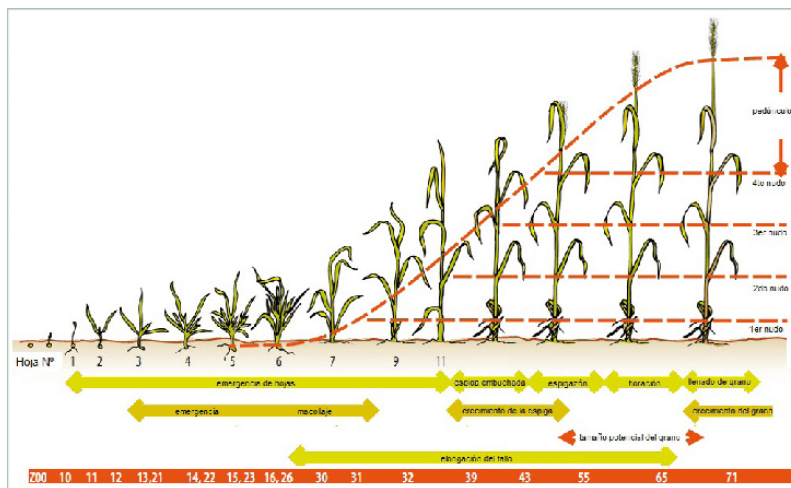
La polinización en la cebada ocurre generalmente justo antes o durante la aparición de la espiga en el embuchamiento. La polinización comienza en la porción

central de la espiga y avanza hacia la punta y la base, de este modo la flor se abre por 100 minutos, pero la extrusión de las anteras y su dehiscencia es de solamente 10 minutos (Farinango, 2024).

2.6.6 Desarrollo del grano y maduración

Los granos comienzan a desarrollarse. La longitud del grano de cebada se establece en primer lugar, seguido por su anchura. Este periodo dura unos 10 días después de la etapa lechosa, por último, cuando se acerca la madurez el grano pierde rápidamente agua, su consistencia se vuelve más sólida, denominada “pasta dura o masa”; aquí es cuando su núcleo pierde su color verde (Ponce et al., 2020).

Figura 1
Etapa fenológica de la cebada



Fuente: (Pérez, 2010)

2.7 Plagas y enfermedades

Según Cajamarca y Montenegro (2015), las principales plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo de cebada son:

2.7.1 Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

La roya amarilla es producida por el hongo *Puccinia striiformis*. Esta enfermedad es una de las más importantes y devastadoras para los cultivos especialmente en cereales, esta enfermedad se caracteriza por formar líneas amarillas en las hojas de las plantas. Estas líneas están compuestas por pústulas, que son estructuras de reproducción del hongo que contiene esporas que se dispersan fácilmente y pueden afectar a otras plantas cercanas. La enfermedad puede manifestarse aproximadamente a las 70-90 días después

de la siembra, y puede afectar tanto a las hojas como a las espigas de los cereales (Caluguillin, 2023) (Figura2).

Figura 2

Enfermedad de la roya amarilla (Puccinia striiformis) en las hojas



Fuente: (Ponce, 2015)

2.7.2 Roya de la hoja (Puccinia hordei)

La roya de la hoja es una enfermedad común en los cultivos de cebada y está causada por el hongo *Puccinia hordei*. Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de pústulas en las hojas de las plantas, que suelen tener una forma circular o ligeramente elíptica y pueden variar en el color. A diferencia de la roya amarilla, la distribución de las pústulas de la roya de la hoja no sigue un patrón específico y pueden aparecer de manera dispersa en las hojas. Esta enfermedad puede afectar seriamente al rendimiento de la planta si no se controla adecuadamente (Lasluisa, 2022) (Figura 3).

Figura 3

Enfermedad de la roya de la hoja (Puccinia hordei)



Nota. Presencia de la roya de la hoja en la cebada.

Fuente: (Ponce, 2015)

2.7.3 *Virus del enanismo amarillo de la cebada.*

Esta enfermedad es viral que afecta a los diferentes cultivos de cereales y puede causar síntomas como hojas amarillentas, engrosadas y rígidas. Además, las plantas afectadas pueden experimentar un retraso en la formación de espigas, lo que puede resultar en una disminución del rendimiento del cultivo, hasta un 20% en su producción. Por otro lado, esta enfermedad se transmite principalmente a través de pulgones, que actúan como vectores del virus al alimentarse de las plantas infectadas y luego prolongar a otras plantas (Flores, 2023).

2.7.4 *Carbón (Ustilago nuda)*

La aparición de esta enfermedad comienza desde la época de la floración y principalmente en las espigas. Los síntomas de esta enfermedad incluyen la formación de masas de esporas de carbón en lugar de las espigas normales, que tienen un aspecto similar al hollín y son fácilmente reconocibles. El principal medio de dispersión de la enfermedad es a través de semillas infectadas (Lasluisa, 2022) (Figura 4).

Figura 4

Espiga de la cebada afectada por el hongo



Nota. En la figura se observa la presencia del carbón en la espiga.
Fuente: (Ponce, 2015)

2.7.5 *Mancha foliar (Rhynchosporium secalis)*

Esta afecta a los cultivos de cebada y puede causar pérdidas significativas en los rendimientos si no se controla adecuadamente. Los síntomas típicos incluyen la aparición de manchas necróticas en las hojas de la cebada, que eventualmente se desarrollan en forma de patrones reticulados o en forma de red, por lo tanto, esta enfermedad puede

afectar a las hojas desde la etapa de vegetación hasta la cosecha, a medida que la enfermedad avanza provoca la disminución en el peso y la cantidad de granos por metro cuadrado; lo que puede resultar una pérdida de rendimiento de hasta el 20% (Sánchez, 2023) (Figura 5).

Figura 5

Hoja de la cebada infectada por la Mancha foliar



Nota. En la figura se muestra se severidad de la Mancha foliar

Fuente: (Ponce, 2015)

CAPITULO III

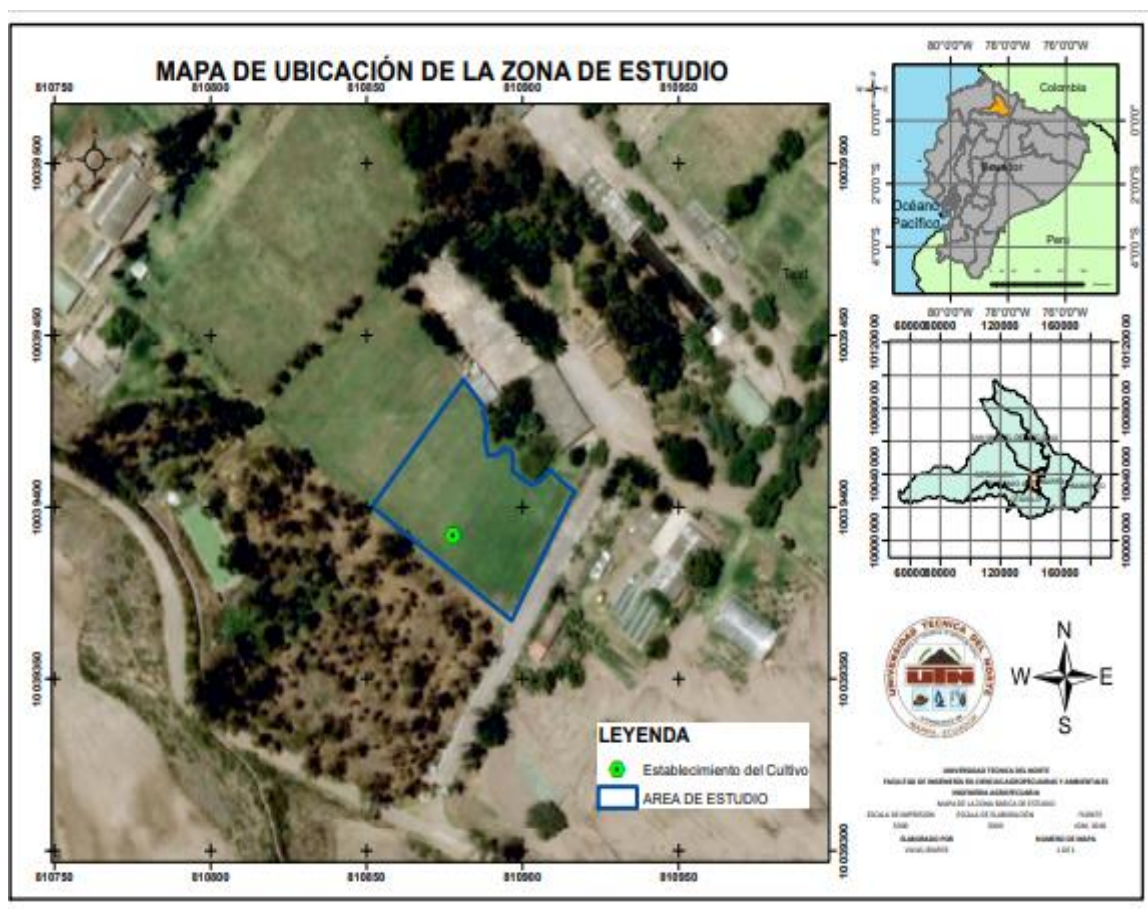
MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la Granja Experimental La Pradera que está ubicada en la parroquia San José de Chaltura (Figura 6).

Figura 6

Mapa de ubicación de la zona de estudio



3.2 Ubicación Geográfica

El presente estudio se ejecutó en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante y parroquia San José de Chaltura, se describe las características del área de estudio a continuación (Tabla 1).

