



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**

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

**Carrera de Agronomía**

**Tema:**

VALORACIÓN DE LA CALIDAD PRODUCTIVA DE 18 ACCESIONES DE CEBADA (*Hordeum vulgare*), MALTERA Y DOS MANEJOS FITOSANITARIOS, EN LA LOCALIDAD DE SAN FRANCISCO DE GUANUJO- PROVINCIA BOLÍVAR

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

**Autores:**

Abrahan Jacinto Chariguaman Álvarez

Washington José Lima Changoluiza

**Tutor:**

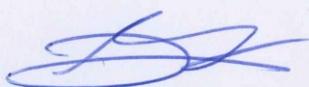
Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

**Guaranda - Ecuador**

**2024**

VALORACIÓN DE LA CALIDAD PRODUCTIVA DE 18 ACCESIONES DE  
CEBADA (*Hordeum vulgare*), MALTERA Y DOS MANEJOS  
FITOSANITARIOS, EN LA LOCALIDAD DE SAN FRANCISCO DE  
GUANUJO- PROVINCIA BOLÍVAR.

**REVISADO Y APROBADO POR:**



---

**Ing. David Rodrigo Silva García Mg.**

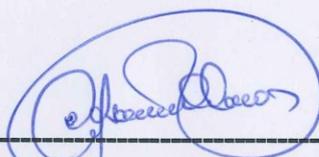
**Tutor**



---

**Dra. Andrea Elizabeth Román Ramos PHD**

**Docente Lector**



---

**Ing. Nelson Monar Gavilánez M. Sc**

**Docente Lector**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Abraham Jacinto Chariguaman Álvarez, con CI: 0202289567 y Washington José Lima Changoluiza, con CI:0202025987 declaramos que el trabajo y los resultados reportados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Abraham Chariguaman Álvarez

Autor

CI: 0202289567



Washington Lima Changoluiza

Autor

CI: 0202025987



Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

TUTOR

CI: 0201600327

Se otorgó ante mi y en fe de ello confiero ésta Segunda copi: certificada, firmada y sellada en 31 Guaranda, 03 de Abril del 2024

  
Dr. Hernán Criollo Arcos  
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA



20240201002P00463 DECLARACION JURAMENTADA

OTORGAN: ABRAHAN JACINTO CHARIGUAMAN ALVAREZ Y OTRO  
CUANTIA: INDETERMINADA

DI 2 COPIAS



En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día miércoles de abril de dos mil veinticuatro, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparecen los señores: Abraham Jacinto Chariguaman Álvarez, domiciliado en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número: cero nueve ocho seis uno ocho cero seis tres seis, correo electrónico: abrahanc045@gmail.com; y Washington José Lima Changoluiza, domiciliado en la parroquia Chávez, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número: cero nueve nueve cuatro tres cero tres seis ocho seis, correo electrónico: washo\_27@outlook.es, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil solteros, a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía en base a la que procedo a obtener sus certificados electrónicos de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documentos habilitantes; bien instruidos por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla proceden, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fueron en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud, declaran lo siguiente: “Que previo a la obtención del Título de Ingenieros Agrónomos, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la carrera de Agronomía, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de investigación Titulado: **“VALORACIÓN DE LA CALIDAD PRODUCTIVA DE 18 ACCESIONES DE CEBADA (*Hordeum vulgare*), MALTERA Y DOS MANEJOS FITOSANITARIOS, EN LA LOCALIDAD DE SAN FRANCISCO DE GUANUJO - PROVINCIA BOLÍVAR”**, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, además autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenece o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tenemos que decir en honor a la verdad”. Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que los comparecientes aceptan en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario, se ratifican y firman conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.

Abrahan Jacinto Chariguaman Álvarez  
C.C. 0202289567

Washington José Lima Changoluiza  
C.C. 0202025987

DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS  
NOTARIO SEGUNDO DE CANTÓN GUARANDA

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS FINAL ABRAHAM\_WASHO.pdf

AUTOR

Abraham Jacinto Chariguaman Ál Washi  
ngton José Lima Changoluiza

RECUENTO DE PALABRAS

17902 Words

RECUENTO DE CARACTERES

91273 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

86 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.6MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 2, 2024 1:30 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 2, 2024 1:31 PM GMT-5

**● 10% de similitud general**

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

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref



Ing. David Rodrigo Silva García  
Tutor Proyecto de Investigación  
Cí: 0201600327

## **DEDICATORIA**

Esta investigación es el resultado de un largo camino lleno de esfuerzos, aprendizajes y desafíos. Durante todo este proceso he contado con el apoyo y la ayuda de muchas personas, a las cuales quiero dedicar este trabajo con profundo agradecimiento.

En primer lugar, a mi familia, quienes han sido mi mayor inspiración y sostén durante toda mi vida. A mis padres, por su amor incondicional, su paciencia y su constante apoyo en cada una de mis decisiones. A mis hermanos, por su compañía, su cariño y por enseñarme que la vida es un camino de aprendizaje constante.

A mis amigos, por haberme acompañado durante toda esta etapa, por sus consejos, risas y por brindarme su amistad. Gracias por ser mi familia lejos de casa.

**Abrahan Chariguaman**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico en primer lugar a Dios por brindarme salud y vida para culminar una etapa más en mi vida, quiero dedicar mi trabajo a mis padres, por su apoyo incondicional, por la confianza puesta en mí, sus consejos para salir adelante y ser una persona de bien, sin el apoyo de ellos nada de esto hubiera sido posible.

A mis hermanas que de una u otra forma me brindaron su apoyo moral, para no decaer y lograr cumplir mi objetivo.

A mi esposa que estaba día a día a mi lado, brindándome sus palabras de fortaleza.

Gracias a toda mi familia que es lo más valioso que tengo en mi vida.

Estoy seguro que mi Padre desde el cielo me seguirá guiando para ser un buen profesional.

**Washington Lima**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirnos seguir adelante con nuestros proyectos de vida, por permitirnos disfrutar del amor y el apoyo incondicional de nuestras familias, por darnos la oportunidad de seguir adelante con cada decisión que tomamos.

Con gran y profundo agradecimiento a la institución que nos ha brindado la oportunidad de conseguir uno de nuestros sueños que es ser profesionales con valores y conocimientos a la Universidad Estatal de Bolívar, y en particular a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía y Programa de Semillas, por su generosa acogida al permitirnos formarnos en esta prestigiosa institución que ha sido fundamental para nuestro crecimiento académico y profesional.

También deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a los miembros del tribunal que nos acompañaron en este arduo proceso. En particular, deseamos agradecer al Ing. David Rodrigo Silva García, nuestro distinguido tutor de investigación, por su apoyo incansable, dedicación, paciencia y orientación, su vasta experiencia y sabiduría nos han guiado de manera excepcional a lo largo de esta rigurosa investigación.

También un agradecimiento al Ing. Kleber Espinoza Mg. miembro de la Unidad de Integración Curricular, a los Docentes lectores de nuestro proyecto Dra. Andrea Román PhD. e Ing. Nelson Morar M.Sc. por el apoyo y los aportes en esta investigación.

**Abrahan - Washington**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG.
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Generalidades.....	5
2.2. Caracterización.....	5
2.3. Cultivo de cebada en Ecuador.....	5
2.4. Importancia del cultivo de cebada.....	6
2.5. Origen.....	6
2.6. Clasificación taxonómica de la cebada.....	7
2.7. Descripción Botánica.....	7
2.7.1. Planta.....	7
2.7.2. Raíz.....	7
2.7.3. Tallo.....	7
2.7.4. Hoja.....	8
2.7.5. Inflorescencia.....	8
2.7.6. Grano.....	8
2.8. Requerimientos edafoclimáticos.....	8
2.8.1. Clima.....	9

2.8.2. Temperatura .....	9
2.8.3. Suelo .....	9
2.9. Variedades de cebada.....	9
2.10. Manejo del cultivo .....	10
2.10.1 Preparación del terreno .....	10
2.10.2. Siembra.....	10
2.10.3 Densidad de siembra .....	11
2.10.4 Calidad de la semilla .....	11
2.10.5. Desinfección de semilla .....	11
2.10.6. Control de malezas .....	11
2.10.7. Riego .....	12
2.10.8. Fertilización.....	12
2.10.9. Cosecha .....	12
2.10.10. Trilla .....	13
2.10.11. Almacenamiento de la cebada.....	13
2.11. Enfermedades en el cultivo de la cebada.....	13
2.11.1. Roya de la hoja ( <i>Puccinia hordei</i> ) .....	13
2.11.2. Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> ).....	14
2.11.3. Carbón volador ( <i>Ustilago hordei</i> ).....	15
2.11.4. <i>Helminthosporium</i> sp .....	17
2.11.5. Escaldadura ( <i>Rhynchosporium secalis</i> ) .....	17
2.12. Plagas .....	18
2.12.1. <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	18
2.12.2. <i>Agrotis</i> spp .....	18
2.12.3. <i>Rhopalosiphum padi</i> .....	19
2.13. Fungicidas .....	19

2.14. Cebada maltera .....	20
2.15. INIAP-ALFA .....	20
CAPÍTULO III.....	21
3. MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1. Ubicación y características de la investigación .....	21
• Localización del ensayo.....	21
• Situación geográfica y climática.....	21
• Zona de vida.....	21
3.2. Metodología .....	21
3.2.1. Material experimental .....	21
3.2.2. Factores en estudio .....	22
3.2.3. Tratamientos .....	22
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico .....	23
3.2.5. Manejo del experimento .....	23
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta).....	25
3.2.5. Análisis de datos.....	29
CAPÍTULO IV.....	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.1. Interpretación de resultados .....	34
4.1.1. Hábito de crecimiento (HC) .....	34
4.1.2. Porcentaje de volcamiento (PV).....	35
4.1.3. Número de plantas establecidas por metro lineal (NPE) .....	36
4.1.4. Altura de la planta (AP) .....	37
4.1.5. Longitud de la espiga (LE).....	38
4.1.6. Número de granos por espiga (NGE).....	39
4.1.7. Peso de mil granos (PMG) .....	40

4.1.8. Peso por parcela (PCP).....	41
4.1.9. Rendimiento kg/ha <sup>-1</sup> (RH).....	42
4.1.10. Peso hectolítrico (PH) .....	43
4.1.11. Severidad de enfermedades.....	44
4.1.12. Análisis de correlación y regresión lineal .....	47
4.2. Comprobación de hipótesis .....	48
CAPITULO V .....	49
5.1. Conclusiones .....	49
5.2. Recomendaciones .....	50
BIBLIOGRAFÍA .....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag.</b>
1	Resultado del análisis estadístico para: Días a la emergencia de plantas (DEP), Número de plantas establecidas por metro lineal (NPE), Número de macollos (NM), Días al espigamiento (DE), Días a la madurez fisiológica (DMF), Altura de la planta (AP), Longitud de espiga (LE), Número de granos por espiga (NGE), Peso de mil granos (PMG), Peso por parcela (PCP), Rendimiento kg/ha al 13% de humedad (RH), Peso hectolítrico (PH), en el sector San Francisco	31
2	Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que tuvieron significancia estadística positiva o negativa con el rendimiento de cebada.	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag.</b>
1	Hábito de crecimiento.	34
2	Porcentaje de volcamiento.	35
3	Número de plantas establecidas.	36
4	Altura de la planta.	37
5	Longitud de la espiga.	38
6	Número de granos por espiga.	39
7	Pesos de mil granos.	40
8	Peso por parcela.	41
9	Rendimiento kg/ha <sup>-1</sup> .	42
10	Peso hectolítrico.	44
11	Severidad de Roya amarilla.	45
12	Severidad de Septoria.	46
13	Severidad de Mancha foliar.	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>
1	Ubicación de la investigación
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos
4	Fotografías
5	Glosario de términos

