

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA



SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO
DE LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.), DE GRANO
DESNUDO BAJO LAS CONDICIONES DE CHALTURA, IMBABURA

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

AUTORA:

Karla Mishell Fuertes Terán

DIRECTOR:

Ing. Aragón Suárez Juan Pablo

Ibarra, Julio - 2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA (*Hordeum
vulgare* L.), DE GRANO DESNUDO BAJO LAS CONDICIONES DE
CHALTURA, IMBABURA**

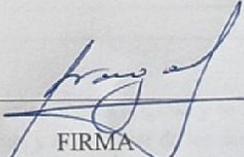
Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

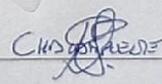
Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

DIRECTOR


FIRMA

Ing. Doris Chalampunte, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En el cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del del presente documento 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:	100459875-9
Apellidos y nombres:	Fuertes Terán Karla Mishell
Dirección:	Ibarra
Email:	karlotafuertes@outlook.es
Teléfono fijo:	0994338734

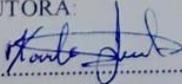
DATOS DE LA OBRA	
Título:	SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA (<i>Hordeum vulgare</i> L.), DE GRANO DESNUDO BAJO LAS CONDICIONES DE CHALTURA, IMBABURA
Autor:	Fuertes Terán Karla Mishell
Fecha de Aprobación:	01-07-2024
Programa:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRAGO
Título por el que opta:	Ingeniera Agropecuaria
Director:	Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 02 días del mes de julio del 2024

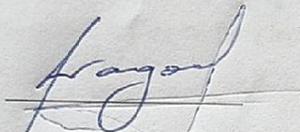
AUTORA:


.....
Karla Mishell Fuertes Terán

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Sra. Karla Mishell Fuertes Terán, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 01 días del mes de julio de 2024.



Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

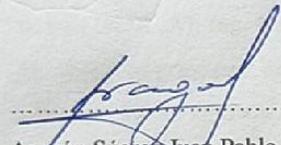
Ibarra, 01 de julio de 2024

Aragón Suárez Juan Pablo, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de integración curricular, mismo que se ajusta las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.


.....
Aragón Suárez Juan Pablo, MSc
C.C.: 1002639803

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 01 días del mes de julio del 2024

Karla Mishell Fuertes Terán: “Segundo ciclo de evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano desnudo bajo las condiciones de Chaltura, Imbabura” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

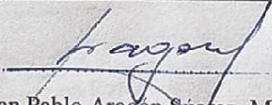
Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 01 días del mes de julio del 2024, 85 páginas.

DIRECTOR (A): Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.

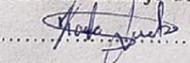
El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el segundo ciclo del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano desnudo bajo las condiciones de Chaltura, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

1. Comparar el rendimiento de cuatro líneas promisorias de cebada con grano desnudo con respecto a una variedad mejorada de cebada en condiciones de Chaltura.
2. Determinar la severidad a enfermedades de los materiales en estudio.
3. Analizar los parámetros de calidad de grano de los materiales evaluados.


Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.

Director de Trabajo de Grado


Karla Mishell Fuertes Terán

Autora

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a la Universidad Técnica del Norte y en especial a la carrera de Ingeniería Agropecuaria por haberme permitido desarrollar mis estudios en esta hermosa carrera, además de cada uno de los profes, personal administrativo que fueron un pilar importante en este largo camino lleno de aprendizaje y apoyo incondicional; eternamente estaré agradecida con cada una de estas hermosas personas.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por el financiamiento y ayuda a lo largo de la investigación, especialmente al Programa Nacional de Cereales a la Ing. Mary, Ing. Javier Garófalo e Ing. Javier Noroña. Mil gracias por permitirme formar parte de las investigaciones que realiza el (INIAP).

Muchísimas gracias a la Doc. Doris Chalampunte que fue un apoyo incondicional en el desarrollo del ensayo; asimismo agradezco infinitamente a mi director de tesis Ing. Juan Pablo Aragón y asesora la Ing. María José Romero.

A mis compañeros de investigación con quienes compartí este proceso y me llevo una amistad y momentos gratos compartidos; a mis amigos con quienes pase gran parte de mi vida en la Universidad, quienes supieron brindarme su mano y apoyo frente a todo, con quienes también estaré eternamente agradecida.

¡Muchas Gracias!

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado en especial a Dios, quien me regala dones de sabiduría y la fuerza para continuar y llegar hasta donde estoy hoy. A mis padres María Terán y Eduardo Fuertes, quienes supieron apoyarme, brindarme consejos y valores con los que fui creciendo en mi vida, todo lo que soy ahora es gracias a ellos. ¡Siempre serán lo más importante de mi vida!

A mis dos hermanos (Bryan y Paulette), familiares, que siempre estuvieron en mis aciertos y momentos difíciles de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Hipótesis.....	6
CAPITULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Generalidades de la cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	7
2.2 Clasificación taxonómica de la cebada.....	7
2.3 Producción de la cebada en Ecuador	8
2.4 Requerimientos edafoclimáticos	8
2.5 Morfología de la cebada	9
2.5.1 Grano.....	9
2.5.2 Espiga.....	9

2.5.3 Hojas	10
2.5.4 Tallo	10
2.5.5 Raíz	10
2.6 Variedades mejoradas	10
2.7 Fases fenológicas de la cebada	11
2.7.1 Emergencia	11
2.7.2 Tercera hoja	12
2.7.3 Macollamiento	12
2.7.4 Encañado.....	12
2.7.5 Espiga.....	12
2.7.6 Floración	12
2.7.7 Maduración lechosa	12
2.7.8 Maduración pastosa	12
2.7.9 Maduración cornea.....	13
2.7.10 Cosecha y almacenamiento.....	13
2.8 Manejo técnico del cultivo.....	13
2.8.1 Selección del terreno.....	13
2.8.2 Preparación del lote.....	14
2.8.3 Siembra	14
2.8.3.1 Época de siembra	14
2.8.3.2 Profundidad de siembra	14
2.8.3.3 Densidad de siembra	14
2.8.4 Fertilización	14
2.8.5 Control de malezas.....	15
2.8.6 Cosecha y trilla	16
2.8.7 Secado	16
2.8.8 Almacenamiento	16
2.9 Enfermedades de la cebada.....	17
2.10. Métodos de mejoramiento en el cultivo de cebada	19
2.10.1 Adaptación	19
2.10.2 Introducción de germoplasma.....	19
2.10.3 Hibridación o cruzamientos	20
2.11 Componentes en el rendimiento de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.).....	20
2.12 Marco legal	21
CAPITULO III.....	22
MARCO METODOLOGICO	22
3.1 Caracterización del Área de Estudio.....	22

3.1.1 Características climáticas y edáficas.....	22
3.2 Materiales	23
3.2.1 Materiales, insumos, equipos y herramientas	23
3.3 Métodos.....	23
3.3.1 Diseño experimental	23
3.3.2 Factor de estudio	24
3.3.3 Materiales.....	24
3.3.4 Características del experimento	25
3.3.5 Características de la unidad experimental.....	25
3.3.6 Análisis estadístico.....	25
3.3.7 Variables de estudio.....	26
3.3.7.1 Porcentaje de emergencia	26
3.3.7.2 Días de espigamiento	27
3.3.7.3 Altura de la planta (cm)	28
3.3.7.4 Tipo de paja.....	28
3.3.7.5 Tamaño de espiga (cm).....	29
3.3.7.6 Número de espigas por m ²	29
3.3.7.7 Número de granos por espiga	29
3.3.7.8 Severidad de enfermedades.....	30
3.3.7.9 Rendimiento de grano (kg/ha)	32
3.3.7.10 Peso de mil granos (gr)	33
3.3.7.11 Peso hectolítrico.....	34
3.3.7.12 Tipo de grano	34
3.4 Manejo específico del experimento.....	35
3.4.1 Selección del lote	35
3.4.2 Preparación del suelo	35
3.4.3 Desinfección de semilla	35
3.4.4 Siembra	36
3.4.5 Fertilización	36
3.4.6 Control de malezas.....	36
3.4.7 Controles fitosanitarios	37
3.4.8 Cosecha.....	37
3.4.9 Trilla.....	38
3.4.10 Beneficio de la semilla.....	38
CAPITULO IV	39
RESULTADOS Y DISCUSION	39
4.1 Comparación del rendimiento de cuatro líneas promisorias de cebada con grano desnudo con respecto a una variedad mejorada de cebada en condiciones de Chaltura. (colocar una introduccion)	39
4.1.1 Porcentaje de emergencia	39

4.1.2 Días al espigamiento	40
4.1.3 Tipo de paja.....	41
4.1.4 Altura	43
4.1.5 Espigas por metro cuadrado.....	45
4.1.6 Tamaño de espiga	46
4.1.7 Número de granos por espiga	48
4.2 Severidad de enfermedades.....	49
4.2.1 Severidad a la variable Barley yellow dwarf virus (BYDV)	49
4.2.2 Escaldadura (Rhynchosporium secalis O.)	51
4.3 Análisis de calidad de grano.....	52
4.3.1 Rendimiento.....	52
4.3.2 Peso hectolítrico o específico (kg/hl).....	53
4.3.3 Peso de 1000 granos.....	55
4.3.4 Tipo de grano	55
CAPITULO V.....	57
5.1 CONCLUSIONES.....	57
5.2 RECOMENDACIONES.....	58
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica de la cebada.....	8
Tabla 2. Condiciones para el cultivo de cebada.....	9
Tabla 3. Características de variedades mejoradas por el iniap y respuestas a enfermedades	11
Tabla 4. Fertilización recomendada en la cebada	15
Tabla 5. Principales enfermedades en la cebada.....	18
Tabla 7. Materiales puestos a investigación en la evaluación de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada desnuda bajos las condiciones de Chaltura, Imbabura.....	24
Tabla 8. Características de la unidad experimental	25
Tabla 9. Análisis de varianza del experimento.	26
Tabla 10. Escala de germinación	26
Tabla 11. Escala de evaluación de tipo de paja en cereales	28
Tabla 12. Escala para determinar el grado de daño por virosis	32
Tabla 13. Escala de evaluación para tipo de grano en cebada	34
Tabla 14. Cantidades de fertilizantes utilizados en el ensayo.....	36
Tabla 15. Análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia	39
Tabla 16. Tabla de medias para la variable porcentaje de emergencia en cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.).....	39
Tabla 17. Análisis de varianza para la variable días al espigamiento.....	40
Tabla 18. Tabla de medias para la variable días al espigamiento en cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.).....	41

Tabla 19. Análisis de varianza para la variable de tipo de paja	42
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable altura	44
Tabla 21. Análisis de varianza para la variable espigas/m ²	45
Tabla 22. Análisis de varianza para la variable tamaño de espiga.....	46
Tabla 23. Análisis de varianza para la variable número de granos/espiga	48
Tabla 24. Análisis de varianza para la variable Barley yellow dwarf virus (BYDV)	49
Tabla 25. Análisis de varianza para la variable reacción a escladadura	51
Tabla 26. Severidad a <i>Rhynchosporium secalis</i> de los materiales evaluados.....	51
Tabla 27. Análisis de varianza para la variable rendimiento (t/ha)	52
Tabla 28. Análisis de varianza para la variable peso hectolítrico o específico (kg/hl).....	54
Tabla 29. Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos.....	55
Tabla 30. Tabla de medias para la variable peso de 1000 granos.....	55
Tabla 31. Análisis estadístico de datos cualitativos para la variable tipo de grano	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la granja experimental la Pradera	22
Figura 2. Diseño experimental del estudio	24
Figura 3. Etapa de desarrollo Z12 según escala de Zadoks	27
Figura 4. Etapa de desarrollo Z 55 para evaluar días de espigamiento.....	27
Figura 5. Evaluación de tipo de paja en cebada de grano desnudo.....	29
Figura 6. Medición del tamaño de espiga de cebada usando una regla	29
Figura 7. Conteo manual de los granos de espiga en cebada.....	30
Figura 8. Escala de Saari – prescott (0-9) para evaluar la intensidad de las enfermedades foliares.....	31
Figura 9. Porcentaje de la superficie foliar afectada por <i>S. Nodorum</i>	31
Figura 10. Evaluación de la variable rendimiento de grano de cebada de grano desnudo	33
Figura 11. Conteo de mil granos de cebada.....	33
Figura 12. Evaluación de la variable peso hectolítrico en cebada	34
Figura 13. Área designada para la investigación	35
Figura 14. Desinfección del suelo en el área designada	35
Figura 15. Siembra de cebada de grano desnudo en la granja la “Pradera”	36
Figura 16. Evaluación de <i>R. Secalis</i> en cebada de grano desnudo	37
Figura 17. Cosecha de cebada desnuda en etapa de madurez fisiológica.....	37
Figura 18. Secado de semilla de cebada de grano desnudo	38

Figura 19. Tipo de paja de las líneas promisorias y la variedad mejorada	43
Figura 20. Altura de la planta	44
Figura 21. Número de espigas/m ²	46
Figura 22. Tamaño de espiga (cm)	47
Figura 23. Número de granos/espiga	48
Figura 24. Severidad al Barley yellow dwarf virus (BYDV) en los materiales evaluados.....	50
Figura 25. Rendimiento (t/ha).....	53
Figura 26. Peso hectolítrico o específico	54
Figura 27. Tipo de granos entre las líneas promisorias y la variedad mejorada	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Trazado del área destinada para el ensayo	63
Anexo 2. Etapa de germinación en cebada de grano desnudo	63
Anexo 3. Riego por aspersión en el cultivo de cebada de grano desnudo en la granja experimental la “pradera”	64
Anexo 4. Evaluación de la severidad a enfermedades en cebada de grano desnudo	64
Anexo 5. Espigamiento de cebada desnuda en la granja experimental “La Pradera”	65
Anexo 6. Cosecha de cebada desnuda en la granja experimental “La Pradera”	65
Anexo 7. Análisis de suelo del área de estudio.....	66

**SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO
DE LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.), DE GRANO
DESNUDO BAJO LAS CONDICIONES DE CHALTURA, IMBABURA**

Autor: Karla Mishell Fuertes Terán

Universidad Técnica del Norte

Correo: kmfuertest@utn.edu.ec

RESUMEN

Ecuador cuenta con las condiciones necesarias y óptimas para el desarrollo de cereales en especial la cebada, siendo un cereal versátil cultivado en la Sierra Ecuatoriana debido a su adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas. Problemas en los aspectos técnicos tanto en factores bióticos (plagas y enfermedades) como abióticos (suelo y ambientales) impulsa a Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP) y la Universidad Técnica del Norte al desarrollo de investigaciones sobre el comportamiento de líneas promisorias, por esta razón se realizó un trabajo de investigación en la granja La Pradera, Chaltura con el propósito de evaluar un segundo ciclo del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de cebada desnuda frente a una variedad mejorada (Iniap-Atahualpa 92), estas líneas de estudio reflejó el potencial productivo y adaptabilidad frente a la variedad por segundo ciclo de evaluación. Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones, teniendo 15 unidades experimentales en estudios. En la evaluación en esta zona todas las líneas promisorias tuvieron buenos rendimientos con una media promedio de 4.0 t/ha, excediendo a la variedad con un valor de 1 t/ha aproximadamente. Por otro lado, las líneas CD-19-007 y CD-19-010 son las que mejores características de adaptación tuvieron en cuanto a peso hectolítrico con medias de 78 kg/hl, alturas de planta en rango de (100-110) cm y con granos grande, grueso, redondo, blanco o crema y granos mediano, redondo, blanco o amarillo. Para la variable severidad a enfermedades se presentaron: virus del enanismo amarillo de la cebada con una escala de afectación de 2 en un 100% (Amarillamiento restringido de las hojas) a la línea CD-19-011 y para escaladadura (*Rhynchosporium secalis* O) todos los materiales estuvieron afectados llegando a un nivel de afectación máximo de 9.

Palabras claves: genotipos, comportamiento agronómico, líneas promisorias

ABSTRACT

Currently, Ecuador has the necessary and optimal conditions for the development of cereals, especially barley, being a versatile cereal grown in the Ecuadorian Sierra due to its adaptability to agroclimatic conditions. Problems in technical aspects in both biotic (pests and diseases) and abiotic (soil and environmental) factors drive the National Agricultural Research Institute (INIAP) and the Technical University of the North to develop research on the behavior of promising lines, so that a research work was carried out on the La Pradera farm, Chaltura-Imbabura, with the purpose of evaluating a second cycle of the agronomic behavior of four promising lines of naked barley against an improved variety (Iniap-Atahualpa 92), these lines of The study reflected the productive potential and adaptability to the variety for the second evaluation cycle. A completely randomized block design (DBCA) with three repetitions was used, having 15 experimental units in studies. In the evaluation in this area, all the promising lines had good yields with an average average of 4.0 t/ha, exceeding the variety with a value of approximately 1 t/ha. On the other hand, the lines CD-19-007 and CD-19-010 are the ones that had the best adaptation characteristics in terms of hectoliter weight with averages of 78 kg/hl, plant heights in the range of (100-110) cm and with large, thick, round, white or cream grains and medium, round, white or yellow grains. For the variable severity of diseases that occurred, they were; barley yellow dwarf virus with a scale of 2 in 100% (restricted yellowing of leaves) to the line CD-19-011 and for climbing (*Rhynchosporium secalis* O) all materials were affected reaching a level maximum impact of 9.