Tabla 1*Características del área de estudio*

Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	San José de Chaltura
Lugar	Granja Experimental La Pradera
Altitud	2350 m.s.n.m
Coordenadas	X=810913-E Y=10039425-N
Temperatura media anual	16.4°C
Precipitación media anual	600 a 800 mm
Humedad relativa	68.9%

Fuente. (Gobierno municipal de Antonio Ante, 2013)

3.3 Materiales, insumos, equipos, herramientas

Para el ensayo es necesario el uso de materiales, equipos, insumos y herramientas que garanticen el cumplimiento (Tabla 2).

Tabla 2

Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizadas para la investigación en semillas de cebada grano cubierto

Materiales de oficina	Materiales de campo	Equipos	Insumos
Computadora	Estacas	Tractor	Líneas promisorias
Calculadora	Cinta métrica	Trilladora	Variedad mejorada
Registro	Piola		Fertilizante
Cámara fotográfica	Azadón		
Libro de campo	Pala		
	Rastrillo		

3.4 Métodos

3.4.1 Factores de estudio

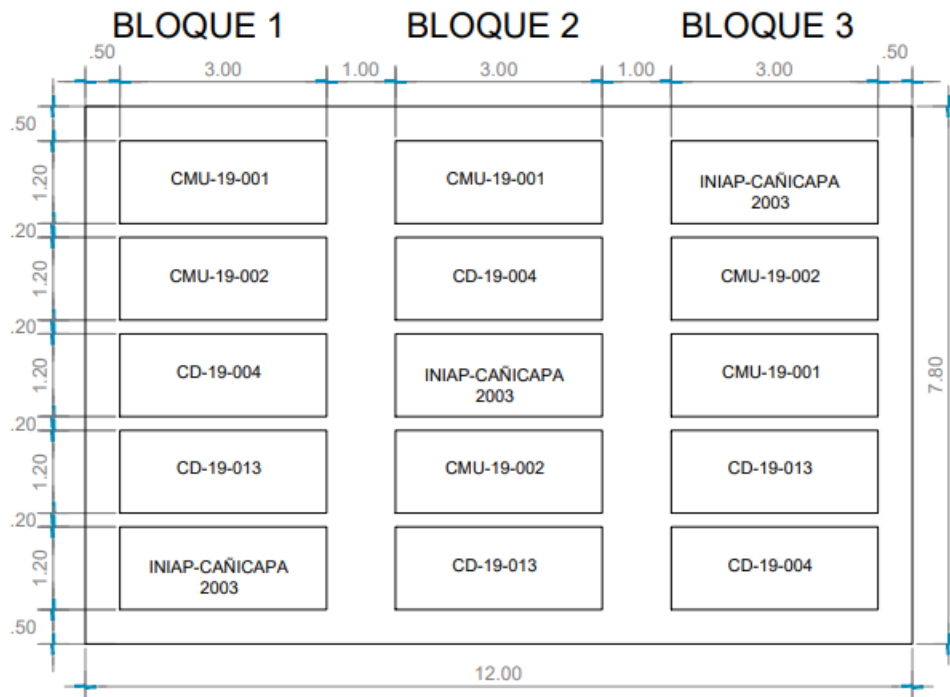
El factor de estudio de la presente investigación son las líneas promisoras CMU-19-001, CMU-19-002, CD-19-04 y CD-19-013 con una variedad mejorada INIAP-CAÑICAPA-2003 las cuales fueron proporcionadas por el INIAP.

3.4.2 Diseño experimental

Para el desarrollo del ensayo se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones, en la cual se colocó las cuatro líneas promisorias y una variedad mejora en forma aleatoria como se muestra en la (Figura 7).

Figura 7

Croquis experimental del estudio agronómico de cuatro líneas promisorias de y una variedad mejorada de cebada grano cubierto



3.4.3 Características del experimento

- Bloques: 3
- Tratamientos: 5
- Número de unidades experimentales: 15
- Área total del ensayo: 102 m²

3.4.4 Características de la unidad experimental

- Área de la unidad experimental: 3.6 m²
- Largo de la parcela: 3m
- Ancho de la parcela: 1.20m
- Largo del surco: 3m
- Distancia entre surcos: 20cm
- Distancia entre unidad experimental: 0.20m²
- Distancia entre bloques: 1m
- Número de surcos en cada parcela: 8
- Cantidad de semilla: 5gr
- Densidad de siembra: 150kg/Ha

3.4.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos que se utilizó el programa INFOSTAT (Tabla 3).

Tabla 3

Análisis de varianza del experimento de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto

Fuente de variación	Formula	G. L
Total	$(t \times R)-1$	14
Bloques	$(t-1)$	2
Error	$(R-1)$	4
Total	$(t-1)(R-1)$	8

3.5 Variables a evaluar

En la siguiente investigación las variables en estudio se encuentran establecidas por el comportamiento agronómico de la cebada (Ponce et al., 2019).

3.5.1 Emergencia

Mediante la observación directa se registró el porcentaje de emergencia de cada bloque, donde se evaluó en la etapa de desarrollo Z12 o Z13 con la siguiente escala que permitió clasificar el porcentaje de emergencia de forma clara y fácil (Tabla 4).

Tabla 4

Escala de evaluación de emergencia

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

3.5.2 Vigor de la planta

La variable vigor de la planta es un parámetro subjetivo que se evaluó visualmente, comparando el desarrollo general de las plantas entre las parcelas. Se utilizó para determinar la salud y la fuerza de crecimiento de las plantas de cebada durante su ciclo de crecimiento, por lo tanto, se utilizó una escala del 1 al 5 (Tabla 5).

Tabla 5

Escala de evaluación del vigor de la planta para cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto

Escala	Nomenclatura	Descripción
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

3.5.3 Habito de crecimiento

Mediante una observación directa se valoró cada unidad experimental de acuerdo con la disposición de las hojas, desde una posición muy erecta hasta una posición completamente postrada; por lo tanto, para la toma de este parámetro se lo realizó en la etapa de macollamiento es decir en Z20-Z29, con la siguiente escala (Tabla 6).

Tabla 6

Escala de habito de crecimiento para cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.
2	Intermedio	Hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados.
3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo.

3.5.4 Días de espigado

Mediante la observación directa se registró el número de días transcurridos desde la siembra, hasta que el 50% de las plantas de las diferentes líneas promisoras presentaron espigas en cada una de las unidades experimentales. Realizando lecturas continuas debido a que las plantas florecen en diferentes días. Para el registro de este parámetro se lo valoró cuando la planta se encontró en la etapa de Z55 a la mitad de la inflorescencia emergida.

3.5.5 Altura de la planta

Para esta variable se tomó 10 plantas aleatoriamente de cada unidad experimental, se utilizó una regleta donde se midió desde la superficie de suelo hasta el extremo de la

espiga en cada una de las 10 plantas seleccionadas, esto se realizó cuando el cultivo estuvo listo para la cosecha.

3.5.6 Tipo de tallo

Con esta variable se evaluó la dureza y la flexibilidad del tallo, se valoró en la etapa de desarrollo de la planta Z91. Para este parámetro se utilizó una escala de 1 a 3, descrita en el siguiente cuadro (Tabla 7).

Tabla 7

Escala para evaluar tipo de tallo para cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Tallo fuerte	Tallos gruesos, 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 soporta el viento y el acame.

3.5.8 Rendimiento del grano

Este parámetro es importante porque demuestra la producción potencial en grano de cada línea promisorio y la variedad mejorada. Por lo cual, se pesó en su totalidad la producción obtenida de cada unidad experimental, para esta variable la producción estaba con 13% de humedad y limpio.

3.5.9 Peso hectolítrico

Se extrajo una muestra de 1kg de grano de cada parcela, esta muestra estuvo libre de impurezas, se utilizó una balanza de peso hectolitro y para evitar errores se lo efecto al menos tres mediciones al azar, para sacar un promedio.

3.5.10 Tipo y color del grano

Esta variable se evaluó en la post cosecha. Para esta evaluación se empleará la siguiente escala (Tabla 8).

Tabla 8

Escala de evaluación de tipo y color de grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada

Escala	Descripción
***	Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema
**	Grano mediado, redondo, blanco o amarillo
*	Grano mediano, alargado, crema o amarillo
+	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado

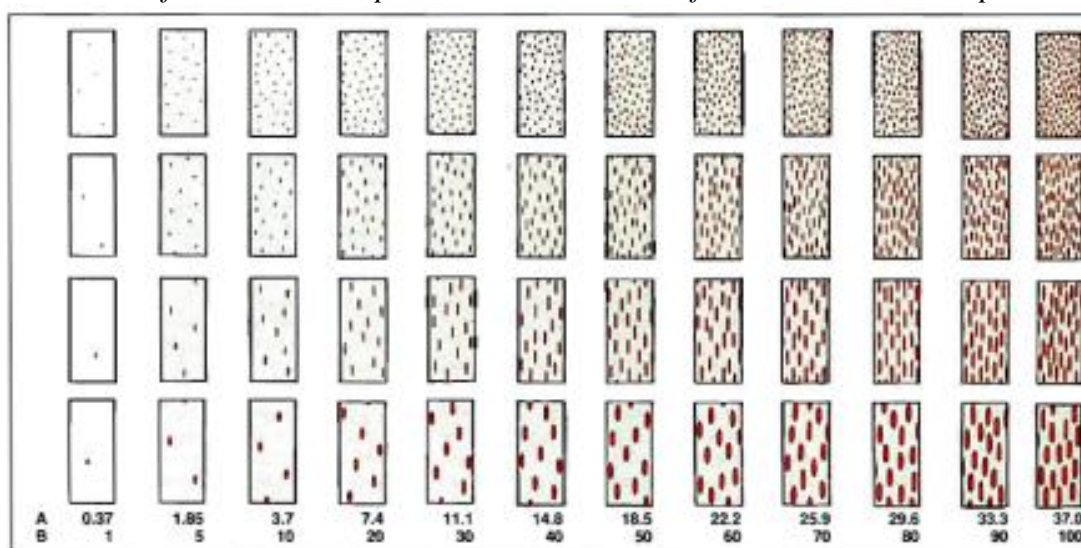
3.5.11 Reacción a enfermedades

3.5.11.1 Roya

Para calificar el daño causado por la enfermedad de la Roya en el cultivo de cebada, se utilizó la escala modificada de Cobb, por medio de observaciones con un intervalo de porcentajes, como la gravedad de la infección de esta enfermedad (Figura 7) (Ponce et al., 2019).