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue establecido en la localidad de San Francisco de Guanujo- provincia Bolívar, contribuyó con el proceso de generación de datos para la liberación de una variedad de cebada maltera óptima para la industria cervecera. Los objetivos planteados en esta investigación fueron: i) Evaluar agronómicamente la calidad productiva de 18 accesiones de cebada maltera. ii) Determinar la calidad del grano en el cultivo de cebada maltera en cada uno de los manejos fitosanitarios. iii) Establecer los componentes agronómicos de las accesiones de cebada maltera. La investigación se estableció en un BDCA con tres repeticiones. El factor A. correspondió a dos manejos fitosanitarios, Factor B: Accesiones de cebada, mismos que en su interacción fueron comparadas sus medias de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%. La respuesta agronómica de las 18 accesiones de cebada en los dos manejos fitosanitarios evaluados en el sector de San Francisco en el descriptor morfológico habito de crecimiento de las 18 accesiones de cebada, se presentaron crecimientos erectos y semierectos. El análisis de varianza en la interacción de los factores (A x B) registraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.05$ ) en las principales características agronómicas que aportaron al rendimiento del cultivo, determinando al T1 (Con fungicida + INIAP-Alfa) como el mejor tratamiento con un rendimiento de  $3997.30 \text{ kg ha}^{-1}$ . La evaluación de las enfermedades determinó a INIAP-Alfa como medianamente resistente (MR) a *P. striiformis*, medianamente susceptible (MS) a roya amarilla y a *H. teres* la accesión 21K16-1317, ABI-Voyager como MR a Septoria y MS a la misma enfermedad la línea 21K16-0735 y 21K16-0671 como medianamente resistente a *H. teres*. Las variables que permitieron el incremento del rendimiento del cultivo fueron: peso por parcela, peso de mil granos y número de granos por espiga.

**Palabras claves:** rendimiento, calidad, resistencia, manejo fitosanitario.

## SUMMARY

The present research work was established in the town of San Francisco de Guanujo - Bolívar province, it contributed to the data generation process for the release of an optimal variety of malting barley for the brewing industry. The objectives set in this research were: i) Agronomically evaluate the productive quality of 18 malting barley accessions. ii) Determine the quality of the grain in the malting barley crop in each of the phytosanitary treatments. iii) Establish the agronomic components of malting barley accessions. The research was established in a BDCA with three repetitions. Factor A. corresponded to two phytosanitary managements, Factor B: Barley accessions, whose means were compared in their interaction according to the 5% Tukey test. The agronomic response of the 18 barley accessions in the two phytosanitary managements evaluated in the San Francisco sector in the morphological descriptor growth habit of the 18 barley accessions, erect and semi-erect growth were presented. The analysis of variance in the interaction of the factors (A x B) recorded highly significant differences ( $p < 0.05$ ) in the main agronomic characteristics that contributed to the crop yield, determining T1 (With fungicide + INIAP-Alpha) as the best treatment with a yield of 3997.30 kg ha<sup>-1</sup>. The evaluation of the diseases determined INIAP-Alfa as moderately resistant (MR) to *P. striiformis*, moderately susceptible (MS) to yellow rust and to *H. teres* accession 21K16-1317, ABI-Voyager as MR to Septoria and MS to same disease line 21K16-0735 and 21K16-0671 as moderately resistant to *H. teres*. The variables that allowed the increase in crop yield were: weight per plot, weight of a thousand grains and number of grains per spike.

**Keywords:** yield, quality, resistance, phytosanitary management.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L) es uno de los cereales más importantes a nivel mundial. Se cultiva en casi todas las partes del mundo excepto en los trópicos cálidos. El cultivo de cebada requiere menos agua que el trigo y puede tolerar un grado leve de salinidad y sodicidad. Los principales países productores de cebada son EE.UU., Rusia, China, Canadá, India, Francia, Australia, Reino Unido, España y Turquía (Achera, 2019).

En diciembre 2022, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) proyecta que la Producción Mundial de Cebada 2022/2023 alcanzaría los 149.53 millones de toneladas. La Producción de Cebada del año pasado fue de 145.47 millones de toneladas (FAO, 2022).

La cebada es uno de los cultivos más importantes de la sierra ecuatoriana. La provincia de Chimborazo registra la mayor superficie dedicada al cultivo de cebada con 18000 hectáreas de las 48000 que se producen a nivel nacional, seguido de la provincia de Cotopaxi con 10000 ha. En el país se produce 24000 T año<sup>-1</sup>, con una productividad promedio de 0.60 T ha<sup>-1</sup>, y con costos de producción de hasta US\$ 700 por hectárea. La gran parte de la cebada cultivada en las comunidades indígenas la utilizan para auto consumo (INIAP, 2019).

En el año 2022, 120 productores de los cantones Guaranda, Chimbo y San Miguel sembraron en este ciclo 150 hectáreas de cebada; con un rendimiento promedio provincial de 1.9 toneladas por hectárea. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) proyecta este año comercializar aproximadamente 200 toneladas de la variedad Metcalfe, a la empresa Cervecería Nacional. Además, está proyectado sembrar 100 hectáreas de cebada variedad INIAP Cañicapac y 21 hectáreas variedad Scarletcon en Bolívar. (MAG, 2022)

## **1.2. PROBLEMA**

En el Ecuador, entre los principales factores que reducen el rendimiento y la calidad de los granos de cebada se destacan las enfermedades, principalmente las de origen fúngico. Las enfermedades causadas por patógenos afectan los diferentes procesos biológicos de las plantas, que alteran directamente su morfología y fisiología, como la fotosíntesis, respiración, la traslocación de agua y nutrientes.

En la provincia de Bolívar las principales limitantes del cultivo son las royas de los cereales que afectan significativamente a los rendimientos, llegando en algunos casos a provocar pérdida total de la cosecha (INIAP, 2019).

La cebada se ve afectada por una serie de enfermedades entre las que se destacan las manchas foliares, escaldadura y la roya de tallo y hoja. La importancia de estas enfermedades en la producción de cebada en nuestro país ha estado basada principalmente, en los registros de incidencia y severidad, pero no en el estudio de las pérdidas en el rendimiento o en la calidad del grano. (Arasanz, 2020)

El control de enfermedades representa una de las principales labores a tener en cuenta para poder alcanzar el rendimiento y calidad ideal del cultivo de cebada maltera.

Por lo anteriormente expuesto Cervecería Nacional en alianza con la UEB, evaluaron germoplasma de cebada maltera desarrollado por Ab-Inbev con fines de liberación y producción de semilla certificada en el país. El resultado esperado en el mediano y largo plazo es disponer de al menos una variedad de cebada maltera adaptada a las condiciones agroecológicas de la sierra ecuatoriana y establecer ajustes tecnológicos para el cultivo, que represente una alternativa para la industria cervecera y productores del país.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Valorar agronómicamente la calidad productiva de 18 accesiones de cebada maltera y dos manejos fitosanitarios en la localidad de San Francisco de Guanujo-Provincia Bolívar.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar agronómicamente la calidad productiva de 18 accesiones de cebada maltera.
- Determinar la calidad del grano en el cultivo de cebada maltera en cada uno de los manejos fitosanitarios.
- Establecer los componentes agronómicos de la cebada maltera.

## **1.4. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>**= La calidad productiva del cultivo de cebada maltera no depende de la accesión, el manejo fitosanitario y su interacción genotipo-ambiente.

**H<sub>a</sub>**= La calidad productiva del cultivo de cebada maltera depende de la accesión, el manejo fitosanitario y su interacción genotipo-ambiente.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Generalidades

La cebada es el cuarto cultivo de cereales más importante del mundo después del trigo, el maíz y el arroz. Aunque generalmente es un cultivo de clima templado, la cebada también se cultiva en muchos países tropicales, típicamente por agricultores pobres en ambientes hostiles, secos y fríos. Los países en desarrollo representan alrededor del 18% de la producción mundial y el 25% del área cosechada. La cebada es una valiosa fuente de energía de carbohidratos, ya que el grano contiene un 80% de carbohidratos (Mashayekhi, Keshava , & Achoth, 2019).

#### 2.2. Caracterización

La caracterización incluye la descripción morfológica básica de las accesiones, identificación, clasificación, contaminación de semillas, etc., para la caracterización se toma en cuenta los descriptores cualitativos (color y textura del grano, color de planta, etc.), y aquellos descriptores cuantitativos que son muy poco influenciados por el ambiente (altura de la planta, número de hojas por planta, número de ramificaciones de la espiga, etc.). Los datos de caracterización son constantes por eso bastará con una sola caracterización del material (FAOSTAT, 2019).

#### 2.3. Cultivo de cebada en Ecuador

En Ecuador, la cebada está ampliamente difundida en el callejón interandino entre los 2400 y 3500 metros de altitud, zonas que se caracterizan por tener suelos erosionados, con baja fertilidad y problemas de acidez. El rendimiento promedio de cebada en el país es de 0.6 T ha<sup>-1</sup> (INEC, MAG, & SICA, 2019).

Tradicionalmente la cebada es un cultivo de secano adaptado a las zonas altas de la sierra en comparación al maíz y trigo, debido a su ciclo vegetativo más corto que el de las otras dos especies y está adaptado a suelos con bajos niveles de fertilidad.

La cebada es el alimento básico de los campesinos más pobres de nuestro país que viven en áreas marginales, siendo una fuente importante de calorías en los Andes

en general, complementando con otros cultivos nativos como la quinua y el amaranto, que poseen un contenido de proteína alto y bien balanceado, pero generalmente son menos rendidores que la cebada y requieren de más mano de obra (Vivar, 2019).

#### **2.4. Importancia del cultivo de cebada**

La cebada es un cereal de alta importancia en la sierra ecuatoriana, se utiliza para la alimentación humana, animal y elaboración de malta para la industria cervecera (Vivar & Gordillo, 2021).

#### **2.5. Origen**

La cebada fue domesticada por primera vez en el suroeste de Asia, en el área llamada Creciente Fértil, donde su progenitor salvaje *Hordeum vulgare* subsp. *spontaneum* todavía se encuentra en hábitats naturales no perturbados y en los bordes de los campos. Solo una especie perenne, *Hordeum bulbosum*, forma su acervo genético secundario y también se encuentra en el centro de diversidad de Asia occidental. Las restantes especies silvestres de *Hordeum* se distribuyen en Europa, Asia, África y las Américas. Otros centros de diversidad de cebada cultivada se encuentran en África y Asia entre los que destacan Etiopía y Marruecos (Diederichsen, 2020).

Se han encontrado restos calcinados de tortas elaboradas sobre la base de granos de cebada groseramente molidos y trigo, que datan de la edad de piedra. Otros registros dan cuenta que su cultivo se remonta al antiguo Egipto, donde alcanzó gran importancia. De hecho, en el libro del Éxodo (el segundo libro de la Biblia) es citada en relación a los daños que provocaron las plagas en Egipto, griegos y romanos la utilizaron para la elaboración de pan.