Keywords: genotypes, agronomic behavior, promising lines.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018 menciona que la cebada (*Hordeum vulgare* L.) ocupa el cuarto lugar entre los cereales más cultivados en todo el mundo, después del trigo, (*Triticum aestivum* L.) maíz (*Zea mays* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.); en la región interandina de Ecuador, los campesinos se dedican al cultivo de cebada, especialmente en zonas marginales ubicadas por encima de los 3 300 m s.n.m, sin embargo este grano ha adquirido un papel fundamental como alimento básico en las comunidades rurales y siendo el segundo cereal más ampliamente distribuido después del maíz; además que su importancia radica en su amplia adaptabilidad ecológica y en la variedad de usos que ofrece (Canal, 2012).

En la región interandina de Ecuador, aproximadamente el 70 % de los agricultores dedicados al cultivo de trigo y cebada (*Hordeum vulgare* L.) trabajan en áreas de menos de 1 ha (8 300 m²), incluso en fincas de 10 a 20 ha, solo destinan 1 o 2 ha para la siembra de estos cereales, lo que resulta en sistemas de minifundio y subsistencia (Rivadeneira, 2003). A pesar de esto, siguen siendo cultivos de gran importancia con respecto a seguridad alimentaria, ya que sirven como fuentes de alimento (Molina et al., 2020).

En Ecuador, la cebada (*Hordeum vulgare* L.) se destina principalmente a la alimentación humana, siendo los productos más populares la machica (harina de cebada tostada) y el arroz de cebada (cebada perlada partida), estos dos productos representan conjuntamente el 88.3 % del consumo total de grano de cebada; además la cebada se ha adaptado a las regiones altas de la Sierra, que van desde los 2 400 hasta los 3 500 m s.n.m. (Grando y Gómez, 2005). La distribución de este cereal está en las provincias con mayor área de siembra, como Cotopaxi (2 640 ha), Carchi (2 419 ha), Pichincha (1 197 ha) e Imbabura (976 ha) según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] y La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC] del 2018.

En el año 2020, según el Sistema de Información Pública Agropecuaria [SIPA], la superficie destinada al cultivo de cebada alcanzó las 11 155 ha, con una productividad de 1.4 t/ha. Sin

embargo, las importaciones de cebada superaron las 66 000 t/año, según datos proporcionados por INEC (2020).

Según Orrala (2020) en la Sierra sur, la cebada es uno de los cereales más destacados debido a su alto contenido proteico. Se cultiva alrededor de 15 000 ha en las provincias de Cañar, Azuay y Loja, con un predominio del 90 % de cultivos de cebada de grano cubierto y solo un 10 % de grano descubierto, la característica de grano desnudo de la cebada tiene una mayor aceptación en la industria y puede alcanzar hasta un 40 % más de precio en comparación con el grano cubierto.

En el mercado, hay una amplia gama de productos elaborados a partir de cebada, y aquellos hechos con grano descubierto son preferidos debido a que no generan desperdicios durante el procesamiento. Además, el porcentaje de extracción de harinas es mejor en comparación con las variedades cubiertas, lo que contribuye a mantener un precio más competitivo en el mercado, según lo mencionado por (Cajamarca y Montenegro, 2015)

En el estudio realizado por Cajamarca y Montenegro (2020) en las líneas promisorias de cebada de grano desnudo se obtuvo como resultado de rendimiento que la línea promisorias CD-19-007 y la variedad Iniap-Atahualpa 92 tienen el mayor promedio de rendimiento con 6 627.93 (kg/ha) y 6 469.14 (kg/ha) respectivamente y el menor promedio en rendimiento tiene la línea promisorias CD19-010 con un valor de 5 407.41(kg/ha); así mismo todas las líneas promisorias en estudio se adaptaron a las condiciones agroecológicas del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, la línea promisorias que mejor se adaptó fue la CD-19-011 cumpliendo esta con 8 de las 15 variables que se evaluaron.

Dentro de la zona de Imbabura en la granja la Pradera la investigación en su primer ciclo de evaluación obtuvo que para la variable rendimiento la línea promisorias CD-19-011 presentó 9 t/ha y un peso hectolítrico de 76 kg/hl aproximadamente, en cuanto a severidad a enfermedades se presentó roya de hoja (*Puccinia hordei*) y macha foliar (*Rhynchosporium secalis*) con porcentajes mayores al 50%, y la línea CD-19-011 fue la más resistente de igual manera la misma línea se destacó en calidad grano, de manera que las variables de rendimiento y calidad no se vieron afectadas con las enfermedades presentes en dicha investigación (Farinango, 2024).

Las investigaciones de evaluaciones agronómicas son realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), los materiales en estudio son de origen nacional y emitidos por dicha institución en zonas con características de altitudes de 2 400 a 3 400 m s.n.m,

precipitaciones anuales de 400 a 700 mm y temperaturas de 10 a 20 °C; de manera que están investigaciones se concentran en provincias de la Sierra Ecuatoriana como son Cotopaxi, Imbabura, Pichincha y Tungurahua, esto es parte de la nueva tecnología del INIAP mediante el estudio de líneas promisorias para lanzamientos de variedades mejoras (Ponce-Molina. L, 2022).

1.2 Problema

En la Región Andina que comprende los países de Ecuador, Bolivia, Chile, Perú y Colombia, en donde la producción de la cebada se realiza a pequeña escala no son tantas las hectáreas de siembra, de igual manera las condiciones no son adecuadas por tener altitudes mayores a los 2000 m s.n.m teniendo suelos erosionados con problemas de baja fertilidad y acidez generando un impacto directo en el rendimiento de dicho cereal de igual manera la parte tecnológica no está ligada a este cultivo para mejorar y tener más rendimiento, además el inadecuado manejo del cultivo por falta de supervisión técnica, son aspectos que no permiten una producción de calidad (Rivadeneira, 2003).

De igual manera los factores que intervienen en la producción baja del cultivo son con la calidad de semilla, manejo de los nutrientes en el suelo, el agua disponible para cada etapa del cultivo y el manejo de plagas y enfermedades siendo de vital importancia a considerar para tener un mejor rendimiento y cubrir las demandas del cultivo (Arseca, 1994). Adicionalmente, se sabe que la industria utiliza este cereal como materia prima para la elaboración de malta, siendo un producto primario para la fabricación de cerveza y otras bebidas destiladas, de manera que se mantiene una creciente demanda insatisfecha lo que obliga a la industria a buscar esta materia prima en otros países, un ejemplo es la industria cervecera, que importa entre 35 000 - 40 000 t anuales de cebada para el procesamiento industrial (MAG, 2016).

La incidencia y la severidad de enfermedades son un factor principal de pérdidas en los cereales con promedios estimados que varían entre el 20 % y el 30 %, dependiendo del genotipo, las características del patógeno y las condiciones ambientales del entorno que se desarrolla, según lo señalado por Molina et al. (2020). En Ecuador, se han registrado pérdidas de hasta el 50 % en variedades susceptibles, siendo las enfermedades más importantes la roya amarilla (*Puccinia striiformis*), la roya de la hoja (*Puccinia hordei*), la escaldadura (*Rhynchosporium secalis*), el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) y *Fusarium* spp, como señala Falconi et al. (2010), a pesar que se utiliza fungicidas como un mecanismo de protección de forma temporal o integral del

cultivo, aunque esto genera una resistencia y algunas variedades se vuelven susceptibles, lo que implica que se debe invertir mayor cantidad de agroquímicos para lograr producciones altas y esto es lo que los agricultores no le ven rentable y por eso es que la producción de cebada es muy baja en el país (Ponce-Molina, L. 2022).

1.3 Justificación

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es un cereal de gran importancia dentro de la soberanía alimentaria, por su alto contenido proteico (13 %) además de ser barato y de fácil asimilación, el 40 % de la producción de cebada de grano cubierto es destinada para la elaboración de cervezas mientras que el excedente es comercializado en mercados locales y es utilizado para alimentación humana y animal (Carrillo, 2021).

A lo largo del tiempo, diversos factores han afectado la producción de este cultivo, incluyendo la falta de acceso a nuevas tecnologías, políticas agrícolas desfavorables y prácticas de cultivo inadecuadas, en mayor proporción la cebada es cultivada por agricultores de subsistencia, lo que significa que la mayoría de la producción se destina al autoconsumo, según lo mencionado por (Ponce-Molina, L. 2022).

En el Ecuador el 90 % equivale a cebada de grano cubierto y el 10 % al grano desnudo, a pesar de tener un mínimo porcentaje de cebada de grano desnudo esta tiene una aceptación alta comparación con las cebadas cubiertas en los mercados locales y zonales, compitiendo por calidad, precios elevados, costumbres de consumo; y si además de estas características adicionamos la biofortificación se constituye en cultivo de alta importancia para garantizar la seguridad alimentaria; siendo un rubro de mucha demanda en las industrias dedicadas a la obtención de productos como machica, pinol, etc (Cajamarca y Montenegro, 2015).

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] 2010 desempeña un papel fundamental en la investigación de líneas prometedoras de cereales adaptadas a diversas condiciones agroclimáticas siendo el enfoque principal la generación de tecnologías que contribuyan a asegurar la seguridad alimentaria tanto para los productores como para los consumidores.

El INIAP ha dirigido sus esfuerzos hacia la creación de variedades mejoradas de cebada que presenten características como precocidad, resistencia a enfermedades, calidad y alto rendimiento;

además, proporciona apoyo a los productores mediante la introducción de nuevas variedades con características de rendimientos altos, calidad y resistencia a enfermedades, ya que este último aspecto suele ser el principal desafío para la producción de dicho cereal, de manera lo que se busca es compensar las bajas producciones de los materiales tradicionales con nueva tecnología de la incorporación de nuevas líneas mejoradas y resistentes a plagas y enfermedades con el objetivo de reducir costos de producción y mejorar la economía garantizando la soberanía alimentaria (INIAP, 2010).

Los estudios de caracterización de agromorfológica de germoplasma de la cebada en diferentes regiones del mundo, han confirmado la variabilidad genética en distintas características relacionadas con el rendimiento del grano de igual manera estudios han demostrado la influencia de los factores ambientales, influyendo en la expresión de las características morfológicas evaluadas y como estas pueden influir positiva o negativamente en dicho cereal (Velasco et al., 2020), por lo cual con esta investigación se busca ver el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y la variedad mejorada (Iniap-Atahualpa 92) en la zona de Imbabura, para posterior a esto identificar a los mejores materiales que se adapten a las condiciones agroclimáticas de la zona, con la finalidad de poder seleccionar los mejores materiales genéticos, con respecto a producción, rendimiento, calidad, adaptabilidad y resistencia a enfermedades.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el segundo ciclo del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano desnudo bajo las condiciones de Chaltura, Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Comparar el rendimiento de cuatro líneas promisorias de cebada con grano desnudo con respecto a una variedad mejorada de cebada en condiciones de Chaltura.
- Determinar la severidad a enfermedades de los materiales en estudio.
- Analizar los parámetros de calidad de grano de los materiales evaluados.

1.5 Hipótesis

H₀: Las cuatro líneas promisorias de cebada de grano desnudo no presenta diferencias en el comportamiento agronómico.

H₁: Al menos uno de los materiales presenta diferencias en el comportamiento agronómico.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de la cebada (*Hordeum vulgare* L.)

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) fue una de las primeras especies en ser cultivadas por el ser humano en el inicio de la agricultura, ciertos investigadores indican que este proceso se dio en algunos lugares en el continente asiático, su domesticación se dio hace más de 7 000 años con un fin de obtener semillas, en Egipto en cambio se cultivó de manera selectiva para mejoramiento y mayor producción (Salvador, 2015). Sin embargo, en la actualidad es reconocido por tener cualidades nutricionales de importancia para el ser humano, esta gramínea es parte de la familia Poaceae, correspondiente al género “*Hordeum*”, especie “*vulgare*” (Loor, 2014).

La cebada debido a su alta adaptabilidad agroecológica se cultiva comúnmente en zonas templadas, como cultivo de verano, y en zonas tropicales, como cultivo de invierno siendo rica en nutrientes porque tiene una alta concentración de carbohidratos, en proteína su concentración es moderada, además contiene un alto porcentaje de fibra dietética, especialmente B-glucano, y es una rica fuente de fósforo y potasio (Lahouar et al., 2017).

En el Ecuador la cebada es uno de los cultivos más importantes para la serranía. Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC (2020), la superficie sembrada a nivel nacional de cebada fue de 11 634 ha. De este total se lograron cosechar 11 155 ha con una producción total de 14 107 t. Con estos resultados se puede decir que tiene una producción media de 1.26 t/ha (Pulles, 2024).

2.2 Clasificación taxonómica de la cebada

Según Molina et al. (2020) menciona que la descripción taxonómica de la cebada es:

Tabla 1.*Descripción taxonómica de la cebada*

Nomenclatura	Taxonomía
Reino	Plantae – Plantas
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

Fuente: Garrido (2017).

2.3 Producción de la cebada en Ecuador

La cebada, después del maíz, es el cereal más extendido en la Sierra ecuatoriana y ha prosperado en el callejón Interandino, principalmente entre altitudes de 2 400 y 3 500 m s.n.m. (Falconí et al., 2010). Se estima que el área potencial para su cultivo, sin restricciones ecológicas, abarca unas 150 000 ha, mientras que con ciertas limitaciones ecológicas alcanza unas 50 000 ha, sumando un total de 200 000 ha propicias para su cultivo. En el año 2018, según estadísticas del INEC-ESPAC, en Ecuador se cultivaron 10 124 ha de cebada, con una producción anual de 13 674 t, sin embargo, las importaciones anuales superan las 66 000 t. Este cultivo se encuentra presente en todas las provincias de la Sierra (Molina et al., 2020).

2.4 Requerimientos edafoclimáticos

La cebada puede ser cultivada en altitudes que van desde los 2 400 hasta los 3 500 m s.n.m. a demás, necesita recibir entre 500 y 700 mm de precipitación durante su ciclo de crecimiento, así como mantener una temperatura promedio entre los 10 y 20 °C. En términos de pH del suelo, se requiere un mínimo de 6.5 y un óptimo de 7.5 y prefiere suelos con una textura franco (limoso, arcilloso y arenoso), profundos y con un buen drenaje. A continuación, se presenta un resumen de los requisitos del cultivo en la tabla 2.

Tabla 2.
Condiciones para el cultivo de cebada

Altitud	Clima	Precipitación	Suelo	pH
2 400 a 3 400 m s.n.m.	clima frío–templado entre 12 a 20 °C	400 mm a 600 mm	Suelos franco-arcillosos y francos arenosos, profundo, con buen drenaje	6.5 a 7.5

Fuente: Garrido (2017).

Es un cultivo que se adapta de la mejor manera a todo tipo de suelo siempre y cuando estos cuenten con profundidades adecuadas que no permitan la formación de encharcamientos y también para que las raíces se desarrollen de la mejor manera, para la adecuada germinación de la semilla, lo que se obtendrá plantas de formación vigorosa, fuerte y así obtener espigas bien formadas, grandes y granos de calidad (Peñaherrera, 2011).

2.5 Morfología de la cebada

La cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro. Se estima que aproximadamente un 60 % del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo. El tallo es de porte bajo. Las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas, es una planta autógama. El fruto es una cariósipide, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda (Canal, 2012).

En el boletín No. 116 (*Hordeum vulgare* L.) generalidades y variedades mejoradas para la sierra ecuatoriana Ponce et al. (2020) detalla las características botánicas de la planta de cebada, siendo estas las principales características morfológicas:

2.5.1 Grano

El grano es una cariósipide oval, acanalado con extremos redondeados, está generalmente cubierto por la palea y la lemma adheridas a este, o puede ser desnudo; puede ser de color blanco, amarillo, azul, negro, etc.

2.5.2 Espiga

Las espigas pueden ser barbadas, sin barbas (múticas) y también pueden ser lisas o dentadas. La espiga está formada por espiguillas, las cuales están dispuestas de a tres en forma alterna a ambos lados del raquis. Si todas las espiguillas se presentan fértiles se originará una espiga de seis hileras (hexástica), si, sólo resultan fértiles las espiguillas centrales, se originará una espiga de dos hileras

2.5.3 Hojas

Las hojas tienen una forma alargada y estrecha, con una estructura compuesta por una vaina, una lámina, una lígula y dos aurículas. Generalmente carecen de pelos, aunque en ocasiones pueden tener algunos, pero raramente. Su anchura puede variar entre 5 y 15 mm.

2.5.4 Tallo

Son erectos y tienen un interior hueco, caracterizado por tener de cinco a siete segmentos cilíndricos o articulaciones separadas por nudos, donde se encuentran las hojas. Estas hojas se sitúan opuestas a las de sus vecinas a lo largo del tallo.