Figura 7

Escala modificada de Cobb, para la evaluación de enfermedades causando por la roya



Fuente (Garrido,2017)

Igualmente, para poder decretar el tipo de reacción de la Roya se utilizó la escala descrita en la (Tabla 9), donde se relaciona el porcentaje de severidad con el tipo de reacción.

Tabla 9

Escala modificada de COBB para identificar la severidad en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada

Tipo de reacción	Descripción
O	Ningún tipo de reacción
R	Resistente
MR	Moderadamente resistente
MS	Moderadamente susceptible
S	Susceptible

3.5.11.2 Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV)

El virus del enanismo ataca de manera severa a las gramíneas en especial a la cebada. Para la evaluación de esta enfermedad se lo realizó visualmente, donde se utilizó una escala del 1-9, indicando la severidad (Tabla 10).

Tabla 10

Escala para determinar la severidad del Virus del enanismo amarillo (BYDV) en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada

Grado	Significado
1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo) en la punta de pocas hojas, planta de apariencia vigorosa.
2	Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas.
3	Amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay señales de enanismo o reducción de macollamiento.
4	Amarillamiento moderado o algo extenso, no hay enanismo.
5	Amarillamiento más extenso; vigor de planta moderado, o pobre, cierto enanismo.
6	Amarillamiento severo, espigas pequeñas; enanismo moderado, apariencia pobre de la planta.
7	Amarillamiento severo, espigas pequeñas, enanismo moderado, apariencia pobre de planta.
8	Amarillamiento casi completo, de todas las hojas; enanismo, macollamiento reducido en apariencia (presencia de rosetas); tamaño reducido de las espigas con alguna esterilidad.
9	Enanismo severo; amarillamiento completo, espigas escasas; considerable esterilidad, madurez acelerada o secamiento de planta antes de la madurez normal.

3.6 Manejo del cultivo

3.6.1 Selección del lote

El terreno donde se efectuó los ensayos tenía un componente muy importante, que es una pendiente no mayor al 5%, lo que facilitó a las labores agrícolas y redujo el riesgo de erosión en el suelo, además, el terreno poseía fácil acceso al reservorio que facilitaba asegurar el suministro de riego (Figura 8).

Figura 8 Selección del lote para la implementación del ensayo



3.6.2 Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó con la debida anticipación (dos meses antes de la siembra), garantizando que existe una adecuada descomposición de las malezas, residuos y/o abono orgánico (estiércoles), a incorporarse al lote. La preparación del suelo consistió en un pase de arado y dos pases de rastra. Con el terreno bien preparado favoreció a la germinación y facilito al establecimiento del cultivo (Figura 9).

Figura 9

Preparación del terreno para el ensayo de evolución agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada



3.6.3 Siembra

Para la siembra se manejó una sembradora experimental con calibración para una densidad de 150 kg/ha^{-1} , se aseguró que el suelo tuviera una adecuada humedad para garantizar una excelente germinación de las semillas. La profundidad de siembra fue aproximadamente de 5cm para evitar el ahogamiento o la pérdida de semillas (Figura 10).

Figura 10

Siembra mecanizada para el estudio agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejora de cebada de grano cubierto



3.6.4 Fertilización

Para la fertilización la recomendación para un rendimiento de 4 toneladas por hectárea es de: 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo (P_2O_5), 50 kg de Potasio (K_2O) y 20 kg de Azufre (S), 1 kg de Magnesio (MgO), 1 kg de Boro (B) y 4 kg de Calcio (Ca). En el momento de la siembra se utilizó 250 kg con relación a una hectárea de fertilizante compuesto 15-30 15+EM (elementos menores). En la etapa de macollamiento, se aplicó el 80% restante del nitrógeno en la etapa de Zadoks (Z 30) la (fertilización nitrogenada complementaria) (Figura 11).

Figura 11

Fertilización de cebada de grano cubierto en la granja experimental La Pradera, Chaltura – Imbabura



3.6.5 Control de malezas

Para el control de malezas de hoja ancha se optó por el herbicida metsulfurón-metil, se aplicó durante la etapa de macollamiento (Z20). Se utilizó una bomba de 20 litros como equipo de aplicación y distribuir el herbicida de manera eficiente, donde se aplicó una dosis de 10gr de herbicida por cada bomba (Figura 12).

Figura 12

Aplicación foliar de herbicida selectivo para control de maleza en cebada desnuda en la granja experimental La Pradera



3.6.6 Controles fitosanitarios

En la investigación se evaluó la incidencia y severidad de las principales enfermedades, por lo que no se realizó aplicación de agroquímicos para el control de enfermedades.

3.6.7 Cosecha

La cosecha de la cebada se la realizó de forma manual, usando una hoz para cortar las espigas de la cebada, este proceso se lo realizó cuando las plantas llegaron a su madurez en campo. Una vez cosechado la cebada se almacenó en bolsas resistentes y duraderas para proteger el grano de la humedad y de los insectos (Figura 13).

Figura 13

Cosecha de cebada de grano cubierto de forma manual en La Granja Experimental Chaltura – Imbabura



3.6.8 Trilla

Para la trilla se realizó de forma mecánica utilizando una trilladora para experimentos. El grano trillado fue almacenado en fundas de tela con su debida etiqueta, que contenga la información del ensayo (Figura 14).

Figura 14

Trilla de ensayo de cebada de grano cubierto en la granja experimental La Pradera, Chaltura – Imbabura



3.6.9 Secado de la semilla

Después de la cosecha y el trilla (que separa el grano de la paja), el grano de cebada se dejó secar en temperatura ambiente, con el objetivo de reducir la humedad del grano a un 13%. Luego se realizó el proceso de limpiado del grano, eliminando las impurezas o residuos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Vigor de la planta

Los análisis de tablas de contingencia de datos cualitativos indica que no hay asociación ($gl=4$, $X^2= 0.3687$) entre las líneas evaluadas y el vigor de la planta (Tabla 11).

Tabla 11

Análisis de los datos cualitativos para la variable de vigor en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada de grano cubierto

Estadístico	Valor	GL	P
Chi Cuadrado Pearson	4.29	4	0.3687

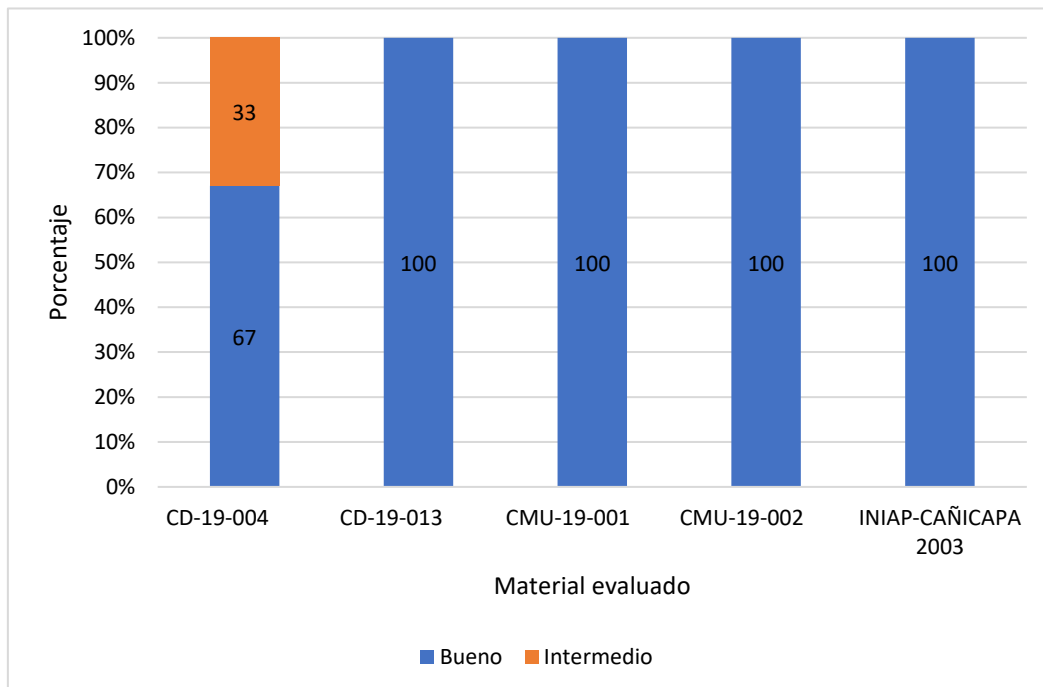
Nota: GL: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

Según los datos reportados en la Figura 15, se pudo observar que las líneas promisorias y la variedad mejorada no muestran diferencia significativa, debido a que CD-19-013, CMU-19-001, CMU-19-002 y la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003, se encuentran en el 100% de las observaciones en la escala 1(Bueno), donde representa un buen vigor, con plantas y hojas grandes bien desarrolladas. Solamente, la línea promisoriosa CD-19-004 disminuye en un 33% de las observaciones en la escala 2 (Intermedio).