El cultivo de la cebada se desarrolla en torno de dos especies principales que se agrupan bajo el nombre de *Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*, pero tienen destinos diferentes. *Hordeum distichum*, comúnmente llamada cebada cervecera, se emplea para la elaboración de la cerveza, e incluye a las variedades de espigas de dos

hileras. En cambio, su hermana, *Hordeum hexastichon*, es utilizada como forraje para la alimentación animal (Bernardi, 2019).

## 2.6. Clasificación taxonómica de la cebada

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Filum</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Orden</b>	Poales
<b>Genero</b>	<i>Hordeum</i>
<b>Especie</b>	<i>vulgare</i>

Fuente: (Garcia, 2017)

## 2.7. Descripción Botánica

### 2.7.1. Planta

La cebada es una hierba anual que mide entre 60 y 120 cm de altura.

### 2.7.2. Raíz

Tiene dos tipos de sistemas de raíces, seminales y adventicio, la profundidad que alcanzan las raíces depende de la condición, textura y estructura del suelo, así como de la temperatura. Las raíces más profundas suelen ser de origen seminal y las superiores a las capas del suelo tienden a estar llenas de raíces adventicias que se desarrollan más tarde. El rizoma puede tener uno o varios entrenudos de longitud y puede tener raíces adventicias (Matres et al. , 2021).

### 2.7.3. Tallo

Los tallos son erectos y están formados por entrenudos huecos y cilíndricos, separados por los nudos, que llevan las hojas, una planta de cebada madura consta de un tallo central y 2 a 5 tallos, llamados macollos. El ápice del tallo principal y cada tallo fértil lleva una espiga; cerca de la superficie del suelo, la parte del tallo que lleva las bases de las hojas se hincha para formar la corona, es de la corona que desarrollan las raíces adventicias y los macollos (Macpherson, 2019).

#### **2.7.4. Hoja**

Son simples paralelinervias, de forma alinear, con terminales aserrados y ápice acuminado. Envainadoras, alternas, se encuentran formando dos hileras sobre el tallo. En cada hoja se distingue dos partes: la lámina o limbo, que en su base posee dos prolongaciones denominadas aurículas y la vaina que es laminar tubular y verde, en cuya parte superior tiene una prolongación membranosa llamada lígula, y en su base forma un anillo denominado corona o pulvinus. En todo el conjunto de hojas se distingue la hoja bandera, caracterizada por poseer limbo más corto pero vaina más alargada, la cual tiene como función proteger a la espiga antes que esta emerja (Paladines, 2019).

#### **2.7.5. Inflorescencia**

La inflorescencia de la cebada se denomina espiga, cabeza o espiga. Las unidades florales, las espiguillas, están unidos directamente al eje central, o raquis, que es la extensión del tallo que sostiene la espiga, hay tres espiguillas en cada nudo, llamadas trillizos, que se alternan en lados opuestos de la espiga, cada espiguilla se compone de dos glumas, que son brácteas vacías, un flósculo y los componentes reproductivos incluidos. (Macpherson, 2017)

#### **2.7.6. Grano**

El grano de cebada es la unidad reproductiva de la planta de cebada que puede ser ampliamente dividido en tres componentes; cáscara, que es la cubierta protectora exterior de la semilla; el endospermo es el tejido que rodea al embrión y proporciona energía para la germinación mediante una capa de proteína que secreta enzimas que reduce las reservas de almidón en el endospermo y embrión, que contiene las principales estructuras vegetales, por lo que contiene todos los elementos del crecimiento de la planta (Bowden, 2019).

### **2.8. Requerimientos edafoclimáticos**

**Altitud:** 2400 a 3400 msnm.

**Clima:** Frío–templado entre 12 a 20°C.

**Precipitación:** 400 mm a 600 mm durante el ciclo.

**Suelo:** Franco arcillosos y franco arenoso, profundo, con buen drenaje.

**pH:** 6,5 a 7.5 (INIAP, 2019).

### **2.8.1. Clima**

Las exigencias en cuanto al clima son muy pocas, por lo que su cultivo se encuentra muy extendido, aunque crece mejor en los climas frescos y moderadamente secos. En Ecuador, las condiciones agroclimáticas para la producción de cebada incluyen zonas de 2400 - 3300 msnm, precipitaciones de 400 - 600 mm durante el ciclo de cultivo (Coronel & Jiménez, 2020).

### **2.8.2. Temperatura**

Para germinar necesita una temperatura mínima de 7°C. Florece a los 16°C y madura a los 20°C. Tolerancia muy bien las bajas temperaturas, ya que puede llegar a soportar hasta 10°C (Ruano, 2019).

### **2.8.3. Suelo**

Los suelos ideales son los de textura media como: franco, franco arcilloso, franco limoso con valores de pH entre ligeramente ácidos y ligeramente alcalinos, terrenos demasiado arcillosos afectan al cultivo, aunque tolera muy bien el exceso de salinidad en el suelo (Bertsch, 2020).

## **2.9. Variedades de cebada**

Hay dos tipos principales de cebada, de dos y seis hileras; dependiendo del desarrollo de los tripletes (tres espiguillas de flores, una en cada nodo del raquis). Las dos florecillas laterales son pedunculadas y pueden ser estériles (como en la cebada de dos filas) o fértiles (como en la cebada de seis hileras). El número de hileras es controlado básicamente por el gen *vrs1* y las seis hileras es recesivo a dos hileras (Coronel & Jiménez, 2020).

Los mejoradores no realizan cebadas con diferente número de hileras, debido a la laboriosa tarea de limpieza de la progenie hasta que se recuperan los tipos de dos o

seis hileras. Por lo que, los grupos de germoplasma de dos hileras y seis hileras se manejan independientes, y se asume que esta es una la diversidad genética de la cebada (INIAP, 2019).

## **2.10. Manejo del cultivo**

### **2.10.1 Preparación del terreno**

**Labores profundas:** con vertederas o subsoladores con incorporación de abonado de fondo.

**Labores ligeras:** mullir el suelo.

**Abonado:** Se puede dar un abono nitrogenado a base de 40-80 U.F de nitrógeno y con 8-100 U.F de fósforo y potasio (miRiego, 2019).

### **2.10.2. Siembra**

El método manual al voleo es la forma más común de siembra en la Sierra Ecuatoriana, mientras que la siembra mecanizada es poco frecuente. La siembra no debe ser ni muy profunda ni muy superficial, lo ideal es que la semilla se encuentre de 2 a 5 cm de profundidad (INIAP, 2019).

En trabajos realizados por el INIAP en nuestra provincia se recomienda sembrar 100 kg ha<sup>-1</sup>, de semilla con categoría certificada en el sistema de siembra al voleo generalmente debe estar dentro del periodo de lluvias de la zona. Es necesario considerar el ciclo vegetativo de las variedades para que las cosechas de las mismas se efectúen en periodo seco. El ciclo vegetativo de la planta depende de las características genéticas de la variedad, de las condiciones climáticas, del manejo y cultivo (Monar, 2022).

En Ecuador hay tres épocas de siembra establecidas para este cultivo

- Octubre, noviembre e inicios de diciembre, para la zona centro. Provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.
- Finales de diciembre, enero e inicios de febrero para la zona norte. Provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi.

- Finales de febrero, marzo y abril, para la zona centro-sur. Provincias de Bolívar, Cañar, Azuay y Loja (Rivadeneira, 2017).

### **2.10.3 Densidad de siembra**

La densidad de siembra en el caso de obtención de cebada para grano se recomienda de 90 a 120 Kg por hectárea. La cantidad de semilla que se suele emplear es muy variable, es frecuente que la cantidad empleada oscile entre 120 y 160 kg ha<sup>-1</sup> (Carrillo, 2021).

### **2.10.4 Calidad de la semilla**

La primera condición para tener una cosecha exitosa es emplear una semilla de buena calidad, de preferencia de categorías “Registrada” o “Certificada” con un porcentaje mínimo de germinación del 85% (Falconi, Manual de las enfermedades en los cereales, 2022).

### **2.10.5. Desinfección de semilla**

Es recomendable seleccionar y desinfectar la semilla para evitar enfermedades que se transmiten por este medio. La semilla se puede desinfectar con fludioxonilo (Celest) en dosis de 2 cm<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> de semilla y se dejará secar el grano para no incrementar la humedad del grano (Garófalo, 2016).

### **2.10.6. Control de malezas**

El control de malezas es importante para evitar competencia con el cultivo y asegurar un buen rendimiento y calidad del grano. (Monar, 2022)

Actualmente se utiliza el herbicida post emergente ALLY (Metsulfuron metil) de sello verde en dosis de un gramo por 20 litros de agua a los 20 días después de la siembra (Falconi, 2022).

El control químico consistirá en la aplicación de un herbicida específico para malezas de hoja ancha, metsulfurón-metil en la etapa de la macolla miento en la etapa de Zadoks (Z 20), en dosis recomendada por el fabricante (Monar, 2022).

### **2.10.7. Riego**

Durante el ciclo de cultivo requiere de 380 a 660 mm de agua de lluvia bien distribuidos a través del tiempo. Tanto las lluvias abundantes como las sequías persistentes afectan el cultivo de la cebada. En ambientes semiáridos el rendimiento de este cultivo es mayor que el de otros cereales (Beltran, 2020).

En el riego de la cebada hay que tener en cuenta que éste favorece el encamado, a lo que la cebada es tan propensa. El riego debe hacerse en la época del encañado, pues una vez espigada se producen daños, a la par que favorece la propagación de la roya (Quinatoa & Allan, 2020).

### **2.10.8. Fertilización**

Es importante realizar un análisis de suelo antes de la siembra. El cultivo requiere 60 kg de nitrógeno, 60 kg de fósforo, 30 kg de potasio y 20 kg de azufre. Bajo este requerimiento el agricultor puede aplicar cuatro sacos de 10-30-10 a la siembra y luego, al macollamiento de 30 a 45 días después de la siembra, un saco de urea de 50 kg ha<sup>-1</sup> aplicado al voleo con humedad en suelo (Carrillo, 2021).

### **2.10.9. Cosecha**

La cosecha se realiza en la época seca, si tenemos que emparvar la cebada es necesario empezar a cortar cuando el grano ha pasado la madurez fisiológica, para evitar el desgrane, pero para la trilla el grano debe estar completamente seco con un porcentaje de humedad de alrededor del 15% (Carrillo, 2021).

La cosecha debe realizarse a la madurez completa del grano y se puede hacer en forma mecanizada (combinada) o mixta (corte manual y trilla mecanizada). Si la humedad del grano es mayor al 15% se recomienda secar previo a su almacenamiento para evitar el quemado del grano y pérdida de las características de calidad del mismo (INIAP, 2022).

#### **2.10.10. Trilla**

La máquina trilladora se encarga de separar el grano de las espigas de cebada y no lo daña. El grano se lo debe limpiar, secar y clasificar. La semilla se la recolecta en sacos para su comercialización. cuando no se dispone de máquina trilladora se puede trillar la cebada con golpes en un costal (INIAP, 2019).

#### **2.10.11. Almacenamiento de la cebada**

La semilla debe ser almacenada en un lugar seco, con buena ventilación y libre de roedores, con el fin de que esta no se dañe y se mantenga en buen estado (Cajamarca & Montenegro, 2015).