2.5.5 Raíz

La estructura de las raíces es fasciculada y fibrosa, extendiéndose hasta una profundidad de 1.20 m. Este sistema radicular presenta dos tipos de raíces: las seminales, que se forman desde la germinación hasta el estado de macollaje de las plántulas, y las adventicias o de la corona, que surgen durante el macollamiento y tienen la función de sostener la planta.

2.6 Variedades mejoradas

El Programa de Cereales del INIAP se encuentra trabajando constantemente en el mejoramiento de las variedades, especialmente para incrementar el rendimiento, los niveles de resistencia a enfermedades y mayor adaptación a condiciones agrícolas de la sierra ecuatoriana, entre las cuales tenemos a continuación en la tabla 3.

Tabla 3.*Características de variedades mejoradas por el INIAP y respuestas a enfermedades*

Variedad	Características de la variedad	Respuesta a enfermedades
Dorada	Variedad mejorada por el INIAP	Resistente a escaldadura, Helminthosporium carbón, (<i>Erysiphe graminis</i>). Moderadamente susceptible a roya de la hoja.
Duchicela	Apta para la industria cervecera por su fuente de almidón	Tolerante a escaldadura, helminthosporium y enanismo amarillo, Resistente a (<i>U. nuda</i>) y (<i>P. hordei</i>) y Moderadamente tolerante a (<i>P. striiformis</i>).
Terán 78	Liberada por ser resistente a Puccinia striiformis	Resistente a roya y escaldadura. Moderadamente resistente a (<i>H. gramineum</i>), enanismo amarillo y roya de la hoja.
Atahualpa 92	Variedad para las zonas de las provincias de Cotopaxi, Chimborazo y Cañar	Tolerancia a royas
INIAP-Shyri 2000	Proviene de la cruce de Shyri 89 y la variedad Grit.	Al momento de liberarse fue resistente a roya amarilla, roya de la hoja y escaldadura. Susceptible a carbón.
INIAP-Cañicapa 2003	Variedad que puede ser cultivada en las zonas del Austro y su mayor atributo al alto contenido de proteína en el grano.	Resistencia a roya amarilla, roya de la hoja, escaldadura, fusarium y carbón desnudo.
INIAP-Guaranga 2010	Proveniente de la cruce entre las líneas JAZMIN/CARDO//TOCTE y seleccionada para la parte de Bolívar	Resistencia a roya amarilla, virosis (BYDV) y resistencia parcial a roya de la hoja.

Fuente: Molina (2022).

2.7 Fases fenológicas de la cebada

Según Peñaherrera (2011), la cebada presenta cuatro etapas fenológicas, las cuales son: la germinación, el desarrollo o macollamiento, la formación de espiga y llenado de granos, por último, la madurez, el tiempo de cosecha varía de acuerdo con la variedad y está influenciada por la altitud y las condiciones climáticas de cada zona de cultivo.

2.7.1 Emergencia

La emergencia sucede en un periodo de cinco a diez días, este proceso tiene una gran dependencia con la temperatura y humedad del suelo (Box, 2008). Es la aparición de las plantitas con una o dos hojas sobre la superficie del suelo (Yzarra y López, 2011).

2.7.2 Tercera hoja

Momento en que se observa la tercera hoja en la planta (Yzarra y López, 2011).

2.7.3 Macollamiento

Aparece el primer macollo en la planta situado en la axila de una de sus hojas más bajas de la planta. Se debe registrar el inicio de la fase cuando el macollo tenga 1 cm de longitud (Salvador, 2015).

2.7.4 Encañado

Momento en que aparece el primer nudo en el tallo principal de la planta. Por lo general el primer nudo se localiza a una distancia de 2 a 3 cm sobre el suelo (Salvador, 2015).

2.7.5 Espiga

La mitad de las espigas comienzan a salir de la vaina foliar de la hoja superior, esto sucede cuando la etapa del encañado ha finalizado, la espiga se hace prominente dentro de la vaina de la hoja bandera, etapa conocida como embuche o embuchamiento. El espigamiento se caracteriza por la emergencia de las aristas y por la presencia de las espiguillas primordiales (Carrillo y Minga, 2021).

2.7.6 Floración

Momento en que se abren las primeras flores y también ocurre la polinización (Carrillo y Minga, 2021).

2.7.7 Maduración lechosa

Es el primer período de maduración que dura diez días aproximadamente y aunque los granos no engordan mucho, es muy importante porque determina el número de células que posteriormente serán empleadas en el almacenamiento del almidón (Arias y Lozano, 2017).

2.7.8 Maduración pastosa

Los granos que crecen rápidamente y almacenan almidón se caracterizan por una consistencia semi-sólida. Este periodo dura aproximadamente diez días después de pasar la etapa de maduración lechosa y se lo puede observar al presionar el grano (Arias y Lozano, 2017).

2.7.9 Maduración cornea

Los granos están duros y no pueden ser cortados con las uñas del dedo. En esta etapa el grano comienza a perder agua rápidamente, su consistencia se vuelve más sólida, denominada como “pasta dura” y además el núcleo empieza a perder su color verde; así también se puede notar que todas las partes de la planta están secas (Arias y Lozano, 2017).

2.7.10 Cosecha y almacenamiento

Para la cosecha se debe tener en cuenta que el cultivo ya haya alcanzado la maduración completa, para este paso se realiza de dos maneras: la primera es manual, en la que se utiliza una hoz para cortar la cebada, a continuación, se recolecta y se forma una parva para su posterior trilla con una maquina trilladora, en la cual, se introduce el producto y esta se encarga de separar el grano de las demás partes de la planta. El segundo método todo su proceso es mecanizado mediante la utilización de una segadora, la cual se encarga de la corta y la trilla del producto.

Al finalizar la cosecha se debe realizar el secado del grano hasta llegar al 13 % de humedad, ejecutar una limpieza y clasificación y finalmente ensacar el producto. Para su almacenamiento se debe tener un lugar fresco y seco con una humedad menor al 75 %, una temperatura menor a 12 °C, una buena ventilación y libre de roedores.

2.8 Manejo técnico del cultivo

2.8.1 Selección del terreno

En su investigación Molina (2022) menciona que el área designada para el cultivo de cebada debe ser terreno que no haya sido utilizado para el cultivo de cereales durante el ciclo anterior, como trigo, cebada, avena, triticale y/o centeno. Además, no debe haber sido utilizado como área de trilla para cereales anteriormente, con el fin de prevenir cualquier contaminación o mezcla no deseada.

Los cultivos de cereales requieren un intenso trabajo del suelo, por lo tanto, es recomendable buscar terrenos con pendientes bajas, preferiblemente menores al 10 %, para prevenir la erosión del suelo. Se sugiere emplear terrenos en rotación, lotes en reposo o en barbecho, de manera que se pueda utilizar el material vegetal como abono para nutrir y mejorar la calidad del suelo.

2.8.2 Preparación del lote

Según Molina (2020) la preparación del terreno para el cultivo de cereales implica un trabajo intensivo del suelo, que comienza con la incorporación del material vegetal con el uso de un arado y una cruz. Este proceso se lleva a cabo al menos un mes antes de la siembra, lo que permite que la materia verde se integre al suelo y se convierta en materia orgánica, para lograr un suelo enriquecido.

Antes de la siembra, es crucial realizar las labores necesarias para asegurar que el suelo esté suelto sin rastros de grumos o piedras, lo que facilitará una distribución uniforme de las semillas a una profundidad adecuada. Esto es fundamental para lograr una emergencia uniforme y un crecimiento homogéneo de las plantas. El arado y la cruz, se necesario realizar dos pasadas de rastra pocos días antes de la siembra para afinar aún más la preparación del suelo.

2.8.3 Siembra

Según (Molina, 2020) menciona que para la siembra se toma en cuentas tres aspectos como la época, profundidad y densidad.

1.8.3.1 Época de siembra

La cebada se siembra preferentemente en áreas ubicadas entre los 2 400 y 3 400 m de altitud, donde las precipitaciones oscilan entre los 400 y 700 mm, y las temperaturas promedio se sitúan entre 10 y 18 °C. La época de siembra comienza con el inicio de las lluvias o en la época de invierno en cada región, con el objetivo de que la cosecha coincida con la temporada seca o verano.

1.8.3.2 Profundidad de siembra

Para garantizar una germinación exitosa, es fundamental sembrar la semilla a una profundidad que no exceda los 5 cm. Esta medida permite que la semilla emerja rápidamente del suelo, previniendo así su ahogamiento y pérdida. Por lo tanto, es necesario que el suelo esté preparado adecuadamente.

1.8.3.3 Densidad de siembra

La cantidad de semilla que se requerirá es de 135 kg/ha.

2.8.4 Fertilización

Esta actividad se lleva a cabo durante la siembra, para la cual es necesario realizar un análisis químico del suelo. La cantidad de fertilizante a aplicar dependerá de las recomendaciones

proporcionadas por el laboratorio luego de dicho análisis de suelo que se realice del área. En ausencia de este análisis, se puede optar por fertilizar basándose en la extracción de nutrientes por parte del cultivo de cebada, como se indica en la tabla 4.

Para lograr un rendimiento promedio de 4 t de grano por ha, se recomienda aplicar 60 kg de nitrógeno (N), 60 kg de fósforo (P₂O₅), 40 kg de potasio (K₂O) y 20 kg de azufre (S), además de microelementos como calcio, magnesio, boro y zinc.

Durante la siembra, se debe aplicar el 20 % del nitrógeno junto con el 100 % de fósforo, potasio, azufre y microelementos. El 80 % restante del nitrógeno se aplicará de forma complementaria en etapas posteriores.

Tabla 4.
Fertilización recomendada en la cebada

Análisis de suelo	N (kg/ha)	P₂O₅ (kg/ha)	K₂O (kg/ha)	S (kg/ha)
Bajo	80-100	60-90	40-60	20-30
Medio	60-80	40-60	30-40	10-20
Alto	20-60	0-40	20-30	0-10

Fuente: Molina (2022).

Después de un tiempo de 10 a 15 días desde la realización del control de malezas, se aconseja llevar a cabo la aplicación del nitrógeno complementario, correspondiente al 80 % restante. Para esta fase, se puede emplear urea como fuente de nitrógeno, aplicándola a una dosis de 100 kg/ha.

Con el propósito de maximizar la eficiencia en la absorción del nitrógeno por parte del cultivo, se sugiere dividir esta aplicación en al menos dos partes. Se recomienda aplicar 50 kg cuando el cultivo se encuentre en la etapa de macollamiento (Z23), y los restantes 50 kg cuando las hojas verdaderas hayan emergido completamente (Z39). Este fraccionamiento contribuirá a obtener un mejor rendimiento y calidad del grano.

2.8.5 Control de malezas

Las malezas son todas las plantas que no hemos sembrado y que compiten con nuestro cultivo. Orrala (2020) menciona dos maneras para el control de malezas:

- Control manual, cuando no hay presencia de muchas malezas en el lote y se dispone de mano de obra.
- Control químico, cuando hay demasiadas malezas, especialmente de hoja ancha, se recomienda emplear un herbicida específico, Metsulfuron-metil, en una dosis de 30 g/ha en 400 L de agua.

2.8.6 Cosecha y trilla

Según Falconi et al. (2010) la cosecha se lleva a cabo cuando el cultivo ha alcanzado la madurez en el campo. Una manera de determinar si el grano está listo para ser cosechado es intentar aplastar la uña sobre el grano; si no deja marca en el grano, indica que está listo para la cosecha.

En áreas pequeñas, la cosecha se realiza manualmente utilizando una hoz para cortar las espigas y formar gavillas. En áreas extensas, la trilla se lleva a cabo comúnmente mediante el uso de una trilladora estacionaria y/o combinada. Sin embargo, también puede realizarse manualmente utilizando animales o una vara en una "era". Para la trilla mecanizada, es importante asegurarse de limpiar adecuadamente la trilladora para evitar la mezcla de variedades o cultivos.

Una vez completada la trilla, el grano debe secarse hasta alcanzar un nivel de humedad del 13 %, posteriormente, se procede a limpiar y clasificar el grano para luego ser almacenado y comercializado en sacos.

2.8.7 Secado

El grano cosechado en su madurez natural suele contener más del 18 % de humedad, por lo que es imprescindible secarlo para reducir su contenido de humedad al 13 % requerido por la industria. Esto ayuda a prevenir daños en los granos durante el almacenamiento. Para secar el grano, se necesita un tendal, preferiblemente de cemento. En ausencia de uno, se puede secar el grano sobre una superficie de tierra firme cubierta con plástico transparente. Es importante mover el grano al menos tres veces al día para asegurar un secado uniforme. El tiempo necesario para secar el grano puede variar de dos a tres días, dependiendo de la humedad inicial del grano cosechado y de las condiciones ambientales, como la exposición al sol y al viento (Falconi et al., 2010).

2.8.8 Almacenamiento

Después de secar el grano o semilla, es necesario realizar una limpieza y clasificación por tamaño antes de proceder a su almacenamiento. La semilla seca, limpia y clasificada debe ser colocada en

sacos en buen estado y limpios. Cada saco debe llevar una etiqueta con la siguiente información básica: nombre del cultivo, fecha de cosecha, nombre del productor y peso.

Una vez completadas las tareas de postcosecha, la semilla debe ser almacenada en un lugar seco, libre de humedad, con una buena ventilación y protegido de roedores. Tomar en cuenta que los sacos no estén en contacto directo con el suelo ni pegados a las paredes, ya que la semilla podría absorber humedad de estas superficies (Falconi et al., 2010).

2.9 Enfermedades de la cebada

El manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) es una estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios: físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos y culturales para el control de plagas. Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación (Nieto et al., 2021).

Según la guía de aprendizaje No 13 las plagas y enfermedades en la cebada constituyen los vectores que requieren atención para controlar las amenazas y garantizar los rendimientos del cultivo. A continuación, en la tabla 5 se presenta las principales enfermedades y la sintomatología.

Tabla 5.
Principales enfermedades en la cebada

Nombre común	Agente causal		Síntoma
Roya amarilla	<i>Puccinia striiformis f. sp. Hordei</i>		Presenta pústulas (uredias) lineales paralelas a las nervaduras de color amarillo. Se transmite por esporas (urediniosporas) que son transportadas por el viento, las mismas que pueden movilizarse cientos de kilómetros.
Roya de la hoja	<i>Puccinia hordei</i>		Presenta pústulas (uredias) pequeñas de forma oval o redondeada de color naranja oscuro a café. Se transmite por esporas (urediniosporas) que son transportadas por el viento, las mismas que pueden movilizarse cientos de kilómetros.
Escaldadura	<i>Rhynchosporium secalis.</i>		Los síntomas se caracterizan por presentar lesiones ovales o alargadas de color grisáceo rodeadas de un borde marrón en la superficie foliar del cultivo. Las esporas se diseminan a plantas cercanas gracias a las salpicaduras de la lluvia y el viento.
Oidio de la cebada	<i>Erysiphe graminis. sp hordei.</i>		Presenta formación de micelio blanco o gris claro en las hojas. Por debajo de la formación de micelio presenta lesiones similares a la escaldadura.
Septorioriosis	<i>Septoria nodorum</i>		Presenta manchas ovaladas de color amarillo rojizo en las hojas inferiores y de allí avanza a la parte superior de la planta.
Mancha bronceada	<i>Helminthosporium spp</i>		Presenta lesiones como pecas entre bronceadas y café con bordes cloróticos o amarillos.

Fuente: Garófalo (2012) y Molina (2020).

2.10. Métodos de mejoramiento en el cultivo de cebada

Según Nieto et al. (2021) existen varios métodos de mejoramiento que se emplean en los programas de mejora para el cultivo de cebada, en Ecuador los principales son:

2.10.1 Adaptación

Es el método más antiguo de mejora donde interviene la selección natural, es decir el proceso mediante el cual un organismo se adapta más al ambiente donde vive, medido en cambios generacionales (de padres a hijos). Podemos decir que una especie está adaptada a un ambiente, solo si ese ambiente ha generado fuerzas selectivas que han afectado a los ancestros de esa especie y han moldeado su evolución dotándoles de rasgos que benefician la explotación de dicho ambiente (temperatura, agua, luz, viento, suelo, etc.).

En Ecuador se han realizado varias colectas de germoplasma local, el cual se encuentra adaptado a las condiciones de la Sierra ecuatoriana. Este material “andinizado” se encuentra formando parte de la denominada Colección Nacional conformada por 52 variedades (38 locales y 14 mejoradas).

2.10.2 Introducción de germoplasma

La introducción de germoplasma es una técnica muy utilizada en zonas donde la cebada no es endémica, consiste en coleccionar o introducir material genético foráneo, esta técnica permite el flujo de nuevo germoplasma aumentando la variabilidad y la introducción de nuevos genes a la región, generalmente se utiliza para mejorar caracteres de altura de planta, resistencia, calidad y producción.