Según Pérez y Pita (1999), el vigor de las plantas se atribuye a la armoniosa interacción de diversas características inherentes a las semillas. Aspectos claves incluyen la constitución genética, las condiciones ambientales y nutricionales, entre otros elementos determinantes. Cada uno de estos factores desempeña un papel crucial en el desarrollo saludable de las plantas, contribuyendo de manera integral a su fortaleza y vitalidad (Ponce et al., 2019).

Figura 15

Vigor de planta en cebada de grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la granja experimental La Pradera, Chaltura – Imbabura



4.2 Hábito de crecimiento

Los análisis de las tablas de contingencia de los datos cualitativos indican que no existe asociación ($gl=4$; $\chi^2=0.6446$) entre las líneas evaluadas y la variedad mejorada con respecto al hábito de crecimiento de la planta (Tabla 12).

Tabla 12

Estudio de tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable hábito de crecimiento

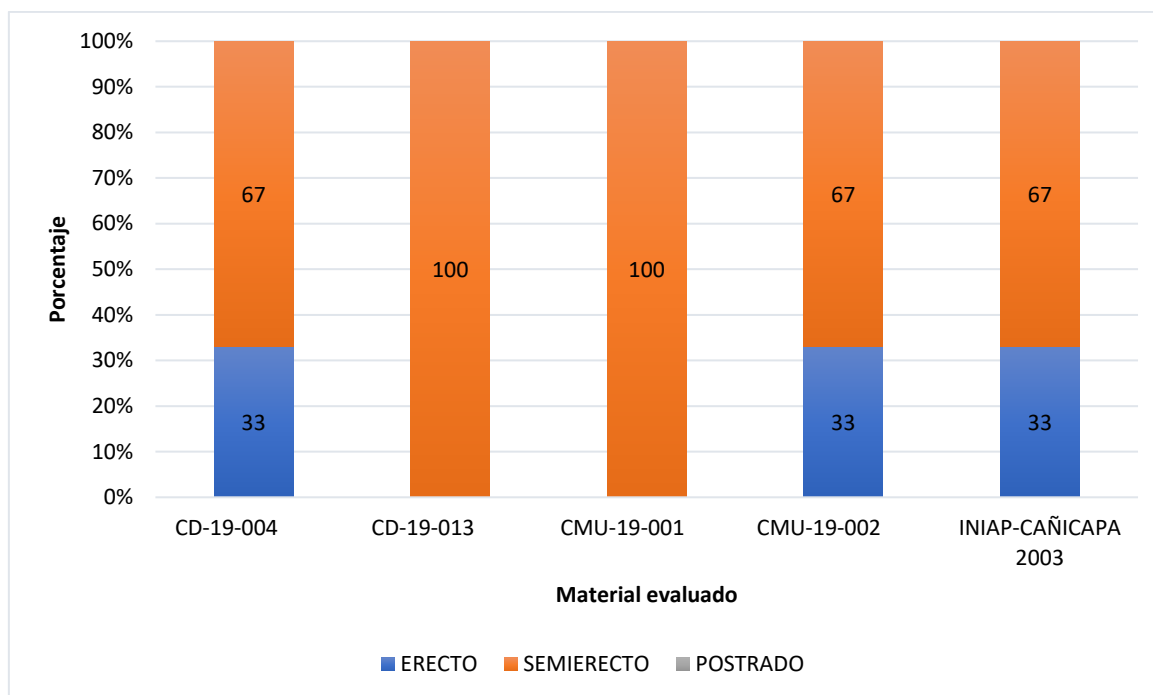
Estadístico	Valor	GL	P
Chi Cuadrado Pearson	2.50	4	0.6446

Nota: GL: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

Según los datos registrados en la Figura 16, se pudo observar que las líneas promisorias y la variedad mejorada no muestran observaciones en la escala 3 (Postrado). Por otro lado, se aprecia que las líneas promisorias CD-19-013 y CMU-19-001 se encuentran en el 100% de las observaciones en la escala 2 (Semierecto), similar en un 67% a las líneas CD-19-004, CMU-19-002 y la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003, mientras que el restante 33% se encuentra en la escala 1 (Erecto), respectivamente.

Figura 16

Hábito de crecimiento de cebada grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la granja experimental La Pradera, Chaltura – Imbabura



Por otro lado al comparar estos resultados con los de la investigación de Lasluisa (2022), estos resultados coinciden debido a que las líneas promisorias CD-19-013, CMU-19-001, CMU-19-002 y la variedad mejorada INIAP-CAÑICA 2003, se encuentran en la escala 2 (Semierecto), sin embargo no coincide en la línea promisoriosa CD-19-004, ya que, en la investigación de mencionada autora muestra, un 100% en sus datos estando en la escala 1 (Erecto), mientras que en esta investigación solo el 33% se encuentra en esa escala. Estos resultados se deben a las condiciones agroclimáticas del sector donde se realizaron cada una de las investigaciones.

Según Farinango (2024), indica que este comportamiento de ciertas características de la planta esta influenciada por su constitución genética, es decir por los genes heredados del germoplasma, también señala que existe factores ambientales que pueden modular estas características. Entre estos factores se incluye la temperatura, la cantidad de precipitación, la duración del fotoperiodo (la cantidad de la luz diurna que recibe la planta) y la disponibilidad de nutrientes en el suelo, por lo tanto, esto puede influir en su hábito de crecimiento.

4.3 Tipo de paja

Los análisis de las tablas de contingencia de los datos cualitativos indican que existe asociación ($gl=8$; $\chi^2=0.0432$) entre las líneas promisorias y la variedad mejorada con respecto al tipo de paja (Tabla 13).

Tabla 13

Análisis de tablas de contingencia para la variable tipo de paja en cultivo de cebada

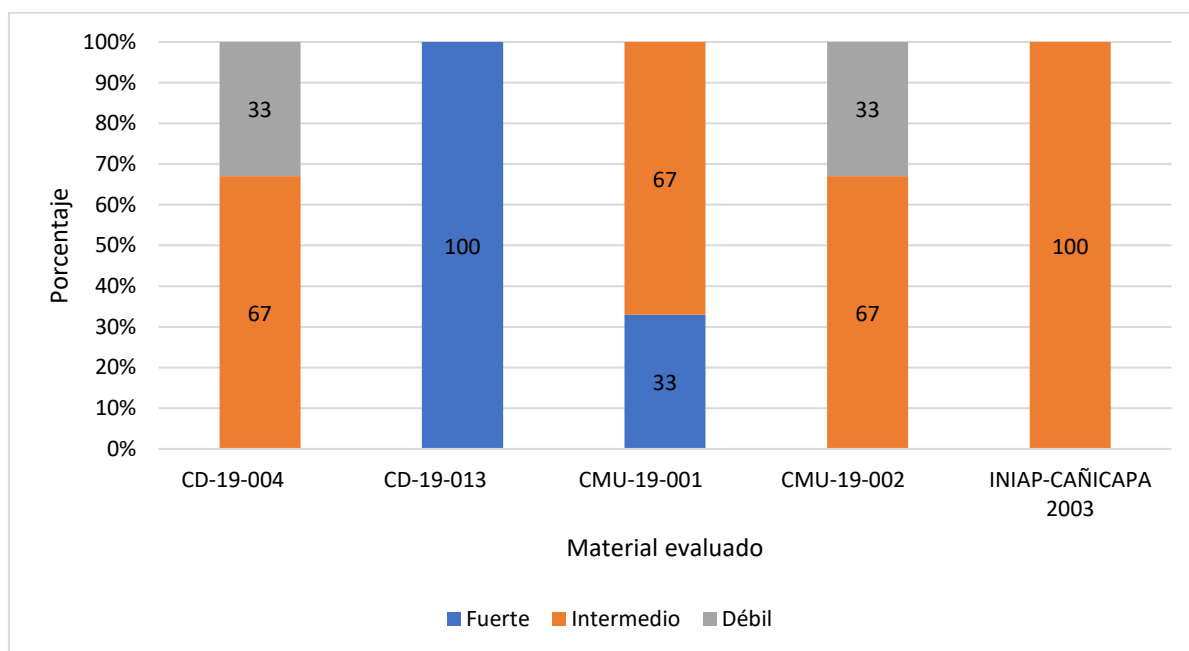
Estadístico	Valor	Gl	P
Chi Cuadrado Pearson	14.17	8	0.0432

Nota: GL: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

Al analizar los datos reportados en la Figura 17 se puede apreciar que de la línea promisorio CD-19-013, el 100% de las observaciones se encuentra en la escala 1 (Tallo fuerte), por lo tanto, se asume que es al que mejor condición presenta y según Ponce et al., (2019) son tallos resistentes al acame. Por otro lado; se observó que la variedad mejorada INIAP-CAÑICAPA-2003 obtuvo el 100% en la escala 2 (Tallos intermedios); mientras que las líneas promisorias CD-19-004, CMU-19-002 y CMU-19-001 obtuvieron un 33% de escala 3 (Tallos débil).