### **2.11. Enfermedades en el cultivo de la cebada**

#### **2.11.1. Roya de la hoja (*Puccinia hordei*)**

**Especie hospedante:** Cebada (*Hordeum vulgare*; *Hordeum vulgare* var. *distichon* (L.) Hook.f., 1896)

**Etiología:** Hongo, biotrófico

**Agente causal:** *Puccinia hordei*

**Taxonomía:** Fungi > Basidiomycota > Pucciniomycotina > Pucciniomycetes > Pucciniales > Pucciniaceae > *Puccinia*

Es observada principalmente en zonas templadas. Es la más común de las royas. Las plantas afectadas producen menor número y peso de granos, desde el 2004 se observa un significativo incremento de su prevalencia e intensidad en Argentina y Uruguay. En Brasil, es una enfermedad muy destructiva (Amouzoune, Amri, & Benkirane, 2021).

#### **Síntomas y signos**

Pústulas pequeñas pulverulentas de color naranja principalmente en la cara superior de las hojas. Posteriormente, aparecen pústulas de color negro en forma de polvillo

negro. La enfermedad es más evidente desde fin de macollaje a encañazón. (Herbario Virtual Fitopatología, 2021)

### **Ciclo de la enfermedad**

La infección puede comenzar desde la aparición de las primeras hojas. La diseminación dentro del cultivo y a distancia, se produce por el viento. El patrón de distribución en el lote es generalizado y uniforme. (Amouzoune, Amri, & Benkirane, 2021)

### **Manejo**

- Evitar el uso de cultivares susceptibles
- Evitar la excesiva fertilización nitrogenada
- Evitar altas densidades de plantas. (Herbario Virtual Fitopatología, 2021)

#### **2.11.2. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)**

**Hospedante primario o agronómico:** trigo blando o común, trigo duro, trigo emmer cultivado, trigo emmer silvestre, triticale, puede infectar ciertas cebadas cultivadas y centeno.

**Epidemiología:** policíclica, subaguda.

**Etiología:** Hongo, Biotrófico

**Agente causal:** *Puccinia striiformis*

**Taxonomía:** Fungi > Basidiomycota > Puccinioniomycotina > Pucciniomycetes > Pucciniales > Pucciniaceae > Puccinia

La roya lineal ataca al trigo, cebada, triticale y muchas otras gramíneas afines. Se encuentra la enfermedad en todas las zonas altas y/o templadas donde se cultivan cereales. La enfermedad se manifiesta a partir de 70-90 días después de la siembra. La roya amarilla también ataca a la espiga. A esta enfermedad también se la conoce como “polvillo” o “royal (Falconi, 2022).

## **Síntomas y signos**

Las pústulas amarillentas ocurren sobre las hojas y están dispuestas en estrías paralelas a las nervaduras (Carmona & Sautua , 2022).

## **Condiciones predisponentes**

La capacidad de esporulación y la eficiencia de infección de *P. striiformis* se ven afectadas principalmente por la temperatura del aire, la duración del mojado foliar (horas) y la intensidad de la luz. El efecto combinado de las variables climáticas que conducen a la infección por *P. striiformis* y el posterior progreso a campo no se ha establecido completamente, aún se requiere más investigación con las nuevas cepas adaptadas a mayores temperaturas (Carmona & Sautua , 2022).

## **Manejo integrado**

- Siembra de cultivares resistentes
- Uso de fungicidas de acuerdo con umbrales de decisión económica (Herbario Virutal Fitopatología, 2022).

### **2.11.3. Carbón volador (*Ustilago hordei*)**

**Especie hospedante:** Cebada (*Hordeum vulgare*; *Hordeum vulgare* var. *distichon* (L.) y avena (*Avena sativa*)

**Epidemiología:** monocíclica, subaguda.

**Etiología:** Hongo, Biotrófico.

**Agente causal:** *Ustilago hordei*

**Taxonomía:** Fungi > Basidiomycota > Ustilaginomycotina > Ustilaginomycetes > Ustilaginales > Ustilaginaceae > Ustilago

Para una infección exitosa, dos esporidios haploides de tipos de apareamiento opuestos se fusionan para formar un filamento dicariótico infeccioso, que posteriormente se diferencia para formar un apresorio, una célula de hifa hinchada

que conduce a la penetración directa de las células epidérmicas del hospedante. Durante la colonización de plantas *U. hordei* prolifera tanto extra como intracelularmente y forma estructuras de alimentación similares a haustorios en las células hospedantes. *U. hordei* alcanza y se establece en el meristema del hospedante y luego crece con la planta hasta que el meristema floral desarrolla espiguillas, lo que probablemente da una señal al hongo para que se multiplique y esporule. La proliferación masiva y la esporulación del hongo patógeno en la inflorescencia de la cebada se muestra mediante la producción masiva de teliosporas de carbón marrón oscuro (Ullmann, Wibberg, & Busche, 2022).

### **Síntomas y signos**

Dstrucción total de la flor. Solo queda el raquis cubierto por una masa pulverulenta de esporas negras (Herbario Virtual Fitopatología, 2022).

### **Ciclo de la enfermedad y epidemiología**

La infección ocurre durante la floración.

Los granos infectados tienen apariencia normal, pero en su embrión se aloja el micelio del hongo. Si la semilla infectada se siembra, la espiga aparecerá con los síntomas descritos anteriormente (Ullmann, Wibberg, & Busche, 2022).

### **Manejo**

Evitar el empleo de semillas con 10% o más de infección. Debido al relativamente elevado umbral de daño económico de esta enfermedad (2% de espigas carbonadas) el esquema de control debería estar dirigido principalmente a los lotes destinados a semilla. Las muestras a sembrar deberían ser analizadas en laboratorios especializados para determinar el nivel de infección especialmente si proviene de campos donde hubo carbón volador. La protección química contra carbón, debería ser llevada a cabo en el caso de contar con una infección en semillas que justifiquen la aplicación. En el mercado existe una oferta muy amplia de productos (Ullmann, Wibberg, & Busche, 2022).

#### 2.11.4. *Helminthosporium* sp.

Afecta principalmente a la cebada.

**Síntomas:** Produce diversos tipos de lesiones foliares que, en general, son manchas pardo negruzcas, de color uniforme y de tamaño y contorno variable. Las hojas infectadas amarillean desde el ápice.

**Período crítico:** desde encañado hasta llenado de grano.

**Medidas de prevención y culturales:** Rotación de cultivos, evitar variedades sensibles, evitar laboreos enterrando restos de cultivo, evitar siembras precoces, evitar excesos de nitrógeno. (Dirección general de Alimentación y Fomento Agroalimentario, 2022)

#### 2.11.5. Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*)

**Especie hospedante:** Cebada (*Hordeum vulgare*: *Hordeum vulgare* var. *distichon* (L.))

**Etiología:** Hongo, Necrotrófico

**Agente causal:** *Rhynchosporium secalis*

**Taxonomía:** Fungi > Dikarya > Ascomycota > Pezizomycotina > Leotiomycetes > Helotiales > Helotiales incertae sedis > *Rhynchosporium*

#### **Daños**

Esta enfermedad puede causar daños de hasta 10 – 15%, en años fríos y en variedades susceptibles la escaldadura puede crecer hasta la hoja bandera (Wondimu, Chala, & Hailu, 2022).

#### **Síntomas**

Las lesiones son típicamente elongadas, de centro grisáceo, blanco o pálido y con bordes pardos frecuentemente ondulados. Las lesiones jóvenes tienen apariencia húmeda de color verde-azulado (Herbario virtual Fitopatología, 2022).

## Manejo integrado

- Rotación de cultivos (sin incluir centeno, susceptible)
- Siembra de semillas sanas
- Eliminación de malezas susceptibles (*Lolium* y *Hordeum*) y plantas guachas.
- Tratamiento de semillas (se deberá estar atento a su detección)
- Aplicación de fungicidas foliares (Solo si la enfermedad sigue progresando desde encañazón en adelante)
- Resistencia varietal (Wondimu, Chala, & Hailu, 2022).

### 2.12. Plagas

En lo que respecta a plagas, existen gusanos, cogollero (*Spodoptera frugiperda*), saltarin (*Elasmopalpus lignosellus*), barrenadores, (*Agrotis spp*) (*Cephuscinctus*) así como gusano peludo (*Agrotis spp*), eliotero (*Heliothis spp*). Pulgones (*Rhopalosiphum padi*) (*Rhopalosiphum maidis*) (*Sitovion avenae*) entre otros (INIAP, 2019).

#### 2.12.1. *Elasmopalpus lignosellus*

El barrenador menor del tallo, es un insecto de la orden lepidóptera. Las larvas se alimentan del tallo de algunas plantas jóvenes. Esta plaga ataca un gran número de especies vegetales. Algunos de los principales cultivos que ataca son caña de azúcar, cebada, lenteja, maíz, cacahuate, frijol, soya, sorgo, trigo, tomate entre muchos otros (Agroproductores, 2023).

#### 2.12.2. *Agrotis spp.*

El daño principal se da en plantas jóvenes (por ejemplo, semilleros de cultivos hortícolas) donde roen el cuello provocando la “caída de plántulas”.

También se alimentan de raíces y tubérculos.

En plantas adultas atacan a las partes verdes más próximas al suelo.

En otras ocasiones, en la vid por ejemplo, se alimentan de las yemas, destruyéndolas. No suelen atacar racimos y dichos ataques suelen ser en rodales.

Cuanto más joven es la plantación mayor importancia adquiere esta plaga (Agrológica, 2024).

### **2.12.3. *Rhopalosiphum padi***

Es un pulgón de cereal que se suministra sobre plantas reservorio (plantas de cereal tales como cebada, trigo o avena infectadas de *R. padi*). Al ser un pulgón que afecta únicamente a cereal, puede introducirse en cultivos hortícolas sin verse afectados por esta plaga dichos cultivos (Bioline, 2024).

### **2.13. Fungicidas**

Los fungicidas son usados extensamente en la industria, la agricultura, en el hogar y el jardín para un número de propósitos que incluyen: para protección de las semillas de granos durante su almacenamiento, transportación y la germinación; para la protección de los cultivos maduros, de las fresas, los semilleros, las flores y hierbas silvestres, durante su almacenamiento y transportación; para la eliminación de mohos que atacan las superficies pintadas; para el control del limo en la pasta del papel (de empapelar); y para la protección de alfombras y telas en el hogar. (Chicaiza, 2023)

Los fungicidas más usados son en el siguiente orden: ·

- Becenos sustituidos. ·
- Tiocarbamatos. ·
- Etilén-bis-Ditiocarbamatos. ·
- Tioftalimidas. ·
- Compuestos de Cobre. ·
- Compuestos Organomercúricos. ·
- Compuestos Organoestáñicos. ·
- Compuestos de Cadmio. ·
- Fungicidas Orgánicos Diversos. (SN, 2019)

#### **2.14. Cebada maltera**

Representantes de la industria cervecera, destiladora y maltera han estado trabajando juntos durante más de cincuenta años; evaluar nuevas cebadas y decidir si pueden incorporarse a la lista de aquellas variedades preferidas por el maltero, para satisfacer las diferentes necesidades de cerveceros y destiladores. Cuando se considera que una variedad de cebada es adecuada para su uso en la industria maltera, se incluye en la Lista aprobada del Comité de cebada cervecera (MBC) reconocida internacionalmente. Las cebadas reciben el estado de "Aprobación provisional" cuando la industria cree que la cebada tiene potencial para malta, pero preferiría ver los resultados de la cosecha de otra temporada antes de tomar una decisión final (Martínez, 2023).

#### **2.15. INIAP-ALFA**

INIAP-ALFA es la variedad obtenida de cebada, que tiene características malteras; es decir, sirve para producir malta o cerveza artesanal tipo rubia. Alfa 2021 resiste a las principales enfermedades que atacan al cultivo de cebada, como la roya amarilla y roya de la hoja. También es tolerante al acame (inclinación del tallo debido al viento) (MAG, 2022).