Esta es una técnica muy empleada por los Programa de Mejoramiento a nivel mundial, especialmente en países donde los cereales no son endémicos, como el Ecuador. Las principales fuentes de germoplasma introducido para el Programa de Cereales del INIAP son, el Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT), el Centro Internacional para Investigaciones Agrícolas en las Zonas Secas (ICARDA), y Universidades de Canadá y Estados Unidos.

Anualmente, se evalúan más de 1 000 introducciones, con el fin de seleccionar germoplasma con características deseables y que se adapten a nuestras condiciones. Empleando esta técnica se han liberado diez nuevas variedades mejoradas de cebada para el Ecuador las cuales son de uso y beneficio para los agricultores.

2.10.3 Hibridación o cruzamientos

Consiste en combinar dos progenitores homocigotos con características específicas para generar una línea pura, la cual se reproducirá idéntica a sí misma con las características deseadas. Dentro de este método podemos hablar de varios tipos de cruzamientos entre ellos: cruza simples, dobles, triples, retrocruzamientos y cruza amplias.

El Programa de Cereales del INIAP anualmente genera entre 50 y 100 nuevos cruzamientos con el objeto de generar germoplasma mejorado con características deseables. 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 Introducciones. Empleando esta técnica se han generado tres nuevas variedades mejoradas adaptadas a las condiciones de la Sierra ecuatoriana (Peñaherrera, 2011).

2.11 Componentes en el rendimiento de cebada (*Hordeum vulgare* L.)

El objetivo principal del fitomejoramiento a lo largo del tiempo ha sido identificar genotipos con buenos rendimientos de grano, resistencia a enfermedades y alta calidad. De estos el más importante es el rendimiento, ya que determina si el material es viable para los agricultores (Rios et al., 2011).

En el caso de la cebada, el rendimiento del grano está estrechamente vinculado con la longitud de la espiga y la altura de la planta. Además, estudios han demostrado que alrededor del 72 % de la variación en el rendimiento de muchos cereales se relaciona con el número de espigas fértiles, la cantidad de granos por espiga y el peso del grano. Por esta razón, estos componentes tienen una estrecha relación con el rendimiento del cultivo (Atei, 2006).

La caracterización de una variedad y los factores que influyen en la productividad y calidad del cultivo han permitido determinar cómo las condiciones climáticas locales y las anomalías durante la formación del grano afectan al cultivo (Lizarraga, 2015).

2.12 Marco legal

La investigación se encuentra dentro de las leyes y artículos que rigen al Estado Ecuatoriano, dentro del plan nacional de creación de oportunidades 2021-2025; en el cual se encuentra el Objetivo 3 que “fomenta la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular“, que tiene como finalidad promover la igualdad en oportunidades a nivel agrícola, acuícola, pesquero y de infraestructura para todos, en concordancia con el artículo 276 de la CRE.

En este objetivo están presentes las políticas 3.1., que “mejora la competitividad y productividad agrícola, acuícola, pesquera e industrial, incentivando el acceso a infraestructura adecuada, insumos y uso de tecnologías modernas y limpias”. Y la política 3.2., que “impulsa la soberanía y seguridad alimentaria para satisfacer la demanda nacional”. Las cuales apoyan a la realización de la actual investigación.

De la misma manera la Asamblea Nacional promueve La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura, la cual refiere en su el Art. 22, que tiene como propósito la investigación e innovación de los recursos fitogenéticos, en la cual menciona que la Autoridad Agraria Nacional en coordinación con la institución rectora de la educación superior, ciencia, tecnología e innovación, centros de educación superior y entidades privadas establecerá planes, programas y proyectos para fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica en materia de los recursos fitogenéticos y semillas; es así que la presente investigación tiene como finalidad evaluar el desarrollo agronómico de tres variedades de cebada, con el fin de mejorar el desarrollo de la agroindustria y la agricultura campesina.

CAPITULO III

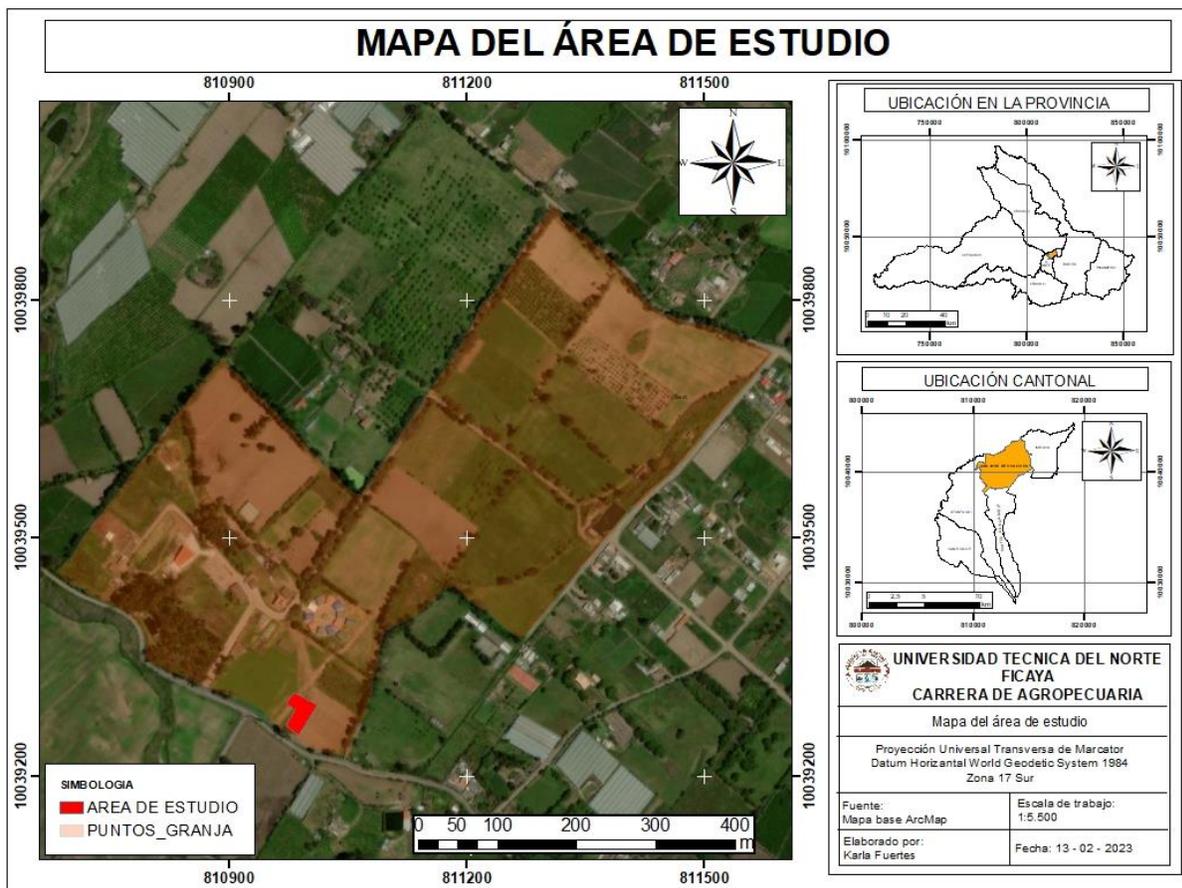
MARCO METODOLOGICO

3.1 Caracterización del Área de Estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental La Pradera, ubicada en la parroquia Chaltura del cantón Antonio Ante de la provincia de Imbabura (Figura 1).

Figura 1.

Mapa de Ubicación de la Granja Experimental La Pradera



3.1.1 Características climáticas y edáficas

Las condiciones agroclimáticas y edáficas del lugar en el que se llevó a cabo la siguiente investigación son los siguientes: una temperatura en un rango de (14 – 16 ° C), clima sub-húmedo, precipitaciones anuales de (500 -700 mm), altitud de 2 350 m s.n.m., textura franco y un pH de 7.6.

3.2 Materiales

3.2.1 Materiales, insumos, equipos y herramientas

En la tabla 6 se da a conocer los diferentes materiales, equipos insumos y herramientas que se utilizó a lo largo de la investigación.

Tabla 6.
Materiales, equipos, insumos y herramientas

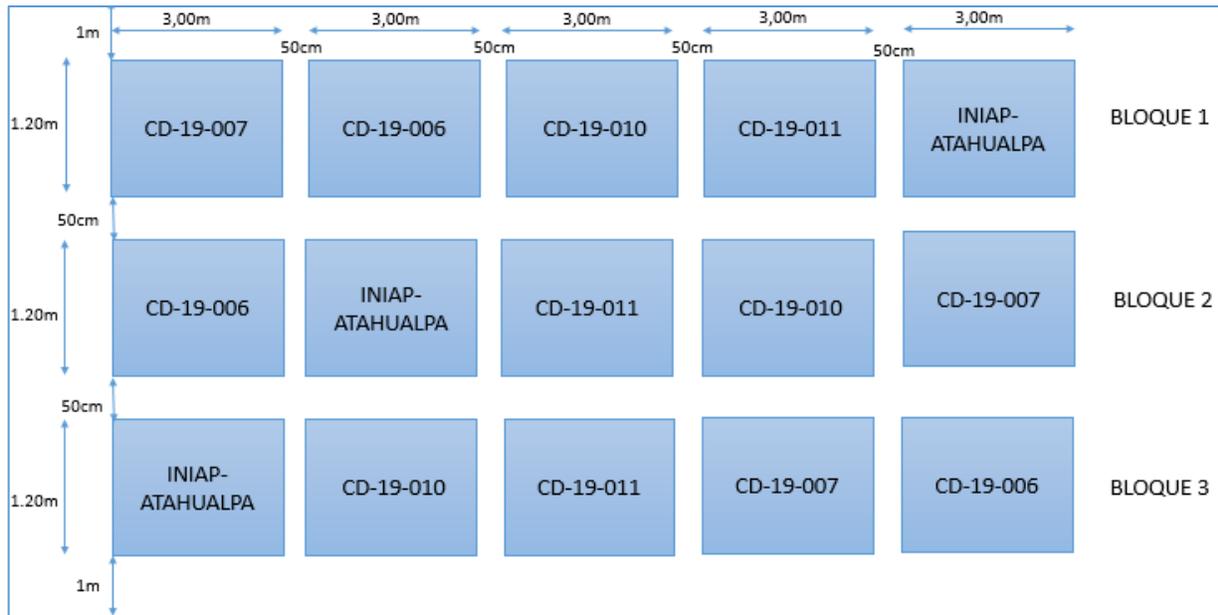
Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Libreta de campo	Computadora	Insecticida	Azadón
Rótulos	Celular	Fertilizantes minerales	Pala
Cinta métrica	Impresora	Herbicida	Rastrillo
Estacas	Balanza		Bomba de fumigar
Semilla de cebada			Martillo
Piola			

3.3 Métodos

3.3.1 Diseño experimental

En la presente investigación se utilizó un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con tres (3) bloques y distribuidos de forma aleatoria las cuatro líneas promisorias y la variedad Iniap-Atahualpa 92. En la figura 2 se indica el diseño experimental del estudio.

Figura 2.
Diseño experimental del estudio



3.3.2 Factor de estudio

En el presente estudio se analizó cuatro líneas promisorias (CD-19-006, CD-19-007, CD-19-010, CD-19-011) y una variedad mejorada (INIAP-Atahualpa 92) de cebada de grano desnudo con tres repeticiones de cada material de estudio.

3.3.3 Materiales

Los materiales en estudio en la presente investigación para la evaluación del comportamiento agronómico de cebada desnuda se muestran en la tabla 7.

Tabla 7.
Materiales puestos a investigación en la evaluación de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de cebada desnuda bajo las condiciones de Chaltura, Imbabura.

Materiales	Descripción	Código
M1	Línea promisoría	CD-19-006
M2	Línea promisoría	CD-19-007
M3	Línea promisoría	CD-19-010
M4	Línea promisoría	CD-19-011
M5	Variedad mejorada	INIAP-Atahualpa 92

3.3.4 Características del experimento

- Bloques: 3
- Tratamientos: 5
- Número de unidades experimentales: 15
- Área total del ensayo: 90 m²

3.3.5 Características de la unidad experimental

Las características de la unidad experimental que se encontraban establecidas para la evaluación de las líneas promisorias y la variedad mejorada de cebada de grano desnudo por parte del INIAP se presentan en la tabla 8.

Tabla 8.
Características de la unidad experimental

Datos	Medidas
Área de la unidad experimental:	3.6 m ²
Largo de la parcela:	3 m
Ancho de la parcela:	1.2 m
Distancia entre unidad experimental:	0.50 m
Distancia entre bloques	1 m
Densidad de siembra	En cada parcela se sembró 54 g de semilla
Surcos a 15 cm	8

3.3.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en el software INFOSTAT, presentando un análisis de varianza (ADEVA) del diseño en bloques completos al azar (tabla 9).

Tabla 9.
Análisis de varianza del experimento.

Fuentes de Variación	Fórmula	GL
Total	$(t \times R) - 1$	14
Bloques	$(t - 1)$	2
Variedades	$(R - 1)$	4
Error experimental	$(t - 1)(R - 1)$	8

3.3.7 Variables de estudio

Molina et al. (2022) en su gestión ha creado una guía con información de las diferentes características del desarrollo de la cebada a evaluar en la investigación, como se describen a continuación:

3.3.7.1 Porcentaje de emergencia

En dichos parámetros se evaluó en la etapa de desarrollo Z 12 o Z 13, cuando existió la presencia de dos o tres hojas desarrolladas. Al ser un parámetro de evaluación visual se utilizó la siguiente tabla 10, con sus respectivos porcentajes.

Tabla 10.
Escala de germinación

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

Fuente: Molina et al. (2022) y Garófalo (2012).

En la figura 3 se observó la etapa Z 12 según la escala de Zadoks que corresponde a la emergencia, cuando aparece dos hojas en el tallo principal y una tercera apareciendo.

Figura 3.

Etapa de desarrollo Z12 según escala de Zadoks



3.3.7.2 Días de espigamiento

El parámetro días al espigamiento, es el número de días contados desde la siembra hasta que las espigas de las plantas de la parcela aparecen, de manera que para el registro de este parámetro en la escala de Zadoks es la Z 55 que corresponde a la mitad de la inflorescencia emergida. Para la evaluación fue totalmente visual. En la figura 4 se puede observar.

Figura 4.

Etapa de desarrollo Z 55 para evaluar días de espigamiento



3.3.7.3 Altura de la planta (cm)

Se midió la longitud desde la base de las plantas hasta el extremo de la espiga, utilizando una regla y excluyendo las aristas. Este proceso se llevó a cabo cuando el cultivo alcanzó su madurez, seleccionando plantas al azar dentro de un cuadrante de un metro cuadrado en el centro de la parcela experimental. Esta medición se registró utilizando la escala de Zadoks, en la etapa Z 91.

3.3.7.4 Tipo de paja

La evaluación se centró en estimar la resistencia y flexibilidad del tallo de la planta para soportar el viento y prevenir el tumbado del cultivo. Se llevó a cabo durante la etapa Z 91 y su interpretación depende en gran medida del criterio del técnico y de las condiciones ambientales durante el crecimiento de la planta. Se utilizó una escala que va del 1 al 3 para este parámetro, que se describe detalladamente en la tabla 11.

Tabla 11.
Escala de evaluación de tipo de paja en cereales

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 soportan el viento y el acame.

Fuente: Molina et al. (2022) y Garófalo (2012).

Según Molina et al. (2020), esta evaluación depende mucho del criterio del técnico del evaluador y de las condiciones reinantes durante el periodo de desarrollo del cultivo (figura 5).

Figura 5.

Evaluación de tipo de paja en cebada de grano desnudo



3.3.7.5 Tamaño de espiga (cm)

Para el registro de este parámetro según la escala de Zadoks, se utilizó la etapa Z 92 y se mide desde la base hasta el extremo de la espiga, excluyendo las aristas. Se empleó una regla y se expresa la medida en centímetros, como se muestra en la figura 6. La evaluación se llevó a cabo cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial, es decir, durante la cosecha.

Figura 6.

Medición del tamaño de espiga de cebada usando una regla



3.3.7.6 Número de espigas por m²

El recuento de las espigas efectivas se realizó seleccionando al azar un área de 1 m² de plantas de la parcela neta de cada unidad experimental. Posteriormente, se llevó a cabo el conteo de las espigas que contenían granos formados.

3.3.7.7 Número de granos por espiga

Este parámetro es una medida visual de la productividad durante la etapa de cosecha. Se seleccionaron espigas al azar de la parte central y se llevó a cabo el conteo manual del número de granos en cada espiga (figura 7).

Figura 7.

Conteo manual de los granos de espiga en cebada



3.3.7.8 Severidad de enfermedades

La evaluación inicio al seleccionar de manera aleatoria y verificar de forma visual la existencia y el daño causado por la enfermedad, para esto se realizó tomas de datos una inicial en la etapa Z37 y final conforme se va observando el avance de la afectación.

Las enfermedades para el estudio que se observó son la escaldadura (*Rhynchosporium secalis*) y virus del enanismo de cebada (BYDV).