Figura 17

Tipo de paja en cebada de grano cubierto en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la granja experimental La Pradera, Chaltura- Imbabura



Al comparar estos resultados con los de Lasluisa (2022), en lo que se evaluó el mismo material genético se puede apreciar que existe concordancia en las investigaciones, debido a que coinciden las observaciones para las líneas promisorias CD-19-004, CMU-19-001 y CMU-19-002 en ambos lugares ya que se encuentran en la escala 2 (Tallos Intermedios), no obstante, la línea promisoría CD-19-013 en el campus Chaltura se encontró en la escala 1 (Tallos fuertes) a diferencia de la investigación realizada en Salache que todas las líneas promisorias tuvieron una escala 2 (Tallos intermedios). Según Puelles (2024), el comportamiento observado en las plantas podría ser el resultado de una combinación de diversos factores ambientales como la cantidad de lluvia, el clima, la velocidad del viento y la duración del día.

4.4 Tipo y color de grano

Los resultados del análisis estadístico para la variable tipo y color de grano indican que existe asociación ($gl=4$, $X^2= 0.0047$) entre las líneas evaluadas y la variedad mejorada (Tabla 14).

Tabla 14

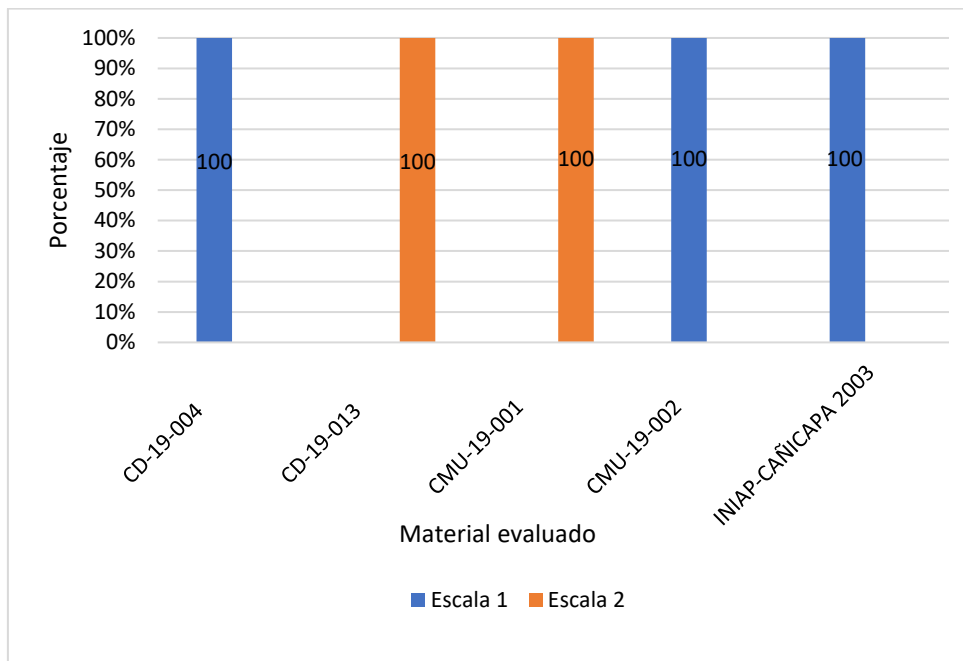
Análisis de tabla de contingencia para la variable tipo y color de grano de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada

Estadístico	Valor	GL	P
Chi Cuadrado Pearson	15.00	4	0.0047

En la Figura 18 se puede observar que, el 60% de los materiales evaluados se caracterizó por tener un tipo y color de grano en la escala 1 (Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema), por lo tanto, el 40% se caracterizo en la escala 2 (Grano mediano, redonde, blanco o amarillo). Las líneas promisorias CD-19-004, CMU-19-002 y la variedad mejorada INIAP-Cañicapa-2033, obtuvieron un porcentaje del 100% en la escala 1 (Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema), mientras que las líneas promisorias CD-190-013 y CMU-19-001 obtuvieron un porcentaje del 100% en la escala 2 (Grano mediano, redonde, blanco o amarillo).

Figura 18

Tipo y color de grano de cebada grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura



Según Lasluisa (2022), en su investigación el comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada dística en el campus Salache en Cotopaxi indicó que la línea promisoriosa CMU-19-002 presentan una escala 2 lo que indica que el grano es mediano, redondo, blanco o amarillo, mientras que CMU-19-001, CD-19-004, CD-19-013 y la variedad liberada INIAP-CAÑICAPA 2003 presentan una escala 3 lo que indica que el grano es mediano, alargado, crema o amarillo, por lo tanto esto indica que las líneas promisorias y la variedad mejorada de cebada de grano cubierto se adapta mejor a las condiciones climáticas de Chaltura. Para Galarza (2023), estos resultados pueden verse influenciados por las precipitaciones, por la incidencia de enfermedades que afectaron a la espiga.

4.5 Altura de la planta

Los resultados del análisis estadístico para la variable altura de la planta indican que no existen diferencias significativas entre las variedades y líneas promisorias de cebada que han sido evaluadas (Tabla 15) (GL: 4.8; Valor F: 1.23; Valor P: 0.2993).

Tabla 15

Análisis de tabla de contingencia para la variable altura de la planta de cuatro líneas promisorias y una variedad en cultivo de cebada

Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
Variedades/Líneas	4	143	1.23	<0.2993

Nota: GL FV: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

En cuanto a la prueba estadística LSD de Fisher con un valor de significancia al 5%, el análisis de los resultados, demuestran que, para la variable de altura de la planta, las líneas promisorias y la variedad mejorada alcanzan una media de 118.26 cm. Según Garrido (2017), la altura de planta en la ficha técnica de la variedad de cebada dística INIAP-CAÑICAPA 2003 se encuentra en un rango de 110 a 130 cm, a comparación con la investigación de Lasluisa (2022), en la variedad INIAP-CAÑICAPA-2003 tuvo una altura de 108.70 cm lo que indica que no está en un rango óptimo, lo que pudo afectar para que esta variedad es la disponibilidad de nutrientes, las condiciones climáticas, sequía, entre otros.

Por otro lado, las líneas promisorias alcanzan una media similar a la de la variedad mejorada, por lo que se puede asumir que estas se adaptaron con facilidad a las características ambientales que presenta la zona de investigación.

4.6 Días al espigamiento

Los resultados del análisis estadístico para la variable días al espigamiento indican que existen diferencias significativas entre las variedades y líneas promisorias de cebada que han sido evaluadas (Tabla 16) (GL: 4.8; Valor F: 4.14; Valor P: 0.0417).

Tabla 16

Análisis de varianza para días al espigamiento de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada

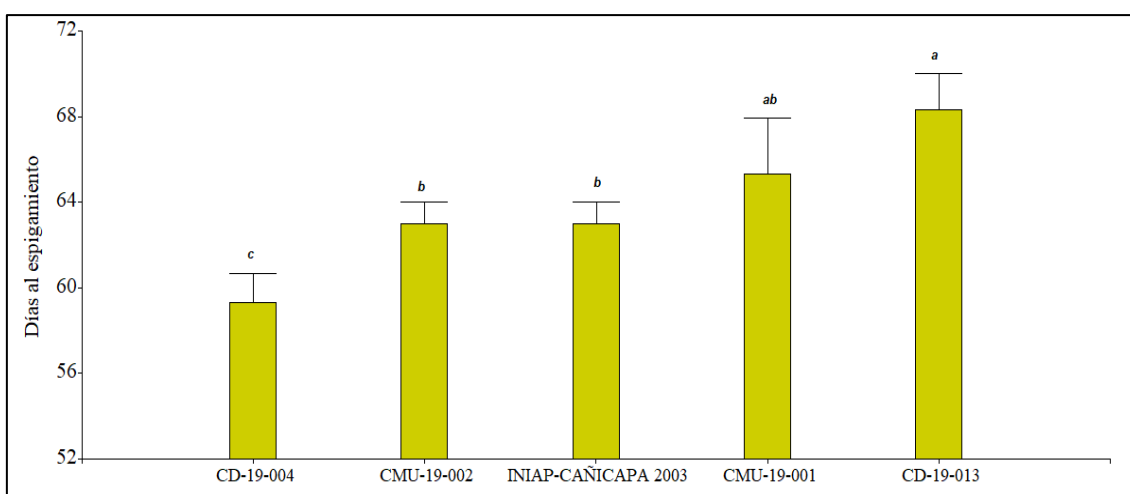
Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
Variedades/Líneas	4	8	4.14	<0.0417

Nota: GL: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

En cuanto al comportamiento agronómico en la Figura 19, se muestra los días al espigamiento de la cebada, donde la línea promisoría CD-19-004 llega a 59.33 días lo que la convierte en la línea más precoz en comparación a CMU-19-002 que llega 3.67 días más tarde, similar a la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003. Además, CMU-19-001 llega 6 días después y finalmente CD-19-013 es la línea más tardía, llegando a espigar 9 días después que la línea más precoz.