Este nuevo tipo de cebada está lista para su cosecha luego de 160 a 180 días, desde su siembra. El promedio de rendimiento es de 3.5 toneladas por hectárea; es de espiga de seis hileras. La planta llega a 90 y 100 centímetros. Alfa 2021 puede ser cultivada en Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Azuay, en campos entre los 2000 a 3200 metros, con temperaturas de 13 a 24 °C (MAG, 2022).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización del ensayo**

La presente investigación se desarrolló en la localidad de San Francisco perteneciente a la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

- **Situación geográfica y climática**

<b>Altitud</b>	2 923 msnm
<b>Temperatura máxima</b>	21°C
<b>Temperatura mínima</b>	9°C
<b>Temperatura media anual</b>	15°C
<b>Precipitación media anual</b>	1800 mm
<b>Humedad Relativa</b>	70%

Fuente: Monitoreo en campo 2024.

- **Zona de vida**

La localidad de San Francisco de acuerdo a las zonas de vida de Holdridge, (1979) se encuentra en el bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

#### 3.2. Metodología

##### 3.2.1. Material experimental

18 accesiones de cebada maltera

### 3.2.2. Factores en estudio

#### Factor A: Manejo Fitosanitario

a<sub>1</sub>: Con fungicida

a<sub>2</sub>: Sin fungicida

#### Factor B: Accesiones de cebada

b<sub>1</sub>: INIAP-Alfa

b<sub>10</sub>: 21K16-0876

b<sub>2</sub>: ABI-Voyager

b<sub>11</sub>: 21K16-0899

b<sub>3</sub>: 21K16-1329

b<sub>12</sub>: 21K16-1239

b<sub>4</sub>: 21K16-1324

b<sub>13</sub>: 21K16-0812

b<sub>5</sub>: 21K16-1317

b<sub>14</sub>: 21K16-0804

b<sub>6</sub>: 21K16-1269

b<sub>15</sub>: 21K16-0735

b<sub>7</sub>: 21K16-0813

b<sub>16</sub>: 21K16-0710

b<sub>8</sub>: 21K16-0816

b<sub>17</sub>: 21K16-0671

b<sub>9</sub>: 21K16-0821

b<sub>18</sub>: 21K16-0665

### 3.2.3. Tratamientos

Tratamiento	Descripción	Tratamiento	Descripción
T1 (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	Con Fungicida+INIAP-Alfa	T19 (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	Sin Fungicida+INIAP-Alfa
T2 (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	Con Fungicida+ABI-Voyager	T20 (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> )	Sin Fungicida+ABI-Voyager
T3 (a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> )	Con Fungicida+2IK16-1329	T21 (a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-1329
T4 (a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> )	Con Fungicida+2IK16-1324	T22 (a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-1324

<b>T5</b> (a <sub>1</sub> b <sub>5</sub> )	Con Fungicida+2IK16-1317	<b>T23</b> (a <sub>2</sub> b <sub>5</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-1317
<b>T6</b> (a <sub>1</sub> b <sub>6</sub> )	Con Fungicida+2IK16-1269	<b>T24</b> (a <sub>2</sub> b <sub>6</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-1269
<b>T7</b> (a <sub>1</sub> b <sub>7</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0813	<b>T25</b> (a <sub>2</sub> b <sub>7</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0813
<b>T8</b> (a <sub>1</sub> b <sub>8</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0816	<b>T26</b> (a <sub>2</sub> b <sub>8</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0816
<b>T9</b> (a <sub>1</sub> b <sub>9</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0821	<b>T27</b> (a <sub>2</sub> b <sub>9</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0821
<b>T10</b> (a <sub>1</sub> b <sub>10</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0876	<b>T28</b> (a <sub>2</sub> b <sub>10</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0876
<b>T11</b> (a <sub>1</sub> b <sub>11</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0899	<b>T29</b> (a <sub>2</sub> b <sub>11</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0899
<b>T12</b> (a <sub>1</sub> b <sub>12</sub> )	Con Fungicida+2IK16-1239	<b>T30</b> (a <sub>2</sub> b <sub>12</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-1239
<b>T13</b> (a <sub>1</sub> b <sub>13</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0812	<b>T31</b> (a <sub>2</sub> b <sub>13</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0812
<b>T14</b> (a <sub>1</sub> b <sub>14</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0804	<b>T32</b> (a <sub>2</sub> b <sub>14</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0804
<b>T15</b> (a <sub>1</sub> b <sub>15</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0735	<b>T33</b> (a <sub>2</sub> b <sub>15</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0735
<b>T16</b> (a <sub>1</sub> b <sub>16</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0710	<b>T34</b> (a <sub>2</sub> b <sub>16</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0710
<b>T17</b> (a <sub>1</sub> b <sub>17</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0671	<b>T35</b> (a <sub>2</sub> b <sub>17</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0671
<b>T18</b> (a <sub>1</sub> b <sub>18</sub> )	Con Fungicida+2IK16-0665	<b>T36</b> (a <sub>2</sub> b <sub>18</sub> )	Sin Fungicida+2IK16-0665

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

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con un arreglo factorial de 2 x 18.

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

- **Preparación del suelo**

La preparación de suelo se realizó con la debida anticipación (15 días antes de la siembra), garantizando que exista una adecuada descomposición de las malezas y residuos. La preparación del suelo consistió en un pase de arado y dos pases de rastra con la finalidad que el suelo quede en buenas condiciones.

- **Procedencia de la semilla**

Las accesiones de cebada evaluadas fueron proporcionadas por la empresa Cervecera, las mismas que se encontraban desinfectadas.

- **Siembra**

Se realizaron surcos a una distancia de 15 cm entre sí, posteriormente se depositaron las semillas a manera de chorro continuo.

- **Fertilización**

La fertilización de base se efectuó al momento de la siembra con  $0.06 \text{ kg parcela}^{-1}$  de 18-46-0 ( $150 \text{ kg/ha}^{-1}$ ) +  $0.02 \text{ kg/parcela}$  de Sulpomag ( $50 \text{ kg/ha}^{-1}$ ) y a los 43 días posteriores a la siembra se realizó una aplicación complementaria de urea a una dosis de  $0.03 \text{ kg parcela}^{-1}$  ( $100 \text{ kg/ha}^{-1}$ ).

- **Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual con Metsulfuron methyl  $15\text{g/ha}^{-1}$  a los 29 días posteriores a la siembra, esto con el fin de evitar que las malezas compitan con el cultivo por radiación solar, nutrientes, espacio y agua, dicha actividad se efectuó según la presencia de malezas

- **Controles fitosanitarios**

En los tratamientos de la investigación se evaluó la incidencia y severidad de las enfermedades y su respuesta al control químico; por lo que se realizó a los 61 días se aplicó el fungicida denominado Tebuconazol a una dosis de  $0.25 \text{ L/ha}^{-1}$ .

- **Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual, usando una hoz una vez que las plantas presentaron madurez fisiológica.

- **Trilla**

La trilla se realizó con la maquinaria proporcionada por la empresa. El grano trillado se almacenó en sacos de yute con su debida etiqueta.

### 3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Días a la emergencia de plantas (DEP)**

Se evaluó de forma directa contando los días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50 % de plantas emergieron en la parcela total.

- **Número de plantas establecidas por metro lineal (NPE)**

El número de plantas establecidas, se determinó mediante el conteo directo antes del período de macollamiento entre los 15 y 20 días después de la siembra, en dos muestras al azar de 1 m lineal dentro de cada unidad experimental.

- **Número de macollos (NM)**

Cuando las plantas estuvieron en macollamiento, se determinó el número de macollos; seleccionando dos surcos centrales y un metro lineal al azar de la parcela total, para posteriormente contar los macollos. De acuerdo al siguiente cálculo

$$\text{N}^\circ \text{ macollos por planta} = \frac{\sum \text{Macollos total}}{\text{N}^\circ \text{ plantas evaluadas}}$$

- **Hábito de crecimiento o porte (HC)**

El hábito de crecimiento se determinó visualmente a los 45 días posteriores a la siembra, para la evaluación de este parámetro agronómico se determinó la siguiente escala:

1: Erecto

2: Semierecto

3: Rastrero

- **Días al espigamiento (DE)**

Se evaluó de forma directa, contando los días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de la parcela total presentaron espigamiento.

- **Días a la madurez fisiológica (DMF)**

Este parámetro fue evaluado mediante la contabilización de los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plantas de cada unidad experimental se encontraban en su etapa de madurez fisiológica.

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

Se determinó en etapa de madurez fisiológica; midiendo desde el cuello radicular de la planta hasta el ápice de la espiga con la ayuda de un flexómetro en 10 plantas tomadas al azar y su resultado se expresó en centímetros.

- **Porcentaje de volcamiento (PV)**

Se observó en la etapa de espigamiento de manera visual, estimando el grado de volcamiento de acuerdo a la siguiente escala:

<b>Escala</b>	<b>% porcentaje</b>	<b>Descripción</b>
1	0	Alto nivel de resistente al acame
2	0-30	Medianamente resistente
3	30-45	Medianamente susceptible
4	45-60	Susceptible al acame
5	60-100	Altamente Susceptible al acame

**Fuente:** Cervecería Nacional

- **Severidad de enfermedades (SE)**

Se realizaron evaluaciones cuantitativas y cualitativas de la severidad de enfermedades en las fases de encañado y madurez fisiológica. Estas evaluaciones se realizaron en cada parcela neta. La severidad se evaluó basándose en la escala de COBB modificada:

**Reacción Síntomas y signos**

5/0	Sin infección visible
10R	Resistente: clorosis o necrosis visible, no hay uredias presentes y si las hay son muy pequeñas.
20MR	Moderadamente resistente: Uredias y rodeadas ya sea por área clorótica o necróticas.
40MR	Intermedias: Uredias de tamaño variable, algunas clorosis, necrosis o ambas.
60MS	Moderadamente susceptibles: Uredias de tamaño mediano y posiblemente rodeado por aéreas cloróticas.
100S	Susceptible: Uredias grandes y generalmente con poca ausencia de clorosis, no hay necrosis

**Fuente:** CIMMYT. 2007

Para el caso de virosis y escaldadura se registró la severidad utilizando la escala de 0 al 9, donde 0 es ausencia de la enfermedad y 9 cuando toda la planta está afectada, basados en la escala de Saari-Prescott; según la siguiente escala:



- **Longitud de espiga (LE)**

En la etapa de madurez fisiológica, se registró este descriptor; mediante la utilización de una regla midiendo desde la base del raquis hasta la espiguilla

terminal de la espiga. Se realizó en una muestra al azar de 10 espigas por parcela expresando los datos obtenidos en centímetros (cm).

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

Este dato se tomó en la madurez fisiológica de forma directa, para lo cual se contabilizó manualmente el número de granos que tiene cada espiga, este dato fue evaluado en 10 plantas tomadas al azar por cada unidad experimental, estableciendo su promedio.

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

Para evaluar esta variable de postcosecha se tomó una muestra al azar de mil granos de cada tratamiento y se pesó cada una de las muestras debidamente etiquetadas en una balanza de precisión y su resultado se expresó en gramos (g).

- **Peso por parcela (PCP)**

Para determinar el rendimiento por parcela a la cosecha, se utilizó una balanza analítica donde se pesó la totalidad de la producción de cada unidad experimental y su resultado fue expresado en kilogramos.