- **Escaldadura** (*Rhynchosporium secalis*)

Para su evaluación fue totalmente visual, se miraba cada unidad experimental en que porcentaje y nivel de afectación se encontraba según las figura 8 y 9. Se realizó siete evaluaciones de esta enfermedad y de las cuales se tomó como valores la inicial, intermedia y final.

Figura 8.

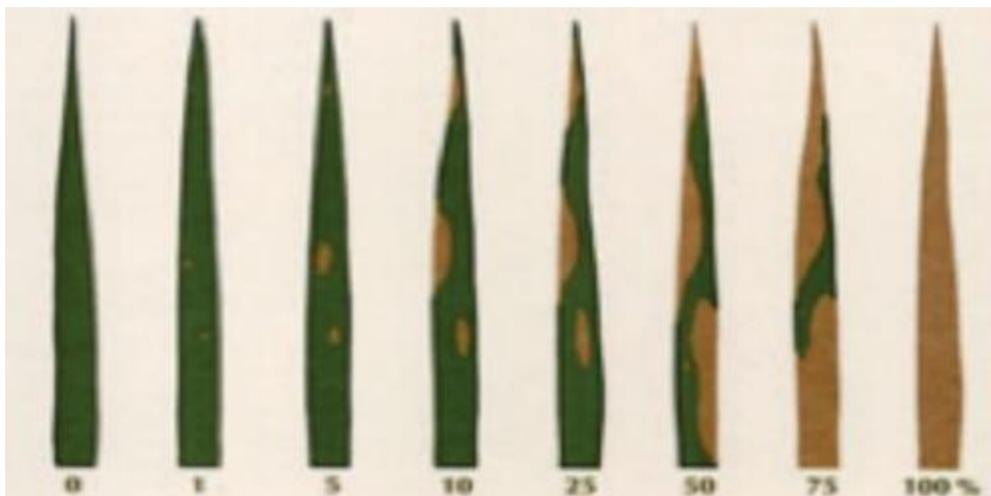
Escala de Saari – Prescott (0-9) para evaluar la intensidad de las enfermedades foliares



Fuente: Stubbs R. W et al. (1986)

Figura 9.

Porcentaje de la superficie foliar afectada por S. nodorum



Fuente: Stubbs R. W et al., 1986

- **Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV)**

Esta enfermedad igual se evaluó de forma visual cuando existía pérdida de color de las hojas que se extiende desde el ápice y por los márgenes hacia la base o por el enanismo de las unidades experimentales que se evidenciaba y se utilizó la escala descrita por Schaller y Qualset (1980), para determinar el grado de daño por virosis (tabla 12). Para su evaluación se tomó dos datos un

inicial y final que fue a mitad del ciclo del ensayo; ya que se detuvo la diseminación de esta enfermedad.

Tabla 12.

Escala para determinar el grado de daño por virosis

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 la 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 la 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 la planta antes de la madurez normal.

Fuente: Molina et al. (2022) y Garófalo (2012).

3.3.7.9 Rendimiento de grano (kg/ha)

Es el parámetro fundamental en la evaluación, ya que es la producción potencial en grano de cada material. Este valor está dado en g/parcela, y transformar a kg/ha, para obtener el valor del rendimiento potencial estimado de cultivo.

Por tal motivo, se pesó en su totalidad la producción de cada unidad experimental, previamente definida. Para esta variable, la medición el grano estaba en 13 % de humedad y limpio (figura 10).

Figura 10.

Evaluación de la variable rendimiento de grano de cebada de grano desnudo



3.3.7.10 Peso de mil granos (gr)

Se seleccionó de forma aleatoria 1 000 granos, mientras mayor es el peso es superior el rendimiento potencial del cultivo. Se midió en gramos en una balanza electrónica (figura 11).

Figura 11.

Conteo de mil granos de cebada



3.3.7.11 Peso hectolítrico

Este parámetro indicó que mientras mayor peso se alcanza mejor es la calidad del producto. Este peso se estimó en kilogramos por hectolítrico (kg/hL) en una balanza para peso específico o hectolítrico. De manera que se extrajo un 1 kg de granos de cada unidad experimental (figura 12).

Figura 12.

Evaluación de la variable peso hectolítrico en cebada



3.3.7.12 Tipo de grano

Se evaluó una vez que el grano estaba totalmente seco, para la evaluación se empleó las siguientes escalas propuestas por el Programa de Cereales del INIAP como se muestra continuación en la tabla 13.

Tabla 13.

Escala de evaluación para tipo de grano en cebada

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

Fuente: Molina et al. (2022) y Garófalo (2012).

3.4 Manejo específico del experimento

3.4.1 Selección del lote

El lote donde se realizó el ensayo cumplía con los siguientes aspectos: el lote no tenía en el ciclo anterior otro tipo de cultivo de cereales y la pendiente era de - 5 % (Figura 13).

Figura 13.

Área designada para la investigación



3.4.2 Preparación del suelo

Para la preparación del suelo se realizó con una previa anticipación de dos meses antes de la siembra, garantizando una adecuada descomposición de la materia orgánica y la desinfección respectiva del suelo. La preparación del suelo consistió en un pase de arado y dos pases de rastra como se muestra en la figura 14

Figura 14.

Desinfección del suelo en el área designada



3.4.3 Desinfección de semilla

La semilla fue desinfectada con Fludioxonilo (Celest) en dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$ de semilla. Luego de la desinfección de la semilla se dejó secar el grano para no incrementar la humedad del grano. (Molina et al. (2022) y Garófalo (2012)).

3.4.4 Siembra

Se empleó 150 kg/ha de semilla, en cada unidad experimental se sembró 54 gramos de semilla como se observa en la figura 15.

Figura 15.

Siembra de cebada de grano desnudo en la Granja La “Pradera”



3.4.5 Fertilización

Se distribuyó el fertilizante de manera manual en dos aplicaciones, la primera aplicación se la realizó en la siembra con una distribución de elementos de acuerdo con el análisis de suelo realizado y la segunda aplicación en la etapa de macollamiento (Tabla 14).

Tabla 14.

Cantidades de fertilizantes utilizados en el ensayo

Fertilización	Producto	Cantidad
A la siembra	Sembrador (15-30-15) + EM (elementos menores)	90 gramos
60 días después de la siembra	Urea blanca	18 gramos

3.4.6 Control de malezas

En la etapa de macollamiento en la etapa de Zadoks (Z 20), para el control de arvenses se aplicó el herbicida específico para hoja ancha, metsulfurón-metil, en una dosis de 30 g/ha.

3.4.7 Controles fitosanitarios

En el ensayo de investigación se evaluó la severidad de las principales enfermedades, cabe recalcar que como es una evaluación para medir el comportamiento en la zona de Chaltura no se optó por poner fungicidas de control. En la figura 16 se puede apreciar la evaluación de mancha foliar (*Rhynchosporium secalis*)

Figura 16.

Evaluación de R. secalis en cebada de grano desnudo



3.4.8 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, usando una hoz una vez que las plantas han llegado a su madurez de campo según la escala de Zadoks (Z 90) y tomando en cuenta las condiciones del medio ambiente como se observa en la figura 17.

Figura 17.

Cosecha de cebada desnuda en etapa de madurez fisiológica



3.4.9 Trilla

La trilla se realizó de forma mecánica en la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP) utilizando la trilladora para experimentos. El grano una vez trillado fue almacenado en fundas de tela con su debida etiqueta, que contenía la información del ensayo.

3.4.10 Beneficio de la semilla

Una vez finalizado la cosecha y trilla, se realizó el secado de la semilla hasta conseguir una humedad de grano de 13 % o menor a esta. Posteriormente la limpieza del grano, para luego almacenar el grano en fundas de tela y poder medir algunas variables pos-cosecha como: (rendimiento, peso hectolítrico, peso de 1 000 granos y tipo de grano). A continuación, en la figura 18 se muestra el secado del material.

Figura 18.

Secado de semilla de cebada de grano desnudo



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Comparación del rendimiento de cuatro líneas promisorias de cebada con grano desnudo con respecto a una variedad mejorada de cebada en condiciones de Chaltura. (colocar una introducion)

4.1.1 Porcentaje de emergencia

Los resultados del análisis estadístico de varianza para la variable emergencia, indica que no existe diferencias estadísticas significativas entre las líneas promisorias y la variedad mejorada de cebada de grano descubierto evaluadas. (F=1.27; Gl=4; P=0.3564) (tabla 15).

Tabla 15.

Análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia

Fuentes de variación	glFv	glEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	8	1.27	0.3564

En cuanto al análisis de los resultados en la tabla 16 se establece que para la variable porcentaje de emergencia, todas las líneas y la variedad se encuentran en un rango de evaluación bueno que van de (95% - 98.44%) y según lo estipulado por Ponce et al. (2020) un rango de (81 - 100%) plantas germinadas tiene una escala de bueno.

Tabla 16.

*Tabla de medias para la variable porcentaje de emergencia en cebada (*Hordeum vulgare* L.)*

Materiales en estudio	Media±E.E
CD-19-006	96.67±1.67
CD-19-007	95.00±0.00
CD-19-010	98.33±1.67
CD-19-011	96.67±1.67
Iniap-Atahualpa 92	98.33±1.67

En la presente investigación se presentó valores similares a la investigación de la Universidad de Cotopaxi; según Pallo (2022) en su investigación las líneas promisorias CD-19-010 y CD-19-011 lograron el máximo porcentaje de emergencia, alcanzando un 98.33 % y un 90 %, respectivamente,

a los 13 días de haber sido sembradas. De manera que se puede deducir que las líneas presentan un buen porcentaje de emergencia en las dos zonas evaluadas, según lo estipulado por Ponce et al. (2019) menciona que una buena emergencia se encuentra en rangos de valores de 81 – 100 % de plantas germinadas.

En la investigación dentro de la misma zona de Chaltura para Pinchao (2023), al evaluar 15 líneas el 86 % (13 líneas) obtuvieron valores con un buen porcentaje de emergencia, es decir más del 80 % de plantas emergidas por tratamiento. De la misma manera concuerdan con los resultados obtenidos por Caluguillin (2023) con un porcentaje del 80 % a los 10 días después de la siembra, presentándose en todos los ensayos emergencias superiores al 80 %. Este parámetro es afectado por el poder germitativo de los materiales de estudio, profundidad de siembra y disponibilidad de humedad en el suelo (Miralles et al. 2024).

4.1.2 Días al espigamiento

De acuerdo con el análisis estadístico de varianza para la variable días al espigamiento, se puede observar que no existe diferencias significativas entre las cuatro líneas promisorias y la variedad evaluadas ($F=1.59$; $Gl=4$; $P=0.2663$) (tabla 17).

Tabla 17.
Análisis de varianza para la variable días al espigamiento

Fuentes de variación	glFv	glEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	8	1.59	0.2663

Por lo tanto, al evaluar las cuatro líneas promisorias y la variedad mejorada, se puede observar que las líneas presentaron medias similares con rangos de días al espigamiento (60.67-64) desde la siembra hasta observar el 50 % de espigas emergidas en cada unidad experimental. Cabe recalcar que la diferencia de días es mínima con 4, 3 y 2 días como se muestra en la tabla 18. No obstante, es importante resaltar que esta característica genética no tiene un impacto directo en la productividad del cultivo; en cambio, podría emplearse para desarrollar un calendario de producción más eficiente.

Tabla 18.*Tabla de medias para la variable días al espigamiento en cebada (Hordeum vulgare L.)*

Materiales en estudio	Media±E.E
CD-19-006	64.00±0.00
CD-19-007	60.67±0.67
CD-19-010	63.00±1.00
CD-19-011	62.33±1.45
<u>Iniap-Atahualpa 92</u>	<u>62.00±1.15</u>

Según la investigación de Farinango (2024) en la misma investigación menciona que no existe diferencias significativas entre los materiales, pero destaca a la línea CD-19-010 y la variedad INIAP-Atahualpa 92 con características de precocidad teniendo valores de 59 y 61 días respectivamente, mientras que en la presente investigación se obtuvieron valores casi similares en dichos materiales evaluados.

Según los resultados de la investigación de Pallo (2022) la línea más tardía con un promedio de 69.67 días es la CD-19-011, creando una discrepancia con los hallazgos de la presente investigación, que obtuvo una media de 62.33 días en la misma línea, teniendo una diferencia de siete días menos. De manera similar en la investigación de Flores (2023) realizada en Chaltura obtiene valores similares con promedios de rango de 59 - 66 días en tres variedades de cebada, demostrando la variabilidad en el estudio realizado.

En los hallazgos de Chugcho (2023), identifiqué la mejor línea promisoría en cuanto a la variable días de espigamiento a CD-19-010 con un promedio de 81.67 días y la más baja con mayores días de espigamiento la línea CD-19-011 con un promedio de 94 días en el sector Querochaca, obteniendo valores altos comparados con la presente investigación con diferencias de 20 días; lo cual permite considerar que factores externos al germoplasma como, suelo, riego, humedad, luminosidad han influido en este parámetro Ponce et al. (2020).

4.1.3 Tipo de paja

Los análisis de datos cualitativos de la tabla de contingencia indica que existe una relación ($\chi^2=0.0358$) entre los materiales en evaluación para la variable tipo de paja como se muestra en la (tabla 19).

Tabla 19.*Análisis de varianza para la variable de tipo de paja*

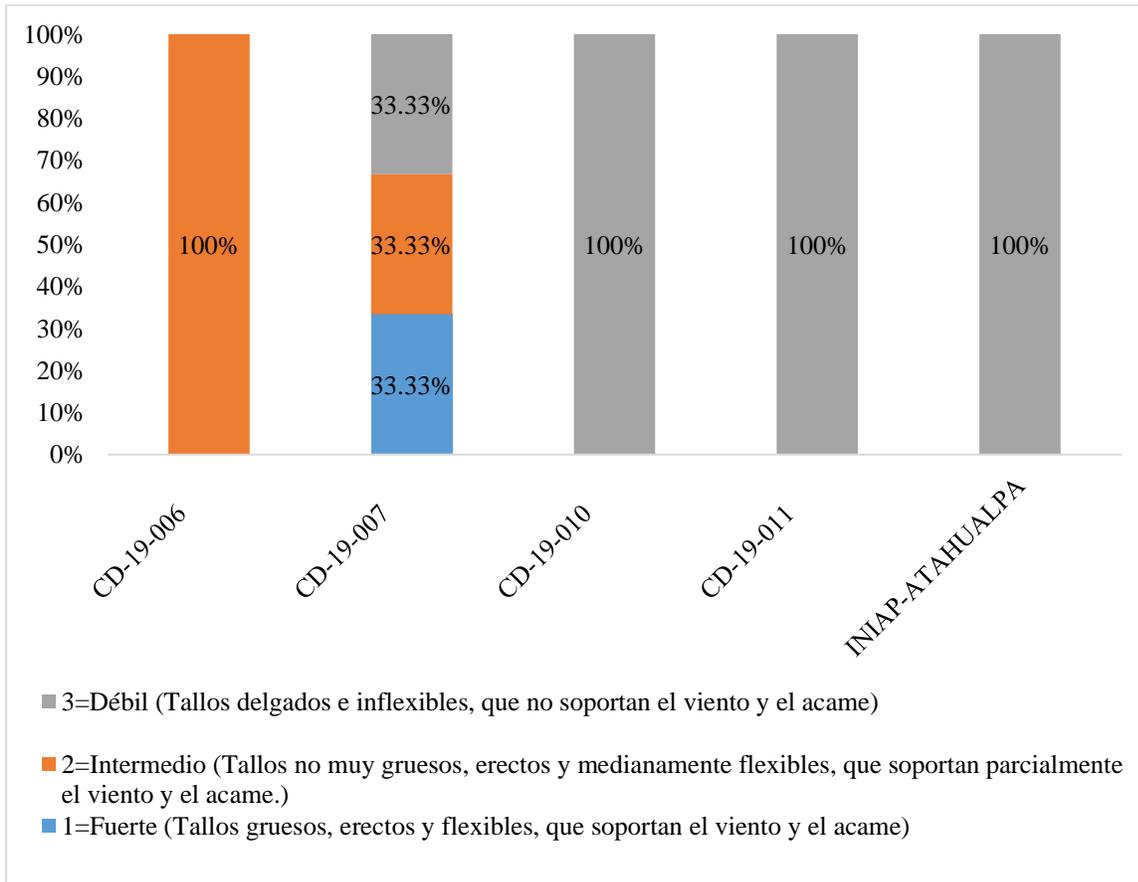
Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	16.50	8	0.0358

Los resultados que se muestran en la figura 19, con respecto a la variable tipo de paja (TP), tomando la evaluación en etapa de desarrollo Z 91 según la escala de Zadoks, se observa que las líneas promisorias CD-19-010, CD-19-011 y la variedad INIAP-ATAHUALPA tiene una escala de 3 en un 100 %, que representa un tallo débil (Tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame) y la línea CD-19-006 presenta en 100 % en escala de 2 que resulta ser tallo intermedio (Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame) y la línea CD-19-007 obteniendo parcialmente en 33 % las tres escalas de evaluación.