Figura 19

Días al espigamiento de cebada de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada en la graja experimental La Pradera, Chaltura- Imbabura



Al comparar estos resultados con los obtenidos por Orrolla (2016), no coinciden debido a que reporta que para la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003 los días al espigamiento los alcanza a los 82 a 90 días, mientras que en esta investigación el 50% de las espigas aparecen a los 63 días al espigamiento, por otro lado, al contrastar esta investigación con la de Lasluisa (2022) en su investigación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada dística en el campus Salache en Cotopaxi, donde evaluó el mismo material genético, los resultados no coinciden debido a que reporta para la línea promisoría CMU-19-001 79 días, 13 días más que en esta investigación, mientras que la línea CD-19-013 llegó a espigar a los 79 días, 10 días de diferencia. Finalmente, para el caso de las líneas CMU-19-002 y MCU-19-001 en el campus Chaltura es relativamente mejor debido a que espiga 20 días antes que en el campus Salache, los datos de los autores antes mencionados los resultados no coinciden debido a los factores agroecológicos que afectaron en el momento de la investigación como: sequía, altas y bajas temperaturas, alta humedad.

Según Farinango (2024), en su investigación realizada en la granja La Pradera Chaltura en cebada de grano desnudo los resultados indicaron que la línea promisoría más precoz espiga a los 64 días, lo que indica que no hay mucha diferencia con la investigación en cebada de grano cubierto realizada en la granja La Pradera; por lo tanto, eso indica que las condiciones climáticas en Chaltura son óptimas para la producción de cebada.

4.7 Rendimiento

Los resultados del análisis estadístico para la variable rendimiento, indican que no existen diferencias significativas entre las variedades y líneas promisorias de cebada que han sido evaluadas (GL:4.8; Valor F: 1.51; Valor P: <0.2860) (Tabla 17).

Tabla 17

Análisis de varianza para el rendimiento de grano en variedades y líneas promisorias de cebada.

Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
Variedades/Líneas	4	8	1.51	<0.2860

Nota: GL: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

En cuanto a la prueba estadística LSD de Fisher con un valor de significancia al 5%, demuestra el análisis de resultados para la variable rendimiento; en las cuales las líneas promisorias alcanzaron una media de 4.2 tn/ha⁻¹ debido a que tuvieron una mayor altura de planta. Por otro lado, la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003, mediante la ficha técnica se puede apreciar que estos resultados se encuentran en el rango apropiado, ya que, en la ficha se muestra de 3 a 5 tn/ha⁻¹. Por lo tanto, asumimos que las líneas promisorias, tienen características similares a la variedad insignia. Según Farinango (2024), en su investigación realizada en Chatura las líneas promisorias de grano desnudo no tuvieron rendimiento menos de 4,38 tn/ha⁻¹, lo que indica que las condiciones agroclimáticas son aptas para la producción de la cebada tanto para grano desnudo como cubierto.

4.8 Peso hectolítrico

Los resultados del análisis estadístico para la variable peso hectolítrico, indican que existen diferencias significativas entre las líneas promisorias y la variedad de cebada que han sido evaluadas (Tabla 18) (GL:4.8; Valor F: 13.77; Valor P: <<0.0012).

Tabla 18

Análisis de varianza para peso hectolítrico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada

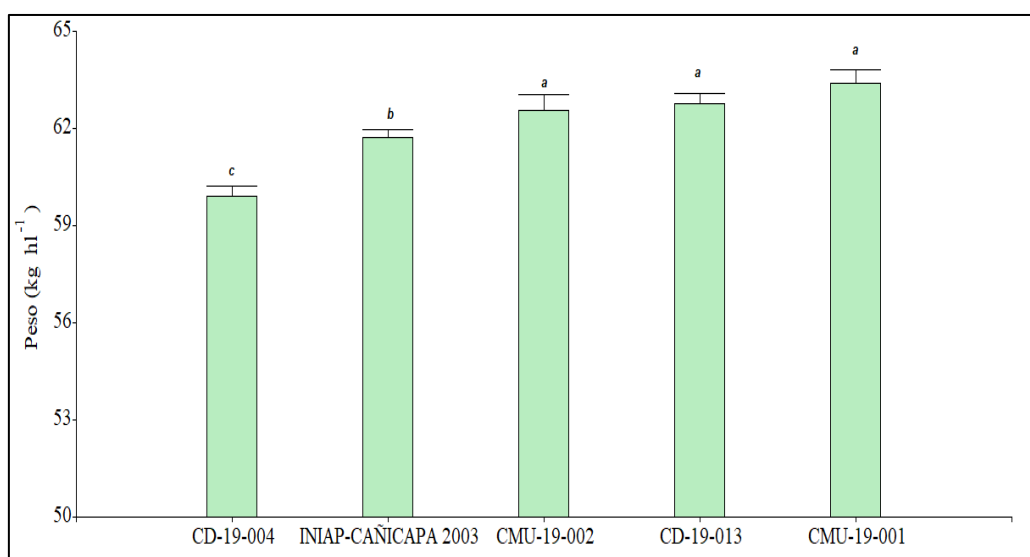
Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
Variedades/Líneas	4	8	13.77	<0.0012

Nota: GL: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

En cuanto a la prueba estadística LSD Fisher con un valor de significancia al 5%, muestra que, para la variable peso hectolítrico; la línea promisorio con mayor rendimiento hectolítrico es CMU-19-001, alcanzando 63.40 kg/hl⁻¹; y la variedad que menor peso presentó fue CD-19-004 (Figura 20).

Figura 20

Peso hectolítrico en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura



Por otro lado, Ponce et al., (2021), en su investigación señala que la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003 alcanzó un peso hectolítrico de 65.3 kg/hl⁻¹, no obstante; el resultado en esta investigación fue menor en tres puntos porcentuales debido a las diferentes condiciones climáticas en las que se realizaron los estudios. Sin embargo, para la presente investigación las líneas CMU-19-002, CD-19-01 y CMU-19-001 presentan un mayor peso siendo una media de 1.68 kg/hl⁻¹ frente a la variedad mejorada.

4.9 Severidad de la roya de la hoja (*Puccinia hordei*)

Los resultados del análisis estadístico para la variable severidad de *Puccinia striiformis*, indica que existe diferencias significativas entre las líneas promisorias y variedades de cebada que han sido evaluadas (GL: 4.8; Valor F: 4.27; Valor P: <0.0387) (Tabla 19).

Tabla 19

Análisis de varianza para severidad de Roya de la hoja en cebada de grano cubierto de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada

Fuente de variación	GL	FV	GL	F	P
Variedades/Líneas	4		8	4.27	<0.0387

Nota: GL: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

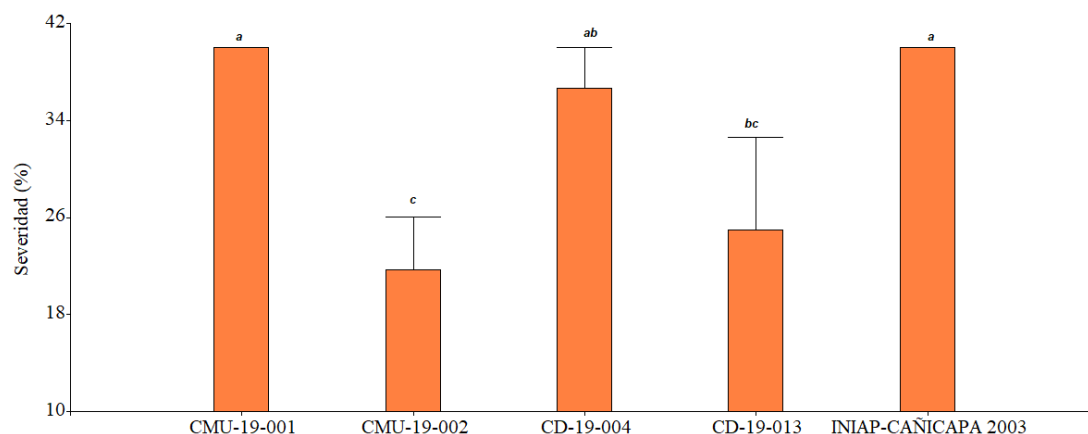
En relación con la prueba de LSD de Fisher con un nivel de significancia del 5%, se evidencia que las líneas promisorias CMU-19-001, CD-19-004 y la variedad mejorada INIAP-CAÑICAPA 2003 presentaron un 40% siendo la mayor severidad en roya de la hoja; mientras que las líneas promisorias CD-19-013 y CMU-19-002 presentaron una media de 22% de severidad como lo detalla en la (Figura 20).

En relación con la prueba de LSD de Fisher con un nivel de significancia del 5%, se evidencia que, la línea promisorio CMU-19-001 y la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003 alcanzan un 40% de severidad de la enfermedad de la roya de la hoja, esto representa un 3.33% más que la línea promisorio CD-19-004, además, representa un 16.67% más que la media de las líneas CD-19-013 y CMU-19-002 (Figura 21).

En una investigación realizada en la granja La Pradera, Chaltura con el mismo cultivo de cebada en grano desnudo indica una severidad de un 50%, lo que demuestra un 10% más de severidad al grano de cebada cubierto, por lo tanto, esto indica que la cebada de grano cubierto es más resistente a la enfermedad de la roya de la hoja (*Puccinia hordei*) (Farinango, 2024).

Figura 21

Porcentaje de severidad de roya de la hoja (Puccinia hordei) en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada de grano cubierto en la granja La Pradera, Chaltura-Imbabura



Por otro lado, al comparar los resultados obtenidos en este estudio frente a los presentados por Lasluisa (2022), se pudo observar que en dicha investigación la línea con mayor severidad de roya en la hoja fue CMU-19-002 con un 66.67% frente a esta investigación que la misma línea presento menor severidad siendo 21.67%, además, Ponce et al. (2019) indica que las condiciones de temperatura óptima que ayuda al desarrollo de esta enfermedad son de 15-20 °C con rocío o agua libre por 6 horas.