- **Rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  (RH)**

El rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$ , se calculó mediante la siguiente relación matemática

$$R = PCP \times \frac{10000}{ANC} \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

R= Rendimiento en Kg/ha. Al 13 % de humedad.

PCP= Peso de Campo por Parcela en Kg.

ANC= Área neta cosechada en  $\text{m}^2$ .

HC= Porcentaje de Humedad de cosecha (%)

HE= Porcentaje de Humedad Estándar (13%)

- **Peso hectolítrico (PH)**

El parámetro agronómico se evaluó con ayuda de una balanza de peso hectolítrico, empleando una muestra de 1 kg por cada unidad experimental, los datos obtenidos fueron expresados en kg hL<sup>-1</sup>.

### 3.2.5. Análisis de datos

- Análisis de varianza, según el siguiente detalle:

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>CME*</b>
Bloque (r-1)	2	$f^2 e + 36 f^2$
FA (a-1)	17	$f^2 e + 6 \Theta^2 A$
FB (b-1)	1	$f^2 e + 54 \Theta^2 B$
AxB (r-1) (a-1 x b-1)	51	$f^2 e + 3 \Theta^2 A x B$
Error (a-1 x b-1)	17	$f_2 e$
Total (a*b*r)-1	107	

- Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factores A y B, e interacciones.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 1.**

*Resultado del análisis estadístico para: Días a la emergencia de plantas (DEP), Número de plantas establecidas por metro lineal (NPE), Número de macollos (NM), Días al espigamiento (DE), Días a la madurez fisiológica (DMF), Altura de la planta (AP), Longitud de espiga (LE), Número de granos por espiga (NGE), Peso de mil granos (PMG), Peso por parcela (RP), Rendimiento kg ha<sup>-1</sup> (RH), Peso hectolítrico (PH), en el sector San Francisco.*

T	DEP (NS)	NPE (**)	NM (NS)	DE (NS)	DMF (NS)	AP (**)	LE (**)	NGE (**)	PMG (**)	PCP (**)	RH (**)	PH (**)
1	8	123	3	71	133	88.70	6.96	49	49.67	1.86	3997.30	64.07
	A	ABCDE	A	A	A	IJ	L	C	H	J	J	F
2	8	174	4	73	133	72.91	7.93	28	48.57	1.29	2692.95	62.27
	A	ABCDEF	A	A	A	ABC	DEFGHIJK	A	GH	HIJ	GHIJ	CDEF
3	7	143	3	72	134	71.14	8.55	27	45.93	1.28	2676.34	59.03
	A	IJKLMNO	A	A	A	AB	FGHIJKL	A	EFGH	GHIJ	GHIJ	ABCDEF
4	8	129	3	73	137	86.03	8.16	26	44.00	0.95	1929.23	60.90
	A	CDEFGHIJ	A	A	A	FGHIJ	GHIJKL	A	DEFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	BCDEF
5	7	117	3	74	133	84.29	7.53	27	45.47	0.92	1912.48	58.50
	A	ABCD	A	A	A	EFGHIJ	BCDEF	A	EFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	F
6	7	183	3	73	135	75.97	7.17	27	42.67	1.20	2579.45	62.43
	A	MNO	A	A	A	ABCDEF	ABC	A	CDEFGH	FGHI	GHI	CDEF

7	8	125	3	73	136	85.33	8.41	27	48.67	1.20	2517.51	61.57
	A	ABCDE	A	A	A	EFGHIJ	CDEFGHI	A	GH	FGHI	FGHI	BCDEF
8	7	131	3	73	138	79.41	7.60	26	48.13	1.11	2350.45	63.65
	A	ABCDEFGF	A	A	A	BCDEFGHI	CDEFGHI	A	GH	CDEFGH	CDEFGH	BCDEF
9	7	143	3	71	135	83.36	7.83	27	46.67	1.14	2341.88	63.27
	A	CDEFGHIJ	A	A	A	CDEFGHIJ	DEFGHIJK	A	EFGH	DEFGH	CDEFGH	DEF
10	8	178	3	74	138	85.49	8.80	27	46.07	1.17	2463.64	61.27
	A	KLMNO	A	A	A	EFGHIJ	IJKL	A	EFGH	EFGHI	DEFGHI	BCDEF
11	8	123	3	73	138	83.58	7.63	27	47.53	1.04	2183.06	60.83
	A	ABCDE	A	A	A	DEFGHIJ	CDEFGHI	A	FGH	BCDEFGH	BCDEFGH	BCDEF
12	8	115	4	72	134	86.40	8.57	26	46.67	1.01	2090.82	59.53
	A	ABC	A	A	A	FGHIJ	FGHIJKL	A	EFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	ABCDEF
13	8	180	3	73	138	88.04	8.30	28	47.60	1.35	2846.29	61.00
	A	LMNO	A	A	A	IJ	JKL	A	GH	HIJ	HIJ	EF
14	9	149	3	74	138	81.56	7.01	26	45.40	0.99	2051.56	62.27
	A	CDEFGHIJKL	A	A	A	BCDEFGHIJ	A	A	EFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	CDEF
15	8	185	4	73	137	73.67	7.82	26	45.67	0.95	1990.51	62.53
	A	NO	A	A	A	ABCD	DEFGHIJ	A	DEFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	BCDEF
16	9	134	3	72	137	82.38	8.21	27	46.27	0.99	2085.18	59.70
	A	ABCDEFGF	A	A	A	CDEFGHIJ	FGHIJKL	A	EFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	ABCDEF
17	8	179	4	72	137	87.51	8.68	27	48.67	1.19	2464.76	62.38
	A	KLMNO	A	A	A	GHIJ	HIJKL	A	FGH	EFGHI	EFGHI	BCDEF
18	8	138	4	72	138	79.63	7.60	25	43.93	0.80	1656.24	60.70
	A	BCDEFGH	A	A	A	BCDEFGHI	CDEFGHI	A	DEFGH	BCDEFGH	ABCDEF	BCDEF
19	7	176	3	73	138	90.21	6.66	42	48.80	1.78	3834.96	63.73
	A	JKLMNO	A	A	A	A	KL	B	GH	IJ	IJ	ABCDEF
20	9	176	3	73	136	90.21	7.81	26	43.33	0.95	1938.90	61.87
	A	JKLMNO	A	A	A	J	FGHIJKL	A	DEFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	BCDEF

21	7	161	3	74	135	77.66	8.05	26	44.00	0.88	1853.84	57.50
	A	FGHIJKLMNO	A	A	A	ABCDEFGH	JKL	A	DEFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	ABC
22	7	152	3	74	135	84.21	7.87	24	40.00	0.56	1144.57	61.33
	A	EFGHIJKLMN	A	A	A	EFGHIJ	EFGHIJK	A	BCDE	ABCDE	ABCDEF	BCDEF
23	8	171	3	75	135	75.43	7.25	25	24.33	0.16	337.72	56.43
	A	HIJKLMNO	A	A	A	ABCDE	BCDEFGHI	A	A	A	A	AB
24	7	164	4	72	136	84.16	6.82	25	34.00	0.65	1391.62	56.85
	A	GHIJKLMNO	A	A	A	EFGHIJ	ABCDEF	A	B	ABCDEF	ABCDEF	ABC
25	8	175	3	71	139	82.39	7.59	26	47.33	0.82	1689.76	58.93
	A	IJKLMNO	A	A	A	CDEFGHIJ	IJKL	A	FGH	BCDEFGH	ABCDEF	ABCDEF
26	7	102	3	72	134	85.79	7.52	23	36.00	0.49	1052.63	59.70
	A	A	A	A	A	EFGHIJ	BCDEFGHI	A	BC	ABC	ABC	ABCDEF
27	8	164	3	74	140	86.63	7.41	25	46.00	0.51	1076.33	60.57
	A	GHIJKLMNO	A	A	A	GHIJ	BCDEFGH	A	EFGH	ABCD	ABCD	BCDEF
28	7	142	3	75	134	81.93	8.40	25	36.00	0.44	918.94	60.50
	A	CDEFGHI	A	A	A	CDEFGHIJ	AB	A	BC	AB	AB	BCDEF
29	7	117	3	73	139	78.40	7.61	26	40.67	0.64	1360.22	56.53
	A	ABCD	A	A	A	ABCDEFGHI	CDEFGHI	A	BCDEF	ABCDEF	ABCDEF	AB
30	7	186	3	74	139	83.99	7.97	25	40.67	0.79	1667.29	54.13
	A	O	A	A	A	DEFGHIJ	HIJKL	A	BCDEF	ABCDEF	ABCDEF	A
31	8	146	3	74	133	78.92	8.17	26	42.33	0.83	1709.89	58.03
	A	CDEFGHIJK	A	A	A	BCDEFGHI	GHIJKL	A	CDEF	BCDEFGH	ABCDEF	ABCDE
32	7	132	3	73	139	77.29	6.29	24	43.67	0.86	1794.88	58.65
	A	ABCDEF	A	A	A	ABCDEF	ABCDE	A	DEFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	ABCDEF
33	8	108	3	74	137	78.32	7.76	26	44.60	0.95	1983.89	61.80
	A	AB	A	A	A	ABCDEFGHI	DEFGHIJK	A	EFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	CDEF
34	7	150	3	74	134	85.25	7.96	25	45.33	0.64	1335.59	57.95

	A	DEFGHIJKLM	A	A	A	EFGHIJ	GHIJKL	A	EFGH	ABCDEF	ABCDEFG	ABC
35	7	130	4	74	139	86.02	8.29	25	46.93	0.99	2086.35	60.77
	A	ABCDEF	A	A	A	FGHIJ	ABCD	A	EFGH	BCDEFGH	BCDEFGH	CDEF
36	7	129	4	74	135	85.63	7.33	24	38.00	0.52	1077.69	59.83
	A	ABCDEF	A	A	A	EFGHIJ	BCDEFG	A	BCD	ABCD	ABCDE	BCDEF
MG	8 días	148 Plantas	3 macollos	73 días	136 días	82.44 cm	7.76 Cm	27 granos/es	43.88 g	0.94 Kg/p	1974.58 Kg/ha	60.31 Kg/hectolitr
CV	10.53%	6.93%	16.63%	2.03%	1.58%	3.91%	3.53%	5.76%	4.90%	20.65%	21.48%	2.88%

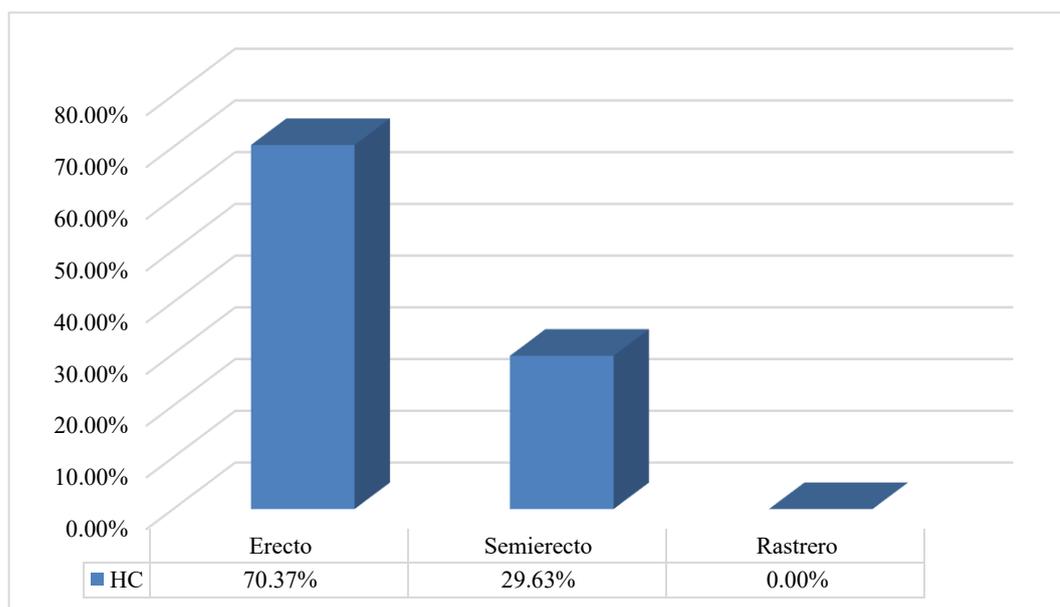
*Nota:* Ns: No significativo. \*Significativos al 5%. \*\*Altamente significativos al 1%. Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

## 4.1. Interpretación de resultados

### 4.1.1. Hábito de crecimiento (HC)

**Figura 1.**

*Hábito de crecimiento.*



En el descriptor morfológico hábito de crecimiento de las 18 accesiones de cebada, el 70.37% de los tratamientos presentaron un hábito de crecimiento erecto, mientras que el 29.63% registraron un hábito semierecto.