Según los datos de la investigación de Pallo (2022), todas las 4 líneas promisorias tienen una escala de 2 que representa tallo intermedio con características de tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame y la variedad INIAP-ATAHUALPA una escala de 3 que representa un tallo débil similar al de la presente investigación. En cambio, para Chugcho (2023) se observó cómo mejores líneas a CD-19-007, CD-19-006 y CD-19-011 en las que presentaron cada una de ellas características como Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame, y en último lugar a la variedad Iniap-Atahulpa 92 con Tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame.

Figura 19.

Tipo de paja de las líneas promisorias y la variedad mejorada



Farinango (2024), muestra el 67 % de los materiales evaluados coincidieron en un tipo de paja escala 1, donde, las líneas CD-19-006 y CD-19-007 mostraron el 100 % de sus repeticiones en esta categoría y el 33% en la categoría 2 en el resto de los materiales de estudio. Saltos (2011) menciona que para tener resistencia al acame las variedades deben tener un sistema radicular vigoroso con la finalidad que, de un anclaje a la planta en el suelo, pajas más flexibles que no se rompan por el viento.

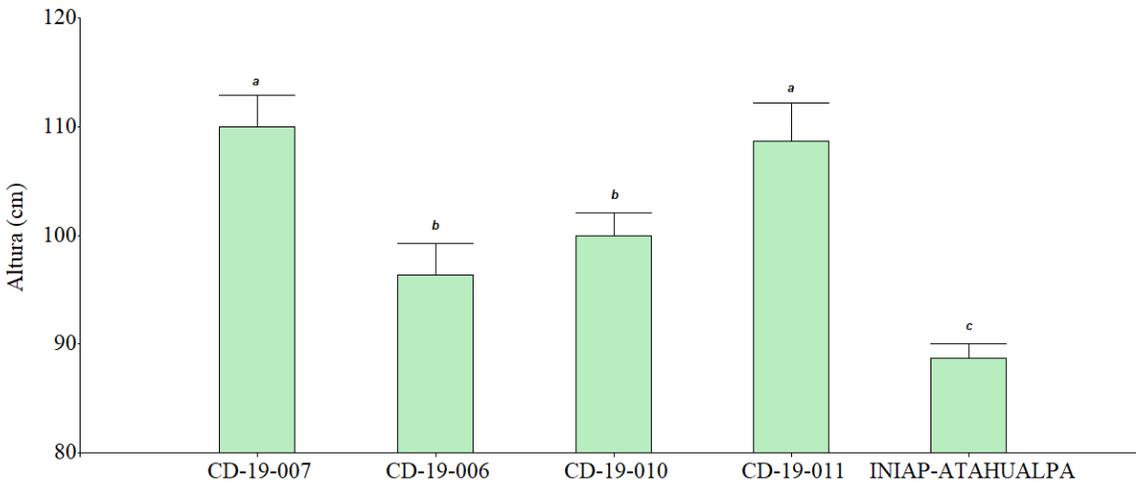
4.1.4 Altura

Los resultados del análisis estadístico de varianza para la variable altura de planta, indican que existe diferencias significativas entre las líneas promisorias y la variedad INIAP-ATAHUALPA utilizadas en el estudio ($F=11.02$; $Gl=4$; $P=0.0024$) (tabla 20).

Tabla 20.*Análisis de varianza para la variable altura*

Fuentes de variación	glFv	glEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	8	11.02	0.0024

El análisis de la de los resultados, demuestran que para la variable altura de planta, las líneas promisorias CD-19-007 y CD-19-011 obtuvieron medias similares con un promedio de 109.33 cm. seguida de las líneas promisorias CD-19-010 Y CD-19-006 con existiendo diferencias en dichas líneas con un promedio de 98.17 cm, existiendo una diferencia entre los promedios de dichas líneas de 11.16 cm y finalmente la variedad INIAP-ATAHUALPA que se caracterizó por obtener la menor altura, con una media de 88.67 cm en comparación con las mejores alturas con una diferencia de 20.66 cm (figura 20). De igual manera, INIAP (2001) respalda la idea de que la altura de la planta en el cultivo de cebada está directamente influenciada por la genética de las variedades y las condiciones agroclimáticas presentes en la zona de investigación.

Figura 20.*Altura de la planta*

Según la investigación de Pallo (2022) realizo en el campus de Salache la que mejor altura obtuvo fue la variedad INIAP-Atahualpa 92 con un promedio de 117.13 cm y la de menor altura promedio la línea promisoría CD-19-006 con una media de 87.4 cm; de manera que los resultados discrepan de la presente investigación en el caso particular de la variedad que presentó un valor bajo de 88.67 cm, seguida de la misma línea CD-19-006 con una media de 96.33 cm. En la misma investigación

Chugcho (2023) obtuvo un promedio en la variable altura de planta de 123.7 cm, obteniendo valores diferentes en una diferencia de aproximadamente 25 cm.

Farinango (2024) demostró que la mayor altura de planta tiene la línea CD-19-011 con un valor de 114.20 y la menor la línea CD-19-007 con una media de 90.90 cm, en cuanto la variedad mejorada presentó un promedio de 105.93 cm discrepando de los resultados encontrados con una diferencia 18 cm. Flores (2023) en la evaluación de 3 variedades de cebada con rangos que oscilan de 78.29 cm a 121.75 cm. Estos valores se alinean con los obtenidos en la presente investigación, que registraron alturas de 88.67 a 110 cm, reafirmando la consistencia de estos hallazgos en diferentes contextos y condiciones de estudio. Cabe recalcar que esta característica no es tan favorable puesto que valores mayores a 110 cm son propensas a los acames y porque no son variedades forrajeras sino comerciales (Chugcho, 2023).

Según Guerrero (1999) indica que se este carácter es de vital importancia a la hora de elegir una variedad, ya que la cebada es más sensible al encamado que el trigo. En tierras con suficiente fertilidad, el encamado puede producir disminución de la cosecha y favorecerá que se presenten problemas en la recolección. De igual manera Pilataxi, (2013) menciona que: la altura de plantas es un carácter varietal muy importante porque tiene una correlación directa con el porcentaje de acame del tallo.

4.1.5 Espigas por metro cuadrado

En la tabla 21 los resultados del análisis estadístico de varianza, indica que para la variable número de espigas por metro cuadrado, existen diferencias significativas entre las cuatro líneas promisorias y la variedad mejorada de cebada de grano descubierto utilizadas en el estudio ($F= 29.52$; $Gl=4$; $P= 0.0001$).

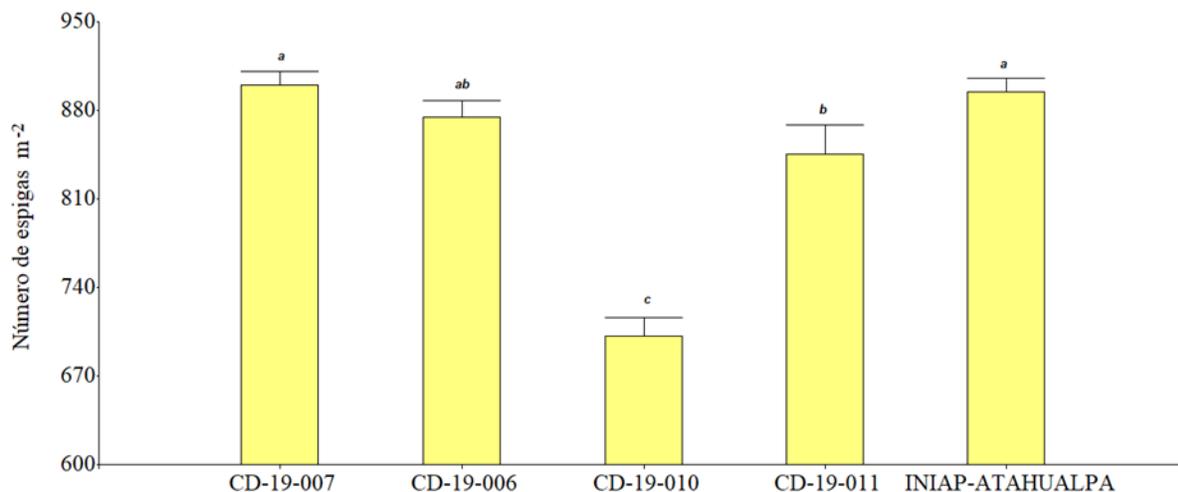
Tabla 21.
Análisis de varianza para la variable espigas/m²

Fuentes de variación	glFv	glEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	8	29.52	0.0001

Los resultados del análisis estadístico para el número de espigas por metro cuadrado, muestra que los materiales de estudio CD-19-007, INIAP-Atahualpa 92 y CD-19-006 destacan con mayor número de espigas/m², presentando una media promedio de (890 espigas/m²) en comparación con

la línea CD-19-010 presentando una media baja de 701.33 espigas/ m², teniendo una diferencia de 189 espigas/ m² (Figura 21). Además, según el INIAP (2020), las discrepancias en el número de espigas entre las diversas variedades se atribuyen a la genética inherente a cada línea, así como a factores como la fecha de siembra, la disponibilidad de agua y nutrientes, la temperatura y las condiciones agroclimáticas específicas del lugar.

Figura 21.
Número de espigas/m²



Castañeda-Saucedo et al. (2009), menciona que el número de espigas/m² es el componente que más relación tiene con el rendimiento de cereales. De igual manera una consecuencia que el número de espigas/m² sea menor es el suministro de agua en la etapa de floración tardía según Molina (1989).

4.1.6 Tamaño de espiga

Los resultados del análisis estadístico de varianza para la variable tamaño de espiga que se muestra en la (tabla 22), demuestran que existe una diferencia significativa entre el tamaño de la espiga de las tres variedades (F=20.52; Gl=4; P<0.0001).

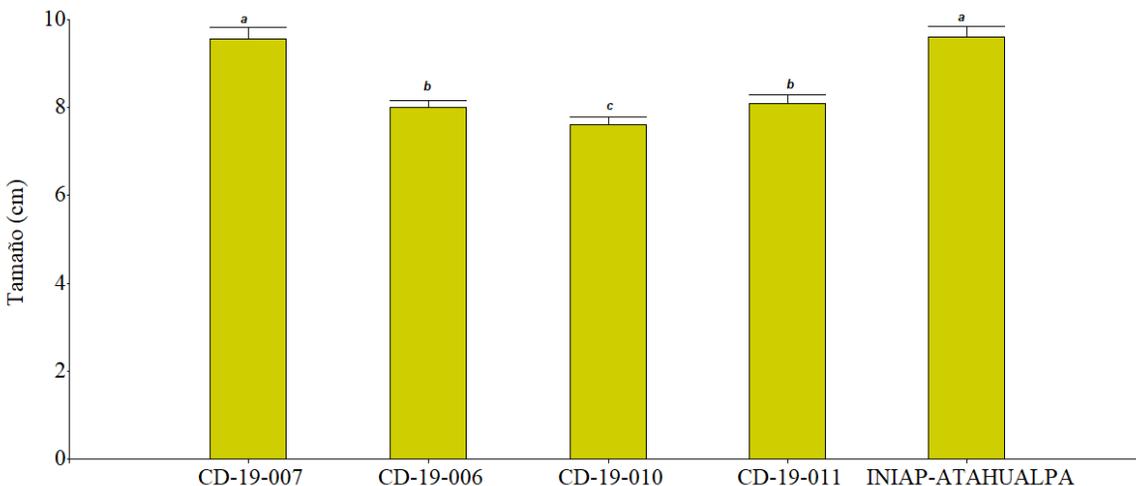
Tabla 22.
Análisis de varianza para la variable tamaño de espiga

Fuentes de variación	glFv	glEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	143	20.52	<0.0001

Al analizar los resultados obtenidos en el estudio, se puede identificar que existe una similitud en el tamaño de los materiales de estudio INIAP-Atahualpa 92 y CD-19-007, obteniendo una media promedio de 9.58 cm; seguida de las líneas CD-19-011 y CD-19-006 con promedio de 8.00 cm y finalmente la línea CD-19-010, con una media de 7.60 cm, siendo una de las líneas con espigas más pequeñas con una diferencia de 1.98 cm y 0.4 cm respectivamente (figura 22).

Figura 22.

Tamaño de espiga (cm)



En Querochaca, según la investigación de Chugcho (2023) para la variable tamaño de espiga obtuvo un promedio general de 9.20 cm. Sin embargo, Pallo (2022) muestra que bajo las condiciones de Salache la mejor línea en su investigación fue INIAP-Atahualpa 92, con un promedio de tamaño de espiga de 12.03 cm. De manera que se tiene datos similares con las condiciones de Querochaca a diferencia de Salache que tiene una variación de aproximadamente 3 cm, se podría decir que esta variación está directamente vinculada a los diferentes factores agroecológicos presentes en cada una de las investigaciones.

Farinango (2024) en su investigación obtuvo que las líneas CD-19-011 y CD-19-006 tuvieron las medias mayores con un valor de 9.5 cm y la que menor valor presento es la variedad Iniap-Atahualpa 92 con una media de 8.5 cm, teniendo que en la misma investigación los datos difieren en 1-2 cm dependiendo esto por las condiciones ambientales presentes en la época de siembra realizada en cada ensayo.

4.1.7 Número de granos por espiga

En la tabla 23 del análisis estadístico de varianza para la variable número de granos por espiga en base a los datos registrados según la escala de Zadoks Z 92 cuando el cariósipide este duro, se puede identificar que existe una diferencia significativa entre las líneas promisorias y la variedad mejorada del estudio de cebada de grano desnudo ($F=4.72$; $Gl=4$; $P=0.0013$).

Tabla 23.

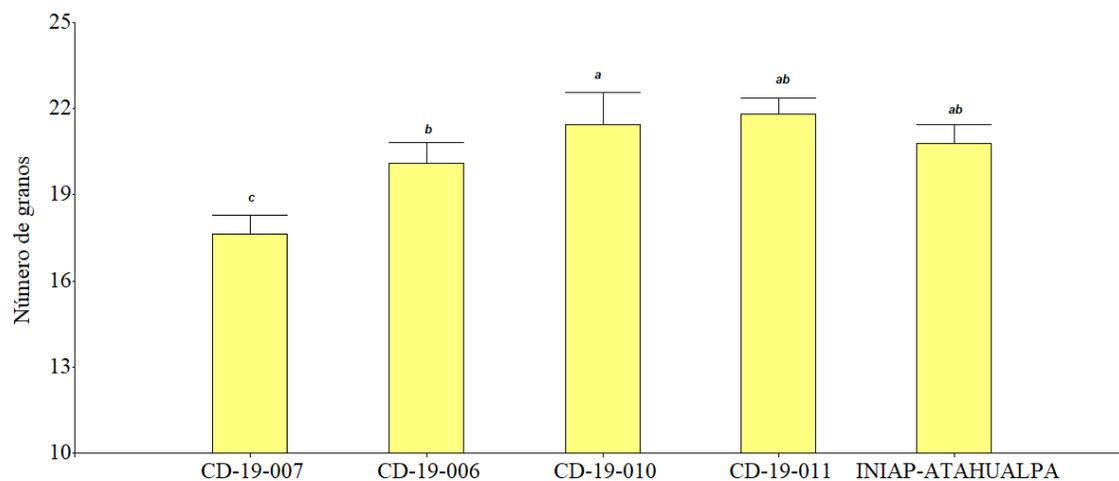
Análisis de varianza para la variable número de granos/espiga

Fuentes de variación	glFv	glEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	143	4.72	0.0013

La figura 23, corresponde a la variable número de granos por espiga donde se puede observar que la línea CD-19-011, CD-19-010 y la variedad Iniap-Atahualpa 92 son similares con una media promedio de 21.34 granos/espiga el menor promedio es de la línea promisoría CD-19-007 con un valor de 17.63 granos, presentando una diferencia de 4 granos por espiga.

Figura 23.

Número de granos/espiga



Con los datos obtenidos bajo las condiciones de Cotopaxi, para Pallo (2022) menciona que si existe diferencias significativas al igual que la presente investigación; donde resalta a la variedad INIAP Atahualpa 92 con un promedio mayor de 30.70 granos/espigas y la de menor la línea CD-19-010 con 22.93 granos/espigas, discrepando de los datos obtenidos bajo las condiciones Chaltura que presento un rango de (21.80 - 17.63) granos/espigas. Este parámetro al ser determinado genéticamente también se puede ver ampliamente afectado por las condiciones externas.

Chugcho, (2023) obtuvo un promedio en las medias para la variable número de granos por espiga de 26.6, datos no tan cercanos con la presente investigación que tiene un promedio de 20.35 granos por espiga habiendo una diferencia de aproximadamente 6 granos por espiga. En cambio Farinango (2024) mostro que las líneas CD-19-011 y CD-19-010 fueron las que tuvieron mayor número de granos por espiga con 26 y 25 granos, respectivamente y la línea CD-19-007 fue la que menor cantidad de grano por espiga tuvo con 22 granos; por lo tanto se puede observar que son las mismas líneas pero con diferentes medias esto se debe a las condiciones permite que limiten y afecten directamente a este parámetro, como pueden ser: la disponibilidad de nutrientes, condiciones climáticas y fotoperíodo (Ponce et al., 2019).