4.10 Severidad de la mancha foliar

Los resultados del análisis estadístico para la variable mancha foliar, indica que existe diferencias significativas entre las líneas promisorias y variedades de cebada que han sido evaluadas (GL: 4.8; Valor F: 4.27; Valor P: <0.0363) (Tabla 20).

Tabla 20

Análisis de varianza para la variable severidad de la mancha foliar

Fuente de variación	GL	FV	GL	F	P
Variedades/Líneas	4	8	4.27	<0.0363	

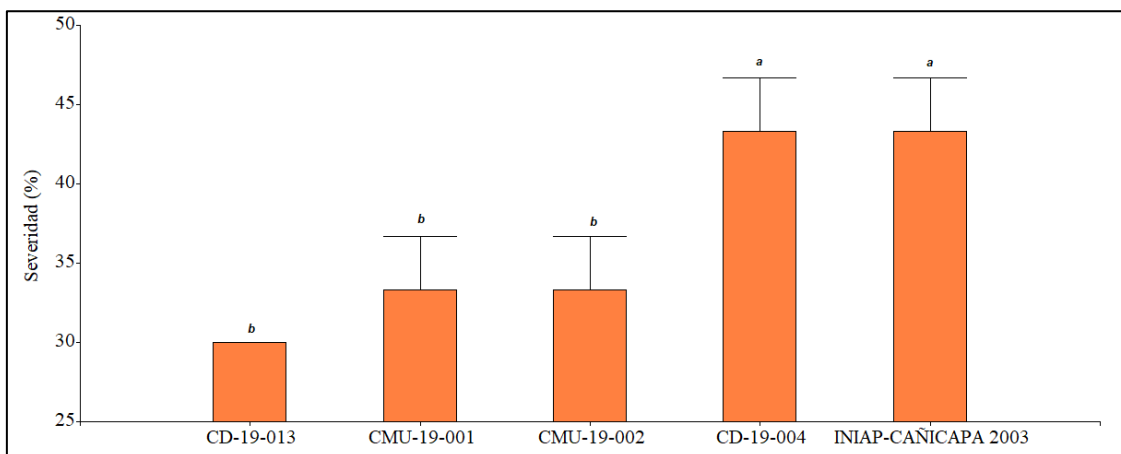
Nota: GL: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

En relación con la prueba de LSD de Fisher con un nivel de significancia del 5%, se evidencia que, para las líneas promisorias CD-19-013, CMU-19-001 y CMU-19-002 el porcentaje de severidad de la mancha foliar alcanza una media de 32.22%, esto es

11.22% menos que media de la línea promisorio CD-19-004 y la variedad mejorada INIAP-CAÑICAPA 2003 (Figura 22).

Figura 22

Severidad de la mancha foliar de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada grano cubierto en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura



En otra investigación realizada en Chaltura por Sánchez (2023), tiene una afectación de todo el ensayo en un 27.78% frente a esta investigación que presenta un 36.66% de afectación. esto se debe a que estos ensayos se realizaron en diferentes periodos de tiempo y con esto queda claro que la enfermedad se desarrolla dependiendo de la precipitación del lugar.

4.11 Severidad virus del enanismo amarillo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV)

De acuerdo con los análisis de tablas de contingencia de datos cualitativos indican que no existe asociación ($g=8$; $\chi=0.7576$) entre las líneas promisorias y variedad mejorada con el virus del enanismo amarillo BYDV (Tabla 21).

Tabla 21

Frecuencias relativas para la variable severidad de virus del enanismo amarillo en cebada

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	5	8	0.7576

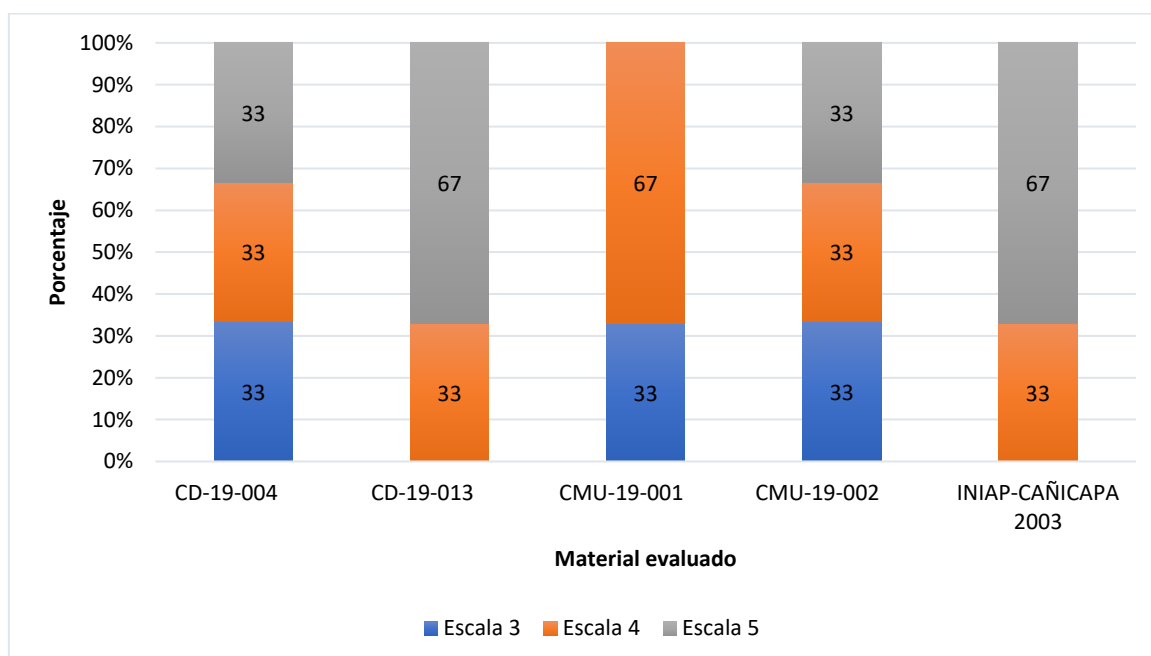
Nota: GL: Grados de libertad de la fuente de variación; GL: grados de libertad; F: valor F; P: Valor P.

La Figura 23 muestra que, en lo que respecta a esta enfermedad, únicamente se encuentran observaciones en las escalas: 3 (Amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay señales de enanismo o reducción de macollamiento), 4 (Amarillamiento moderado

o algo extenso; no hay enanismo) y 5 (Amarillamiento más extenso; vigor de planta moderado, o pobre, cierto enanismo). Puesto que no se ha encontrado resultados en las demás escalas, la escala 3 es la que menor porcentaje representa, con un 20% de las observaciones mientras que las otras dos escalas comparten un 80% en iguales proporciones. Siendo así que, la línea promisorio CMU-19-001 es la que menor daño recibe por parte de la enfermedad, seguido de las líneas promisorias CD-19-004 y CMU-19-002 y estas mejor que la línea CD-19-013 que a su vez es igual a la variedad INIAP-CAÑICAPA 2003.

Figura 23

Porcentaje de afectación de BYDV en cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de grano cubierto en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura



Comparando la información recabada en este estudio con los resultados obtenidos por Naranjo (2023), quien evaluó el mismo material genético en el campus Querochaca de la Provincia de Tungurahua, se evidencia que la resistencia al Virus (BYDV) es notablemente más efectiva en el campus Querochaca que en el campus Chaltura de Imbabura; estos cambios se dieron por sequías prolongadas que favorecieron a la aparición de esta enfermedad. En el caso de la línea promisorio CMU-19-001, Naranjo (2023) reporta que alcanza una escala de 2 en Querochaca, mientras que, en este estudio, la misma línea mayoritariamente obtuvo una calificación de 4. Igualmente, las líneas promisorias CD-19-004 y CMU-19-002, obtuvieron escalas de 1 y 2 respectivamente en Querochaca, mientras que se muestran menores niveles de resistencia en Chaltura, donde

fueron evaluadas en las escalas 3, 4 y 5 respectivamente, En cuanto a la línea promisorio CD-19-013, Naranjo (2023) la posiciona en la escala 2 en Querochaca, mientras que, en este estudio, la mayoría de las mediciones la sitúan en la escala 5. Finalmente, la variedad mejorada INIAP-CAÑICAPA 2003 de igual manera es superior en dicho estudio ya que se encuentra en la escala 2, mientras que en esta investigación alcanza una escala de 5. Para la prolongación de esta enfermedad se da por factores de temperaturas relativamente frescas (15-20 °C), sequía, lo que influyeron en la presencia y ausencia de esta enfermedad (Guambuete, 2022).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

A través de la presente investigación se identificó que la línea promisorio CMU-19-001 presento un mejor comportamiento agronómico con un vigor (escala 1=bueno), altura de la planta 120.83 cm y tipo de paja (escala 1= tallos fuertes) dentro de las condiciones agroclimáticas de las Graja La Pradera, Chaltura, frente a la nueva variedad mejorada.

En el porcentaje de afectación de las enfermedades evaluadas se destella que la línea promisorio CMU-19-001 y la variedad mejorada INIAP- CAÑICAPA-2003 presentaron un 40% de ataque de roya demostrando que es susceptible, por lo contrario, las líneas promisorias CD-19-01 y CMU-19-002 presentaron una media de 22% de ataque de la roya demostrando resistencia, bajo las condiciones climáticas de Chaltura – Imbabura.