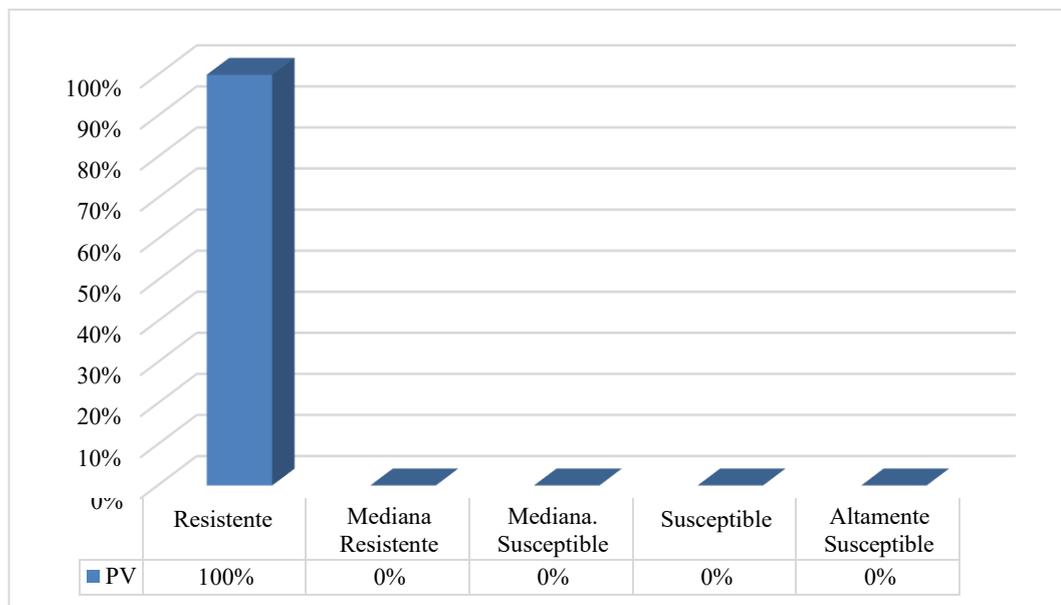
El hábito de crecimiento está ligado directamente con la constitución genética del germoplasma, siendo afectado por la temperatura, precipitaciones, fotoperiodo entre otros factores. El hábito erecto y semierecto pueden actuar positivamente en el desarrollo de las labores agrícolas como el control de enfermedades y la cosecha. (Quinatoa & Allan, 2020).

Los materiales de características erectos pueden ser potencialmente más aptos para procesos de mecanización y empleo de cosechadoras, aportando positivamente con las prácticas agrícolas eficientes dentro del cultivo.

#### 4.1.2. Porcentaje de volcamiento (PV)

**Figura 2.**

*Porcentaje de volcamiento*



Las accesiones de cebada en estudio presentaron un alto nivel de resistencia al volcamiento, observando que las plantas de cada unidad experimental evidenciaron tallos fuertes, demostrando que el volcamiento o acame del tallo no fue influenciado por el manejo fitosanitario aplicado en esta investigación.

Uno de los factores climáticos que afectan al volcamiento de la planta es el viento, por lo que a pesar de que en la zona agroecológica de San Francisco presentaron vientos que alcanzaron los 25 Km/hora, las plantas de cebada mostraron tallos muy fuertes que resistieron las altas velocidades del viento.

### **Interacción de factores (A x B): Manejo fitosanitario x Accesiones de cebada maltera**

La respuesta agronómica de la interacción de los factores en relación a los parámetros Días a la emergencia de plantas (DEP), Número de macollos (NM), Días al espigamiento (DE) y Días a la madurez fisiológica (DMF), según su análisis de varianza no mostraron diferencias significativas (NS) expresando que fueron estadísticamente similares entre los tratamientos.

#### **4.1.3. Número de plantas establecidas por metro lineal (NPE)**

##### **Figura 3.**

*Número de plantas establecidas por metro lineal.*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
T1	123	T10	178	T19	176	T28	142
T2	174	T11	123	T20	176	T29	117
T3	143	T12	115	T21	161	T30	186
T4	129	T13	180	T22	152	T31	146
T5	117	T14	149	T23	171	T32	132
T6	183	T15	185	T24	164	T33	108
T7	125	T16	134	T25	175	T34	150
T8	131	T17	179	T26	102	T35	130
T9	143	T18	138	T27	164	T36	129

El número de plantas establecidas por metro lineal (NPE) registró diferencias altamente significativas (\*\*) entre los tratamientos, evidenciando al T30 (Sin fungicida + 21K16-1239) como el mejor valor con 186 plantas/m a diferencia del T26 (Sin fungicida + 21K16-0816) que registró tan solo 102 plantas/m.

La evaluación de este parámetro agronómico se efectuó antes de la aplicación del fungicida, por lo tanto, se infiere que el número de plantas establecidas no depende del manejo fitosanitario, pero sí de las condiciones edafoclimáticas de la zona agroecológica.

#### 4.1.4. Altura de la planta (AP)

**Figura 4.**

*Altura de la planta.*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
T1	88.70	T10	85.49	T19	68.05	T28	81.93
T2	72.91	T11	83.58	T20	90.21	T29	78.40
T3	71.14	T12	86.40	T21	77.66	T30	83.99
T4	86.03	T13	88.04	T22	84.21	T31	78.92
T5	84.29	T14	81.56	T23	75.43	T32	77.29
T6	75.97	T15	73.67	T24	84.16	T33	78.32
T7	85.33	T16	82.38	T25	82.39	T34	85.25
T8	79.41	T17	87.51	T26	85.79	T35	86.02
T9	83.36	T18	79.63	T27	86.63	T36	85.63

Según el análisis de varianza para la variable altura de la planta (AP) se presentaron diferencias altamente significativas (\*\*) entre los tratamientos, donde se determinó que el T20 (Sin fungicida + ABI-Voyager) poseía la mayor altura de la planta con una media de 90.21 cm a diferencia del T19 (Sin fungicida + INIAP-Alfa) que sus plantas alcanzaron los 68.05 cm de altura, sin embargo, el material experimental INIAP-Alfa con aplicación de fungicida se presentó como el segundo mejor tratamiento en la altura de sus plantas, siendo el punto de referencia para las líneas en evaluación.

De acuerdo a los datos obtenidos se evidencia que las accesiones pueden alcanzar una mayor altura, sí las mismas mantienen un manejo fitosanitario debido a que la alta severidad e incidencia de las enfermedades que afectan el cultivo influyen en su crecimiento vegetativo.

#### 4.1.5. Longitud de la espiga (LE)

**Figura 5.**

*Longitud de la espiga.*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
T1	6.96	T10	8.80	T19	6.66	T28	8.40
T2	7.93	T11	7.63	T20	7.81	T29	7.61
T3	8.55	T12	8.57	T21	8.05	T30	7.97
T4	8.16	T13	8.30	T22	7.87	T31	8.17
T5	7.53	T14	7.01	T23	7.25	T32	6.29
T6	7.17	T15	7.82	T24	6.82	T33	7.76
T7	8.41	T16	8.21	T25	7.59	T34	7.96
T8	7.60	T17	8.68	T26	7.52	T35	8.29
T9	7.83	T18	7.60	T27	7.41	T36	7.33

El análisis de varianza para la variable longitud de la espiga (LE) registró que existen diferencias altamente significativas (\*\*) entre los tratamientos en estudio, estableciendo que los tratamientos T10 (Con fungicida + 21K16-0876), T17 (Con fungicida + 21K16-0671) y T12 (Con fungicida + 21K16-1239) presentaron las espigas con mayor longitud de acuerdo a las siguientes medias 8.80 cm, 8.68 cm y 8.57 cm respectivamente, en comparación a T32 (Sin fungicida + 21K16-0804) y T19 (Sin fungicida + INIAP-Alfa) que registraron de menor longitud.

De acuerdo a los datos obtenidos se puede corroborar lo mencionado por Cisneros (2018) que menciona: las variedades de cebada de seis hileras tienen una menor longitud de espiga en comparación con las variedades de dos carreras, pues la accesión INIAP-Alfa es un material de 6 hileras y presentó una de las menores longitudes de la espiga, esto debiéndose a su respuesta genética, al llenado del grano y a las condiciones ambientales que presentó la zona agroecológica.

#### 4.1.6. Número de granos por espiga (NGE)

**Figura 6.**

*Número de granos por espiga.*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
T1	49	T10	27	T19	42	T28	25
T2	28	T11	27	T20	26	T29	26
T3	27	T12	26	T21	26	T30	25
T4	26	T13	28	T22	24	T31	26
T5	27	T14	26	T23	25	T32	24
T6	27	T15	26	T24	25	T33	26
T7	27	T16	27	T25	26	T34	25
T8	26	T17	27	T26	23	T35	25
T9	27	T18	25	T27	25	T36	24

El análisis de varianza en cuanto a la variable número de granos por espiga (NGE) demostró que existen diferencias altamente significativas (\*\*) entre los tratamientos, cuantificando que el T1 (Con fungicida + INIAP-Alfa) y el T19 (Sin Fungicida + INIAP-Alfa) presentaron un mayor número de granos por espiga con unas medias de 49 y 42 respectivamente a diferencia del T26 (Sin fungicida + 21K16-0816) que registró tan solo 23 granos por espiga.

El NGE depende de la disponibilidad de agua durante el llenado y las altas temperaturas que pueden ocasionar el aborto del grano, lo que afecta directamente al rendimiento del cultivo, determinando así a la accesión INIAP-Alfa como la más óptima para la zona agroecológica debido a su respuesta favorable a las condiciones edafoclimáticas y su resistencia al carbón de la espiga, lo que la convierte en una semilla con gran potencial productivo, sin dejar de observar que es de tipo exactico, por lo que anatómicamente presentó mayor número de granos.