4.2 Severidad de enfermedades

Para el análisis estadístico de severidad a enfermedades foliares, con la obtención de los datos en campo permitió establecer que no existen relación y diferencias estadísticas significativas entre las 4 líneas promisorias y la variedad mejorada (Iniap-Atahualpa 92) para el Barley yellow dwarf virus (BYDV) y escaldadura (*Rhynchosporium secalis* O.); sin embargo, conocer el comportamiento agronómico del cultivo frente a algunos patógenos, nos permite evaluar y comparar las pérdidas que podría ocasionar el desarrollo de enfermedades dentro de la zona.

4.2.1 Severidad a la variable Barley yellow dwarf virus (BYDV)

Tabla 24.

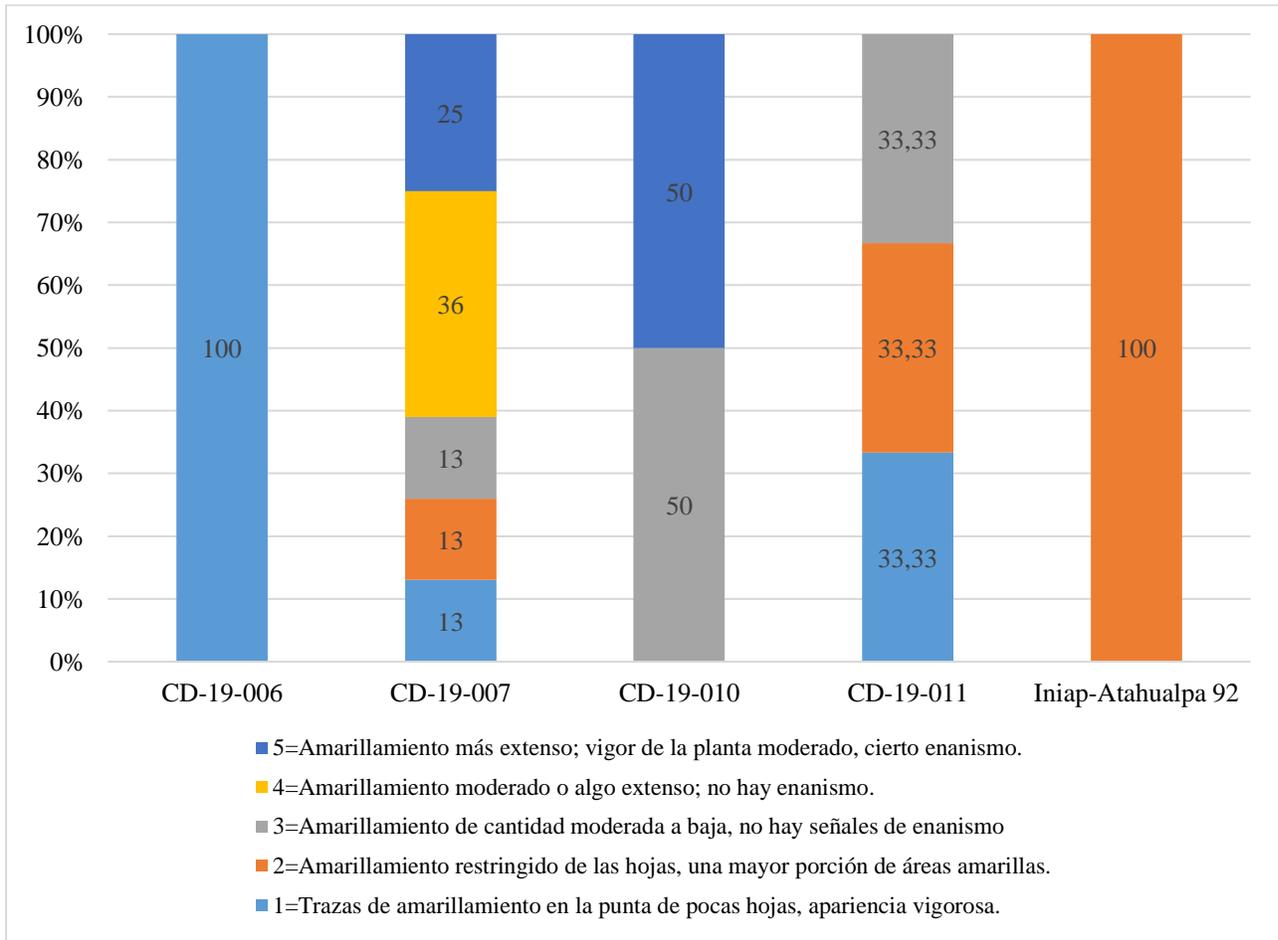
Análisis de varianza para la variable Barley yellow dwarf virus (BYDV)

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	15.00	16	0.5246
Chi Cuadrado MV-G2	15.01	16	0.5238
Coef. Conting. Cramer	0.45		
Kappa (Cohen)	0.00		
Coef. Conting. Pearson	0.71		

Los análisis de datos cualitativos de la tabla 24 de contingencia indica que no existe relación ($\chi^2=0,5246$) entre las líneas promisorias y la variedad mejorada en cuanto a la escala descrita por Schaller y Qualset (1980) de severidad a BYDV.

Figura 24.

Severidad al Barley yellow dwarf virus (BYDV) en los materiales evaluados



La figura 24 muestra que la variedad y la línea CD-19-006 tuvo un menor ataque en la escala de 2 con un 100 % lo cual presentó un amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas; más hojas decoloradas, y las líneas CD-19-007 y CD-19-10 muestra mayor susceptibilidad en la escala con 5 en un 25 % y 50 % respectivamente; lo cual representa amarillamiento más extenso; vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo. De manera que esto se debe a la presencia de pulgones como manifiesta (González et al., 2015) este patógeno, puede ser transmitido por varias especies de áfidos, no se transmite por semillas. Garófalo et al. (2019) relaciona las condiciones favorables como la alta intensidad de luz, siendo favorable en zonas cálidas y temperaturas relativamente frescas que van en un rango de 15 - 20 °C.

En la investigación de Custodia (2022) realizada en Salache obtuvo como resultado que la línea promisorio CD-19-011 bajo las condiciones de la zona una mayor susceptibilidad al BYDB con un promedio de 6.7 presentando amarillamiento severo, espigas pequeñas, enanismo moderado, apariencia pobre de la planta; según la escala de Schaller y Qualset.

4.2.2 Escaldadura (*Rhynchosporium secalis* O.)

Los resultados del análisis de varianza de la tabla 25 para la variable reacción a enfermedades (escaldadura), demuestra que no presenta diferencias significativas ($p=0.8984$) entre las líneas promisorias y la variedad.

Tabla 25.

Análisis de varianza para la variable reacción a Escaldadura

Fuentes de variación	glFv	glEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	38	0.27	0.8984

En la tabla 26 se muestra con los datos obtenidos en campo a las medias de los materiales evaluados para Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*), se registró 3 tomas una inicial, media y final; de manera que se puede evidenciar un desarrollo total de las líneas promisorias y variedad mejorada hasta el último nivel de la escala de Doble Dígito de Saari-Prescott (0-9). La línea CD-19-011 y la variedad INIAP-Atahualpa 92 al inicio presento un nivel de 5 en un 33 % en comparación con las otras líneas promisorias.

Tabla 26.

Severidad a Rhynchosporium secalis de los materiales evaluados

Materiales en estudio	Media±E.E
CD-19-006	45.00±9.46
CD-19-007	42.22±8.74
CD-19-010	45.00±9.46
CD-19-011	44.44±7.79
Iniap-Atahualpa 92	54.44 ±0.32

En el ensayo realizado por Simbaña (2023) se evaluó 15 variedades de cebada maltera entre ellas INIAP Alfa en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP con condiciones de temperatura media que rondan los 13.5 °C, una humedad relativa de 76.1 % y una precipitación anual de 632 mm, de entre las variedades evaluadas, dos líneas presentaron más de 40 % de afectación por

escaldadura que de manera que para que esta enfermedad se presente debe tener condiciones agroclimáticas como son 10 a 18 °C (Flores, 2023), que se asemeja a la temperatura del área del estudio.

Farinango (2024) en su estudio obtiene que la variedad mejorada fue la que mayor afección tuvo, con un 57 % de ataque y las que presentaron menor afectación, fueron las líneas CD-19-010 y CD-19-011 con un 28 % de afectación cada una, la línea CD-19-006 tuvo un 33 % de afectación y finalmente la línea CD-19-007 presento un 35 % de afectación por esta enfermedad. Cabe recalcar que los datos de dicha investigación con la presente todos los materiales de vieron afectados, concordando que bajo estas condiciones la enfermedad se desarrolló de manera similar.

4.3 Análisis de calidad de grano

4.3.1 Rendimiento

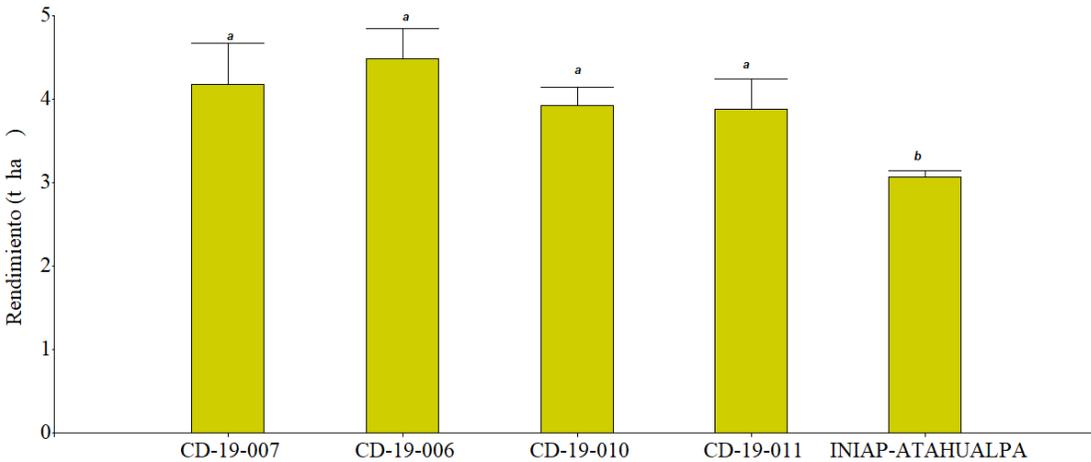
En la tabla 27 se muestra los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento, indicando que existe una diferencia significativa entre los tres materiales genéticos utilizados en el estudio (F=2.66,15; Gl=4; P=0.0413).

Tabla 27.
Análisis de varianza para la variable rendimiento (t/ha)

Fuentes de variación	glFv	glEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	8	2.66	0.0413

Por lo tanto, los resultados obtenidos en el presente estudio para la variable rendimiento, indican que existe una similitud en las medias de las cuatro líneas promisorias con un promedio de 4 t/ha excediendo en 1 t/ha aproximadamente a la variedad mejorada (figura 25). Cabe recalcar que el rendimiento no se vio afectada por la severidad a enfermedades ya que todas las líneas tuvieron medias superiores a la variedad, a pesar que la línea CD-19-010 se vio afectada en 50% por el virus del enanismo con un nivel de afectación de 5.

Figura 25.
Rendimiento (t/ha)



En la investigación de Chugcho (2023) se obtuvo la media más alta de la línea promisoría CD-19-010 con un rendimiento de 7.483 t/ha; ampliamente superado a la presente investigación que obtuvo un rendimiento promedio de 3.06 t/ha para todas las líneas promisorias, con lo que se demuestra que estas líneas promisorias se adaptaron correctamente a esta zona con altitud de 2300 msnm, temperaturas de (14-16) °C y precipitaciones anuales de 500 - 700 mm.

Farinango (2024) en su investigación se puede observar que la línea CD-19-011 fue la que tuvo mayor rendimiento con 9.15 t/ha y la de menor rendimiento con 4.38 t/ha la línea CD-19-010, por otro lado Pallo (2022) obtiene valores para la línea promisoría CD-19-007 la variedad Iniap-Atahualpa 92 con el mayor promedio de rendimiento con 6.62 t/ha y 6.46 t/ha respectivamente y el menor promedio en rendimiento tiene la línea promisoría CD-19-010 con un valor de 5.40 t/ha, discrepando con la presente investigación ya que los valores son mayores.

Las variaciones entre las investigaciones se pueden dar por factores tanto bióticos (plagas y enfermedades) como abióticos (clima, suelo, agua, temperatura, nubosidad, nutrientes, pH, granizadas, heladas y otras) (Ponce et al., 2019), además que este parámetro es el más importante a evaluar ya que indica la producción potencial en grano que cada material.

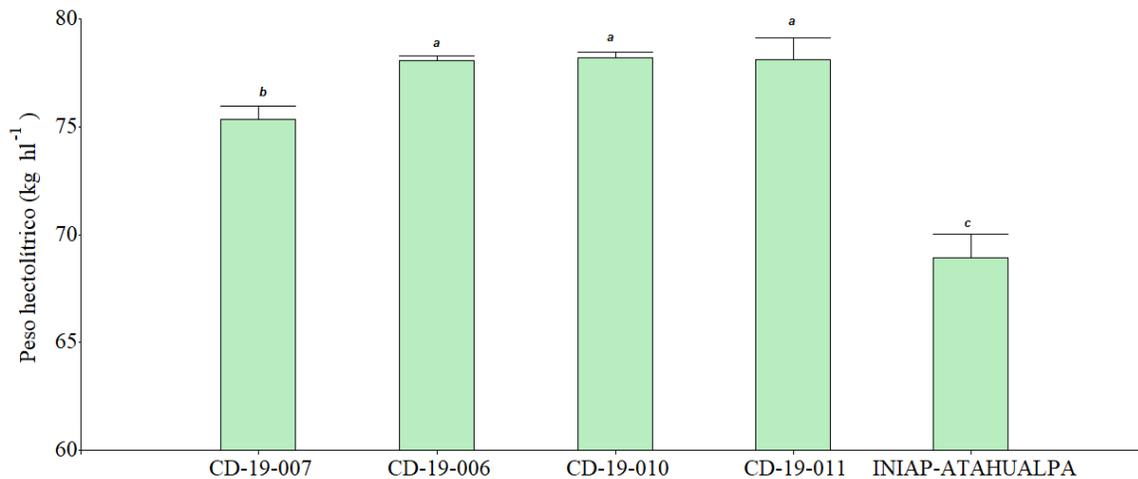
4.3.2 Peso hectolítrico o específico (kg/hl)

En la tabla 28 se muestra el análisis estadístico de varianza para el peso hectolítrico, se puede identificar que los resultados de la variable presentan diferencias significativas entre las líneas promisorias y la variedad en estudio ($F=68.89$; $Gl=4$; $P<0.0001$).

Tabla 28.*Análisis de varianza para la variable peso hectolítrico o específico (kg/hl)*

Fuentes de variación	GIFv	gIEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	8	68.89	<0.0001

De la misma manera, los resultados obtenidos en las medidas de resumen indican que las líneas promisorias CD-19-010, CD-19-011 y CD-19-006 obtuvieron medias en peso hectolítrico similares con un promedio de (78.13 kg/hl), seguida de la línea CD-19-007 con 75.36 kg/hl y finalmente la variedad Iniap-Atahualpa 92, que fue el genotipo con el menor peso hectolítrico 68.93 kg/hl, existiendo una diferencia de 9.2 kg/hl y 6.42 kg/hl respectivamente entre los materiales en estudio (figura 26).

Figura 26.*Peso hectolítrico o específico*

Para esta variable bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca la mejor línea fue CD-19-007 con un peso hectolítrico de 78.99 kg/hl, teniendo valores no tan similares en la presente investigación con una media de 75.36 kg/hl para la misma línea; dentro de las condiciones de Chaltura en la presente investigación se tiene la línea CD-19-010 que obtuvo un peso hectolítrico de 78.99 kg/hl. Según Díaz (2016) este factor reviste importancia, ya que contribuye a comprender la condición física de los genotipos en cuanto a la presencia de impurezas, granos dañados, quebrados y enfermos. Además, juega un papel significativo en el proceso de comercialización de dichos materiales de estudio.

4.3.3 Peso de 1000 granos

Para la variable peso de mil granos en la tabla de análisis de varianza (tabla 29) se encontró que las líneas promisorias no tienen significancia estadística $p=0.1042$ entre las líneas promisorias y la variedad Iniap-Atahualpa 92.

Tabla 29.

Análisis de varianza para la variable peso de 1000 granos

Fuentes de variación	glFv	glEE	F-valor	P-valor
Materiales en estudio	4	8	2.75	0.1042

La presente investigación muestra valores que van desde (45-51) gr, todos los materiales en estudio son similares no existiendo diferencias entre cada material como se muestra en la tabla 30. Chugcho, (2023) en su investigación realizada en Querochaca, obtuvo un promedio de 55.6 gramos por mil granos; de manera que presenta una diferencia de aproximadamente 7 gramos por mil granos, datos casi similares en dichas investigaciones. Según Ponce et al. (2020) esta variable puede ser afectado por factores como la humedad y tamaño del grano.