La línea promisorio CMU-19-001 tiene un mejor rendimiento de 4.52 tn/ha⁻¹ y un peso hectolítrico 63.40 kg/hl⁻¹ frente a las demás líneas promisorias, además la variedad mejorada INIAP CAÑICAPA-2003 tiene un rendimiento de 4.58 tn/ha⁻¹ y un peso hectolítrico 61.72 kg/hl⁻¹ lo que indica que no mucha diferencia entre los resultados obtenidos dando a conocer que esta línea promisorio podría llegar hacer una nueva variedad mejorada.

5.2 Recomendaciones

Se requiere realizar nuevos ciclos de evaluación de la línea promisorio CMU-19-001 debido a que presenta valores deseables en cuanto a rendimiento y adaptación a las condiciones geográficas como las de Chaltura, lo que podría ser un aporte al desarrollo del sector agrícola.

Seguir realizando investigaciones con las líneas promisorias, en aspectos referentes a rendimiento, calidad de grano, adaptabilidad en las diferentes zonas y agroclimáticas, con el fin de seleccionar una nueva variedad mejorada de cebada grano cubierto, que sea igual o más competitiva que las variedades mejoradas que actualmente se encuentra en el mercado.

Realizar ensayos sobre diferentes tipos de fertilización que sean relevantes para el cultivo de cebada para así poder mejorar el rendimiento y el desarrollo fenológico del cultivo.

Bibliografía

- Amira, E.-A., Salem, H., & Medimagh, S. (2017). Biochemical composition and nutritional evaluation of barley rihane (*Hordeum vulgare* L.). *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines: AJTCAM*, 14(1), 310–317. <https://doi.org/10.21010/ajtcam.v14i1.33>
- Badr, A., Müller, K., Schäfer-Pregl, R., Rabey, H. El, Effgen, S., Ibrahim, H. H., Pozzi, C., Rohde, W., & Salamini, F. (2000). On the Origin and Domestication History of Barley (*Hordeum vulgare*). *Mol. Biol. Evol*, 17(4), 499–510. <http://www.mpiz->
- Basantes, E. (2015). *Manejo de cultivos andinos del Ecuador* (Primera, Vol. 1). Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. www.repositorio.espe.edu.ec.
- Cajamarca, B., & Montenegro, S. (2015). *Selección de una línea de cebada (*Hordeum vulgare* L.) bio-fortificada, de grano descubierto y bajo contenido de fitatos, en áreas vulnerables de la Sierra Sur Ecuatoriana*. [Tesis pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23473/1/TESIS%20CEBAD A.pdf>
- Caluguillin, E. (2023). *Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la granja experimental “la pradera” Chaltura, Imbabura* [Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13683/2/03%20AGP%20353 %20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Catañeda, M., López, C., Colinas, M., Molina, J., & Hernández, A. (2009). Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. *Interciencia*, 34(4), 1–8. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33911575011.pdf>
- Chicaíza, J. (2018). *Producción y comercialización de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la provincia del Carchi* [Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8657>
- Falconi, E., Garófalo, J., Llangari, P., & Espinoza, M. (2010). *El cultivo de Cebada: Guía para la producción de artesanal de semilla de calidad*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2420/4/iniapscbd390.PDF>



- Farinango, R. (2024). *Comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (Hordeum vulgare L.) de grano desnudo en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura* [Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15463/2/03%20AGP%20401%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Flores, A. (2023). *Evaluación del desempeño agronómico y la adaptabilidad de tres variedades de cebada (Hordeum vulgare L.) en la granja experimental “La Pradera”, Chaltura, Imbabura* [Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13682>
- Garófalo, J. (2012). *Extracción de nutrientes por el cultivo de cebada* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/89560fe5-06a2-40dd-9d3c-4cfd82082366/content>
- Garrido, B. (2017). *Evaluación del comportamiento agronómico y cinco niveles de fertilización en dos variedades de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) en Tunshi, provincia de Chimborazo* [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8177/1/13T0856.pdf>
- Guambuguete, V. (2022). *Categorización del rendimiento de 18 variedades de cebada (Hordeum vulgare L.) provenientes del banco de semillas del INIAP - Santa Satalina en la localidad de Naguan, provincia Bolívar.* [Tesis pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]. <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4226>
- Llaca, J., Gamarra, J. A., Gómez, C. A., Martínez, A., Gómez, L. R., & Viera, M. A. (2020). Evaluación de genotipos promisorios de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en los Andes centrales de Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 31(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17856>
- Peñaherrera, D. (2011). *Manejo integrado de los cultivos de trigo y cebada* (III, Vol. 183). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2719/1/iniapscpm183.PDF>
- Pérez, F., & Pita, L. (1999). *Dormición de semillas.* https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hojas_autor.asp?autorid=ZZ0026624&autor=Pita%20Villamil,%20Jos%20Manuel

- Pérez, J. (2010). *Morfología y taxonomía de la cebada*. Blogger.Com. <https://lacebada10.blogspot.com/2010/06/morfologia-y-taxonomia-de-la-cebada.html>
- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). *Parámetros de evaluación y selección en cereales: Vol. Manual No. 111*. www.iniap.gob.ec
- Ponce, L., Garófalo, J., Noroña, P., & Campaña, D. (2020). *Actividades de Investigación en Cereales* (Vol. 181). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%20116%20La%20cebada.pdf>
- Ponce, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P., & Jiménez, C. (2022). *Manual para la producción sostenible de cebada en la Sierra ecuatoriana.: Vol. No. 133*. www.iniap.gob.ec
- Ponce, L., Noroña, P., Campaña, D., Garófalo, J., coronel, J., Jiménez, C., & Cruz, E. (2019). *La Cebada (Hordeum vulgare L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana: Vol. Manual No. 116* (INIAP, Ed.; Primera). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%20116%20La%20cebada.pdf>
- Quelal, N. (2014). *Evaluación del fraccionamiento y épocas de aplicación del nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en las variedades de cebada maltera Scarlett y Metcalfe (Hordeum vulgare L.) en Chaltura-Imbabura* [Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2814/1/03%20AGP%20172%20TESIS.pdf>
- Rios, K., Britto, R., & Delgado, H. (2011). Evaluación del rendimiento y sus componentes en genotipos de cebada (*Hordeum vulgare L.*) diferenciados por su tipo de espiga y grano. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient*, 14(2), 55–63. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a06.pdf>
- Sánchez, C. (2011). *Evaluación Participativa de cuatro Líneas y tes Variedades de Cebada (Hordeum vulgare L.), resistentes a Sequía en dos épocas de Siembra y en Invernadero en la ESPOCH, Riobamba, provincia de Chimborazo* [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/975>

- Simbaña, E. (2023). *Evaluación del comportamiento agronómico de 15 variedades mejoradas de cebada (Hordeum vulgare L.) liberadas por el INIAP* [Tesis pregrado]. Universidad Técnica de Ambato.
- Solano, E. (2019). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica de malta, producida a partir de cebada (de la especie Hordeum Distichum), de tres provincias de la región La Libertad* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a1eb897d-1208-4c3d-a152-ae56c86c54e8/content>
- Velasco, Y., Sana, W., & Morillo, A. (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en el Municipio de Chivatá Boyacá, Colombia. *Biología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 103. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(18\)103-116](https://doi.org/10.18684/bsaa(18)103-116)
- Vivar, M., & Gordillo, T. (2021). *Selección de líneas avanzadas de cebada (Hordeum vulgare L.) con calidad maltera, en base al rendimiento y calidad*. [Tesis pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35986/6/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo

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

INFORME DE ENSAYO No: 22-0445

NOMBRE DEL CLIENTE: LUIS PONCE
 PETICIONARIO: LUIS PONCE
 EMPRESA/INSTITUCIÓN: LUIS PONCE
 DIRECCIÓN: Quito

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 21/07/2022
 HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13:57
 FECHA DE ANÁLISIS: 25/07/2022
 FECHA DE EMISIÓN: 29/07/2022
 ANÁLISIS SOLICITADO: SUELOS.

Análisis	pH		N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	I Bases	MO	CO ³⁺	Textura (%)*				IDENTIFICACIÓN
			ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural			
22-1607	7,65	L AI	78 A	136,1 A	4,6 B	0,85 B	1,84 A	14,98 A	4,73 A	5,2 M	7,2 A	84 A	4,0 B	3,35	2,57	10,72	21,55	2,40	A					Tungurahua
22-1607	7,39	L AI	57 M	25,7 A	5,8 B	0,64 B	0,45 A	10,12 A	3,60 A	1,5 B	8,4 A	18 B	10,4 M	2,81	8,01	30,55	14,17	1,62	M					Imbabura

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

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLÓGIA USADA		
pH =	Bufler Agua (3-3,5)	P K Ca Mg =
UR =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =
		B =

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac =	Acido	N =
LA =	Liger. Acido	LM =
PN =	Prac. Neutro	AL =
NC =	Requerim. Ca	
		B =
		SB =
		A =
		T =

ABREVIATURAS	
CE =	Conductividad Eléctrica
MO =	Materia Orgánica

METODOLÓGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dióxido de Manganeso
MBH =	Tiulante NACO

INTERPRETACION			
Al+H y Na	C.E.	M.O y C	
B =	Bajo	NS =	No Saturo
M =	Medio	LS =	Lig. Saturo
T =	Todo	MS =	Muy Saturo
		M =	Medio
		A =	Alto



FORMADO ELECTRONICAMENTE POR:
JOSE ALONSO LUCERO
INIAP



FORMADO ELECTRONICAMENTE POR:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

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