Tabla 30.

Tabla de medias para la variable peso de 1000 granos

Materiales en estudio	Media±E.E
CD-19-006	48,33±1,67
CD-19-007	42.22±8.74
CD-19-010	48,33±1,67
CD-19-011	44.44±7.79
Iniap-Atahualpa 92	54.44±10.32

4.3.4 Tipo de grano

Los análisis de datos cualitativos de la tabla 31 de contingencia indica que no existe relación ($\chi^2=0,0069$) entre las líneas promisorias y la variedad mejorada.

Tabla 31.

Análisis estadístico de datos cualitativos para la variable tipo de grano

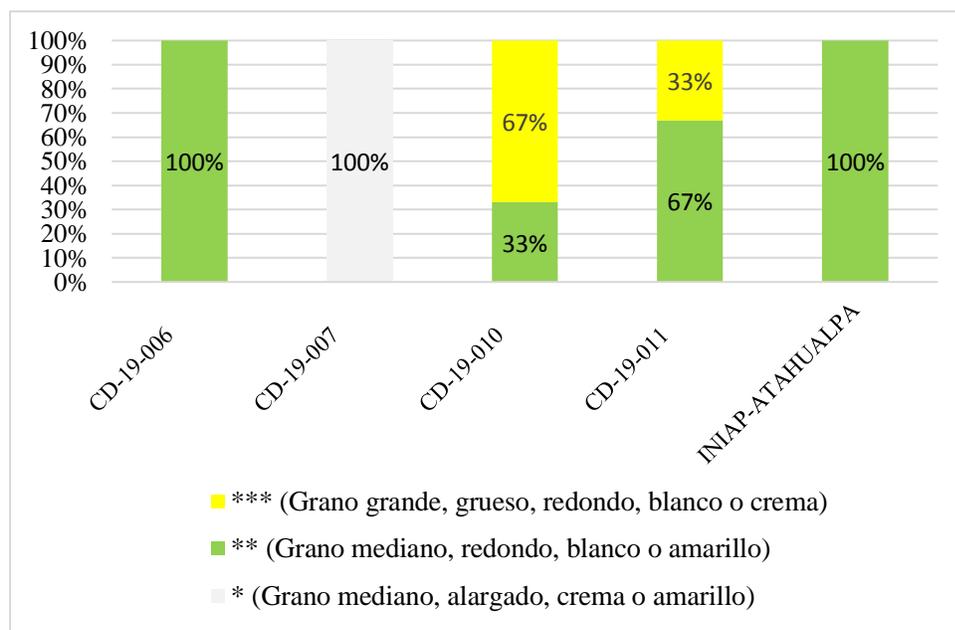
Estadístico	Valor	Gl	P
Chi Cuadrado Pearson	21.11	8	0.0069

Chi Cuadrado MV-G2	20.87	8	0.0075
--------------------	-------	---	--------

En la presente investigación para la variable tipo de grano la línea CD-19-010 obtuvo un mejor grano en una escala de 3 que corresponde a grano grande, grueso, redondo, blanco o crema con un 67 % en comparación con la variedad que obtuvo una escala de 2 siendo un grano mediano, redondo, blanco o amarillo con un 33 %, la línea CD-19-007 presentó un grano en una escala más baja siendo este grano mediano, alargado, crema o amarillo (figura 27).

Figura 27.

Tipo de granos entre las líneas promisorias y la variedad mejorada



Con la investigación de Farinango (2024) llevada a cabo en la misma zona obtuvo que el 40 % de los materiales evaluados se caracterizó por tener un tipo y color de grano escala 3 grano grande, el otro 40 % se caracterizó por ser escala 2 grano mediano y redondo y finalmente el 20 % fue escala 1 siendo grano mediano y alargado. Por otro lado, Pallo (2022) menciona que las líneas promisorias CD-19-010 y CD-19-011 tienen una escala 3 que son granos grandes, gruesos, redondos, de color blanco o crema y la línea promisorias CD-19-007 tiene el menor valor de la escala 1 que son granos medianos, alargados y de color crema o amarillo, llegando a una similitud en las líneas CD-19-010 y CD-19-007 que presentan la misma escala bajo diferentes zonas.

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones agroecológicas de Chaltura en el campus de la Granja Experimental La Pradera todas líneas promisorias se adaptaron en comparación al testigo, presentándose en la mayoría de las variables evaluadas por encima de la variedad. Las líneas promisorias que mejor se adaptaron en esta zona fue la línea CD-19-007, CD-19-010 cumpliendo de manera positiva en la evaluación de las variables.
- La línea promisoría CD-19-006 fue una de las líneas con menor susceptibilidad al ataque del Barley yellow dwarf virus (BYDV) con una escala de 2 con un 100 % lo cual presento un amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; caso contrario con la línea CD-19-010 con mayor susceptibilidad llegando a una escala de 5 en un 50 % presentando cierto enanismo en dicho material. Para escaldadura (*R. secalis*) todos los materiales se vieron afectados por la enfermedad llegando a un nivel máximo de afectación de 9; sin embargo, pese a la susceptibilidad a dichas enfermedades no afectaron el rendimiento de las líneas promisorias.
- Dentro de las variables post cosecha unos de los más importante es el rendimiento; donde se resalta a todas las líneas promisorias con una media promedio de 4 t/ha más que la variedad mejorada excediendo en aproximadamente 1 t/ha. Tipo y color de grano se obtuvo en su totalidad escalas de grano grande, grueso, redondo, blanco o crema y grano mediano, redondo, blanco o amarillo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Seguir con estudios de validación de germoplasma centrándose en esquemas de fertilización, ya que esto permite ver el comportamiento, comparar si existe afectación en la producción y determinar el verdadero potencial de los materiales de estudio para ser lanzados como variedades mejoradas y ver su relación de B/C
- Realizar estas investigaciones de evaluaciones agronómicas en diferentes épocas del año para ver el comportamiento y la adaptabilidad de los materiales en estudio. De esta manera se puede ver variaciones que son afectadas por la severidad a enfermedades; ya que se sabe que las enfermedades tienden a aparecer con relación a precipitación y temperatura.
- Realizar análisis de correlación con el índice de afectación con la severidad a enfermedades con las variables que tienden a tener relación directa como son rendimiento, altura de planta, tamaño de espiga, número de granos por espiga, peso hectolítrico y calidad de grano.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. (2015). Evaluación del rendimiento de cuatro ecotipos de cebada en el Centro Experimental San Francisco, Huaca, Carchi. Centro Experimental San Francisco, 42(1), 12-13.
- Arias, Y. y Lozano, E. (2017). *Análisis gastronómico de la harina de cebada (*Hordeum vulgare*), en el cantón Riobamba* [Trabajo de Titulación, Universidad Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/605422ba-0420-46e2-b949-3f96f5923624/content>
- Arseca, A. (1994). El cultivo de cebada y su importancia en la agricultura nacional. Claridades agropecuarias, 15(1), 6 – 8
- Box, A. (2008). *The biology of *Hordeum vulgare* L. Department of health and ageing*. https://www.ogtr.gov.au/sites/default/files/2021-11/the_biology_of_hordeum_vulgare_1_barley_november_2021.pdf
- Cajamarca, B., & Montenegro, S. (2015). "Selección de una línea promisorio de cebada (*Hordeum vulgare* L.) Bio-fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur ecuatoriana". Universidad de Cuenca, 16.
- Caluguillín, E. (2023). Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la Granja Experimental «La Pradera» Chaltura, Imbarura. [Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario]. Universidad Técnica del Norte.
- Canal, G. (2012). *Análisis de la variabilidad genotípica de cebada cervecera en rendimiento, porcentaje de proteína y calibre en distintos ambientes*. [Trabajo de titulación, Universidad Católica Argentina]. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/435/1/doc.pdf>
- Carrillo, F., & Minga, F. E. (2021). Caracterización agronómica de 16 variedades de cebada maltera realizadas en el centro experimental Tunshi. Polo del Conocimiento, 6(1), 639, 640.
- Chugcho Christian Daniel. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de cebada desnuda bajo las condiciones agroecológicas del sector Querochaca [Proyecto de investigación previo para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Técnica de Ambato.
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC]. (2018). Información ambiental y tecnificación agropecuaria. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC]. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/Publicacionesespac/%C3%8Dndice%20de%20publicaci%C3%B3n%20ESPAC%202018.xlsx
- Falconí, E., Garófalo, J., Llangarí, P., y Espinoza, M. (2010). El cultivo de Cebada Guía para la producción artesanal de semilla de calidad INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2420/4/iniapscbd390.PDF>.
- Farinango, R. (2024). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de grano desnudo en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura-

- Imbabura [Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario]. Universidad Técnica del Norte.
- 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 [Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario]. Universidad Técnica del Norte.
- Garófalo, J. (2012). *Extracción de nutrientes por el cultivo de cebada*. Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1136/1/T-UCE-0004-2.pdf>
- Grando, S., & Gomez, H. (2005). Food barley: importance, use and local knowledge. ICARDA, Aleppo, Syria, 121-137.
- Guerrero, A. (1999). Cultivos herbáceos extensivos. Madrid: Mundi Prensa.
- INEC (2020). Ficha técnica de alimentos. Enciclopedia virtual del INEC https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_alimentos.php?id=24310.00.01
- INEC. (2010). III Censo Nacional Agropecuario, República del Ecuador, ed. INEC-MAG SICA. Resultados Nacionales y Provinciales.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2020). Encuesta y superficie y producción agropecuaria continúa. ESPAC. Quito-Ecuador.
- INIAP. (2010). Programa nacional de leguminosas y granos andinos. Estación Experimental Santa Catalina, 43(6), 2-3.
- INTIA. (2017). Guía de Protección Integrada: CEBADA. AGROIntegra, 11,13,15. Fuente: https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_CEBADA.pdf
- Itacyl. (2018). Roya parda. Instituto Tecnológico Agrario. Fuente: <https://plagas.itacyl.es/roya-parda>
- Lahouar, L., Ghrairi, F., Elarem, A., Medimagh, S., Ben salem, H., & Achour, L. (2017). Biochemical composition and nutritional evaluation of barley rihane (*Hordeum vulgare* L.). African Journal of traditional, Complementary, and alternative Medicines, 310-317.
- Landa, G. (2017). Guía de Protección integral: Cebada. Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local. Fuente: https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_CEBADA.pdf
- Loor, C. (2014). El Cultivo de la cebada en Colombia: manual. LOUS S.A. <http://biblioteca.minagricultura.gov.co/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=16940>
- Martínez, C. (2018). Control de malas hierbas en los cultivos de cereal de invierno. Protección de cultivos, 2,3. Fuente: <https://martinezcarra.es/noticia/control-de-las-malas-hierbas-en-los-cultivos-de-cereal-de-invierno>
- Martinez, O. (2006). *Productividad Forrajera de nuevas líneas de cebada Imberbe (Hordeum vulgare L.) en tres ambientes del Norte de México*. México. [Trabajo de titulación, Universidad Autónoma Agraria]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1361/PRODUCTIVIDAD%20FORRAJERA%20DE%20NUEVAS%20LINEAS%20DE%20CEBADA%20I>

MBERBE%20(Hordeum%20vulgare%20L.)%20EN%20TRES%20ABMIENTES%20DE
L%20NORTE%20DE%20MEXICO.pdf?sequence=1

- Ministerio de agricultura y ganadería (2020). “Sistema de Información Pública Agropecuaria. [https://www.agricultura.gob.ec/impulsan-siembra-de-cebada-en-tungurahua/#:~:text=La%20siembra%20de%20cebada%20en,\)%20y%20Tisaleo%20\(3\).](https://www.agricultura.gob.ec/impulsan-siembra-de-cebada-en-tungurahua/#:~:text=La%20siembra%20de%20cebada%20en,)%20y%20Tisaleo%20(3).)
- Miralles, D. J., González F.G., Abeledo L.G., Serrago R.A., Alzueta I., & García G.A. (2012). Manual de trigo y cebada para el cono sur procesos fisiológicos y bases de manejo. (36 p.). Buenos Aires – Argentina.
- Molina, P., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P. y Jiménez, C. (2022). *Manual para la producción sostenible de cebada en la Sierra ecuatoriana*. Manual No. 133. INIAP. Quito-Ecuador. 47 p. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6015>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales | Situación Alimentaria Mundial | <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- Orrala, K. (2020). Valoración agronómica de 120 líneas promisoras de cebada cervecera en el Azúcar-Santa Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena, 16.
- Pallo, M. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP bajo las condiciones agroecológicas en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021-2022 [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <file:///C:/Users/spc/Downloads/Cebada%20grano%20desnudo%20UTC.pdf>
- Peñaherrera, D. (2011). Manejo integrado de trigo y cebada. Módulo de capacitación para capacitadores, 44.
- Pilataxi, S. A. (2013). Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 3220 m.s.n.m. Olmedo-Cayambe. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Sede Quito. Quito-Ecuador
- Ponce, L., Noroña, P., Campaña, D., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C., & Cruz, E. (2020). La cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. In Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Issue 116). Obtenido de [https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual 116 La cebada.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%20116%20La%20cebada.pdf)
- Ponce-Molina, L., Campaña, D., Noroña, P., y Garófalo, J. (2020). Actividades de Investigación en Cereales Año 2019. Boletín Técnico No. 175. INIAP. Quito, Ecuador. 74 p.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J. y Noroña, P. (2022). Cebada (*Hordeum vulgare* L.): Manual de manejo del cultivo y conservación de suelos. Boletín Divulgativo No 005. KOPIA, INIAP. Mejía-Ecuador. 22 p.
- Ponce-Molina, L., Noroña, P., Campaña, D. (2021). Actividades de Investigación en cereales Año 2020. Boletín Técnico No 181. INIAP. Quito, Ecuador. 74p
- Pulles, B. (2024). Evaluación agronómica de 18 variedades mejoradas de cebada (*Hordeum Vulgare* L.) en La Granja Experimental La Pradera, Chaltura - Imbabura [Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario]. Universidad Técnica del Norte.

- Rivadeneira, M., L. Ponce, S. Abad, F. Paredes. (2003). Guía práctica para los agricultores cebaderos de la Sierra Ecuatoriana. INIAP. Quito, Ecuador. Plegable No. 198.
- Salto, C.E. (2011). Introducción y evaluación agronómica de seis cultivares y dos líneas promisorias de trigo (*triticum vulgare* L.), en tres localidades de la provincia Bolívar. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
- Salvador, C. (2015). Cuéntame Cebada. fundación Empresas Polar, 16. Santoyo. (2004). Guía para el cultivo de cebada.
- Velasco, Y., Sana, W., & Morillo, A. (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Municipio de Chivatá Boyacá, Colombia. Scielo, 18(2), 103–116. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v18n2/1692-3561-bsaa-18-02-103.pdf>
- Yzarra, W., y Lopez, F. (2011). *Manual de observaciones Fenológicas*. Lima -Perú: Ministerio de Agricultura. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>

ANEXOS

Anexo 1.

Trazado del área destinada para el ensayo



Anexo 2.

Etapa de germinación en cebada de grano desnudo



Anexo 3.

Riego por aspersión en el cultivo de cebada de grano desnudo en la Granja experimental la "Pradera"



Anexo 4.

Evaluación de la severidad a enfermedades en cebada de grano desnudo



Anexo 5.

Espigamiento de cebada desnuda en la granja experimental “La Pradera”



Anexo 6.

Cosecha de cebada desnuda en la granja experimental “La Pradera”



Anexo 7.

Análisis de suelo del área de estudio

MC-LASPA-2201-01

	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)2604240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 23-0078

NOMBRE DEL CLIENTE: Cevallos Recalde Anderson Martin
PETICIONARIO: Cevallos Recalde Anderson Martin
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Cevallos Recalde Anderson Martin
DIRECCIÓN: Imbabura

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 24/02/2023
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 9:02
FECHA DE ANÁLISIS: 27/02/2023
FECHA DE EMISIÓN: 08/03/2023
ANÁLISIS SOLICITADO: 53

Análisis	Ph	N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg		Mg/K		Ca+Mg/K		Σ	MO	C.O.*		Textura (%)*			IDENTIFICACIÓN
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural												
23-0475	7,31	PN	67,31	A	20,45	A	8,64	B	0,59	B	0,37	M	10,57	A	3,66	A	2,0	B	7,6	A	65	A	10,5	M	2,89	9,76	37,96	14,61	1,73	M					Muestra 1		

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

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA		
pH =	Suelo: Agua (1:1N)	PK Ca Mg =
S.B =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =
		B =

INTERPRETACION		
pH		Elemento
Ac =	Acido	N =
LAc =	Liger. Acido	LAI =
PN =	Frac. Neutro	AI =
RC =	Requieren Cal	T =

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

METODOLOGIA USADA	
C.F. =	Plata Natural
M.O. =	Dicromato de Potasio
AHH =	Titración NaOH

INTERPRETACION		
Al+H,Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B =	Bajo	NS =
M =	Medio	LS =
T =	Tóxico	MS =

LABORATORISTA

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 este. 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 prohibido. 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.