#### 4.1.7. Peso de mil granos (PMG)

**Figura 7.**

*Peso de mil granos.*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
<b>T1</b>	49.67	<b>T10</b>	46.07	<b>T19</b>	48.80	<b>T28</b>	36.00
<b>T2</b>	48.57	<b>T11</b>	47.53	<b>T20</b>	43.33	<b>T29</b>	40.67
<b>T3</b>	45.93	<b>T12</b>	46.67	<b>T21</b>	44.00	<b>T30</b>	40.67
<b>T4</b>	44.00	<b>T13</b>	47.60	<b>T22</b>	40.00	<b>T31</b>	42.33
<b>T5</b>	45.47	<b>T14</b>	45.40	<b>T23</b>	24.33	<b>T32</b>	43.67
<b>T6</b>	42.67	<b>T15</b>	45.67	<b>T24</b>	34.00	<b>T33</b>	44.60
<b>T7</b>	48.67	<b>T16</b>	46.27	<b>T25</b>	47.33	<b>T34</b>	45.33
<b>T8</b>	48.13	<b>T17</b>	48.67	<b>T26</b>	36.00	<b>T35</b>	46.93
<b>T9</b>	46.67	<b>T18</b>	43.93	<b>T27</b>	46.00	<b>T36</b>	38.00

Según el análisis de varianza para la variable peso de mil granos (PMG) registró diferencias altamente significativas (\*\*) entre los 36 tratamientos, identificando a T1 (Con fungicida + INIAP-Alfa) y T19 (Sin fungicida + INIAP-Alfa) como los mejores tratamientos por obtener los mayores pesos de 49.67 g y 48.80 g respectivamente, en comparación al T23 (Sin fungida + 21K16-1317) que debido a su gran susceptibilidad a las enfermedades comunes del cultivo obtuvo un menor peso con 24.33 g.

Se evidencia que es importante contemplar dentro de las labores culturales el manejo fitosanitario para que el cultivo posea una mayor calidad de grano, mencionando así a INIAP-Alfa como la mejor accesión tanto con la aplicación de un fungicida como sin la aplicación del mismo, esto debiéndose a su buen germoplasma y a su excelente adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la zona agroecológica, además que este es un material que posee un mayor tiempo de permanencia en los sistemas de producción a diferencia de las líneas introducidas en este estudio.

#### 4.1.8. Peso por parcela (PCP)

**Figura 8.**

*Peso por parcela.*

CF				SF			
<b>T1</b>	1.86	<b>T10</b>	1.17	<b>T19</b>	1.78	<b>T28</b>	0.44
<b>T2</b>	1.29	<b>T11</b>	1.04	<b>T20</b>	0.95	<b>T29</b>	0.64
<b>T3</b>	1.28	<b>T12</b>	1.01	<b>T21</b>	0.88	<b>T30</b>	0.79
<b>T4</b>	0.95	<b>T13</b>	1.35	<b>T22</b>	0.56	<b>T31</b>	0.83
<b>T5</b>	0.92	<b>T14</b>	0.99	<b>T23</b>	0.16	<b>T32</b>	0.86
<b>T6</b>	1.20	<b>T15</b>	0.95	<b>T24</b>	0.65	<b>T33</b>	0.95
<b>T7</b>	1.20	<b>T16</b>	0.99	<b>T25</b>	0.82	<b>T34</b>	0.64
<b>T8</b>	1.11	<b>T17</b>	1.19	<b>T26</b>	0.49	<b>T35</b>	0.99
<b>T9</b>	1.14	<b>T18</b>	0.80	<b>T27</b>	0.51	<b>T36</b>	0.52

La producción potencial en grano que cada material experimental puede alcanzar, está determinada por el volumen de cosecha. (INIAP, 2019), el análisis de varianza para la variable peso por parcela (RP) determinó que existen diferencias altamente significativas (\*\*) entre los tratamientos, registrando al T1 (Con fungicida + INIAP-Alfa) como el mejor tratamiento en cuanto a su peso con una media de 1.86 kg por parcela, sin embargo, el material INIAP-Alfa sin aplicación de fungicida también presentó una alta respuesta productiva con 1.78 kg por parcela, indicando que esta accesión posee una elevada adaptabilidad en la zona agroecológica y que el control fitosanitario aunque ayudó a elevar el peso, quizás más valor tuvo su poder genético.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo evidenciar que todas las accesiones que fueron aplicadas un fungicida para el control de sus enfermedades más comunes obtuvieron un mejor peso en comparación al material que no tuvo un control fitosanitario, demostrando que mientras mejor sea el manejo sanitario mayor será su respuesta productiva.

#### 4.1.9. Rendimiento kg/ha<sup>-1</sup> (RH)

**Figura 9.**

*Rendimiento kg/ha<sup>-1</sup>*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
<b>T1</b>	3997.30	<b>T10</b>	2463.64	<b>T19</b>	3834.96	<b>T28</b>	918.94
<b>T2</b>	2692.95	<b>T11</b>	2183.06	<b>T20</b>	1938.90	<b>T29</b>	1360.22
<b>T3</b>	2676.34	<b>T12</b>	2090.82	<b>T21</b>	1853.84	<b>T30</b>	1667.29
<b>T4</b>	1929.23	<b>T13</b>	2846.29	<b>T22</b>	1144.57	<b>T31</b>	1709.89
<b>T5</b>	1912.48	<b>T14</b>	2051.56	<b>T23</b>	337.72	<b>T32</b>	1794.88
<b>T6</b>	2579.45	<b>T15</b>	1990.51	<b>T24</b>	1391.62	<b>T33</b>	1983.89
<b>T7</b>	2517.51	<b>T16</b>	2085.18	<b>T25</b>	1689.76	<b>T34</b>	1335.59
<b>T8</b>	2350.45	<b>T17</b>	2464.76	<b>T26</b>	1052.63	<b>T35</b>	2086.35
<b>T9</b>	2341.88	<b>T18</b>	1656.24	<b>T27</b>	1076.33	<b>T36</b>	1077.69

El análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha<sup>-1</sup> al 13% de humedad (RH) determinó que existieron diferencias altamente significativas (\*\*) entre los 36 tratamientos, en donde T1 (Con fungicida + INIAP-Alfa) y T19 (Sin fungicida + INIAP-Alfa) se registraron como los mejores tratamientos con respecto a sus rendimientos con una media de 3997.30 y 3834.96 kg/ha<sup>-1</sup> respectivamente, en comparación al T23 (Sin fungicida + 21K16-1317) que presentó un menor peso con 337.72 kg/ha<sup>-1</sup>.

Los tratamientos que no fueron tratados con fungicida, presentaron una alta severidad de las enfermedades de roya amarilla, septoria y helminthosporium, lo que redujo su rendimiento, sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos, se evidencia que, pese a que no se controlaron químicamente las enfermedades, estas accesiones presentaron rendimientos óptimos, indicando que los materiales poseen una buena respuesta productiva, basada en su tolerancia genética intrínseca para estas afecciones fitosanitarias, que desde luego se ven repontencializados con el uso de fungicidas en la etapa de desarrollo y espigamiento.

#### 4.1.10. Peso hectolítrico (PH)

**Figura 10.**

*Peso hectolítrico.*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
T1	64.07	T10	61.27	T19	63.73	T28	60.50
T2	62.27	T11	60.83	T20	61.87	T29	56.53
T3	59.03	T12	59.53	T21	57.50	T30	54.13
T4	60.90	T13	61.00	T22	61.33	T31	58.03
T5	58.50	T14	62.27	T23	56.43	T32	58.65
T6	62.43	T15	62.53	T24	56.85	T33	61.80
T7	61.57	T16	59.70	T25	58.93	T34	57.95
T8	63.65	T17	62.38	T26	59.70	T35	60.77
T9	63.27	T18	60.70	T27	60.57	T36	59.83

Según el análisis de varianza para la variable peso hectolítrico (PH) registró diferencias altamente significativas (\*\*) entre los 36 tratamientos, determinando al T1 (Con fungicida + INIAP-Alfa) como el tratamiento con mayor peso con una media de 64.07 kg/hL<sup>-1</sup> a diferencia del T30 (Sin fungicida + 21K16-1239) que registró un valor de 54.13 kg/hL<sup>-1</sup>.

Los factores que influyen sobre el peso hectolítrico son el llenado del grano, las plagas y enfermedades, clima, temperatura altas y bajas, nutrientes, agua, pH, luminosidad, nubosidad y la humedad del grano. (INIAP, 2019). Los datos obtenidos reflejan que las accesiones dependen de su relación genotipo-ambiente y del manejo fitosanitario aplicado, determinando que mientras mayor peso hectolítrico exista, mayor es su calidad y proyección para la agroindustria.

#### 4.1.11. Severidad de enfermedades

➤ **Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)**

**Figura 11.**

*Severidad de Roya amarilla.*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
<b>T1</b>	1.44	<b>T10</b>	2.15	<b>T19</b>	1.71	<b>T28</b>	4.33
<b>T2</b>	2.10	<b>T11</b>	1.88	<b>T20</b>	3.37	<b>T29</b>	5.67
<b>T3</b>	1.92	<b>T12</b>	2.26	<b>T21</b>	3.26	<b>T30</b>	4.77
<b>T4</b>	2.27	<b>T13</b>	1.77	<b>T22</b>	5.73	<b>T31</b>	7.00
<b>T5</b>	1.91	<b>T14</b>	2.03	<b>T23</b>	9.24	<b>T32</b>	5.59
<b>T6</b>	2.08	<b>T15</b>	1.90	<b>T24</b>	5.77	<b>T33</b>	2.64
<b>T7</b>	1.58	<b>T16</b>	2.26	<b>T25</b>	5.10	<b>T34</b>	5.01
<b>T8</b>	1.76	<b>T17</b>	1.91	<b>T26</b>	6.17	<b>T35</b>	4.56
<b>T9</b>	2.11	<b>T18</b>	2.51	<b>T27</b>	5.15	<b>T36</b>	4.39

*Puccinia striiformis* fue la enfermedad que mostró un mayor comportamiento epidémico en los tratamientos que no fueron aplicados fungicida. Se define a los tratamientos T1 (Con fungicida + INIAP-Alfa) y T7 (Con fungicida + 21K16-0813) como moderadamente resistentes (MR) a esta enfermedad, pues estos materiales presentaron una menor severidad de roya amarilla posterior a la aplicación del fungicida, evidenciándose así la importancia del control y manejo oportuno de esta enfermedad.

El T23 (Sin fungicida + 21K16-1317) fue el tratamiento más afectado por *P. striiformis*, mostrando desde el macollamiento hasta la cosecha altos niveles de severidad de la misma en todas sus unidades experimentales, denotando a 21K16-1317 como susceptible a roya.

➤ **Septoria (*Septoria tritici*)**

**Figura 12.**

*Severidad de Septoria.*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
<b>T1</b>	0.04	<b>T10</b>	0.03	<b>T19</b>	0.26	<b>T28</b>	0.07
<b>T2</b>	0.02	<b>T11</b>	0.12	<b>T20</b>	0.11	<b>T29</b>	0.21
<b>T3</b>	0.04	<b>T12</b>	0.17	<b>T21</b>	0.10	<b>T30</b>	0.23
<b>T4</b>	0.07	<b>T13</b>	0.06	<b>T22</b>	0.17	<b>T31</b>	0.15
<b>T5</b>	0.03	<b>T14</b>	0.04	<b>T23</b>	0.22	<b>T32</b>	0.05
<b>T6</b>	0.26	<b>T15</b>	0.26	<b>T24</b>	0.36	<b>T33</b>	0.42
<b>T7</b>	0.14	<b>T16</b>	0.08	<b>T25</b>	0.18	<b>T34</b>	0.19
<b>T8</b>	0.10	<b>T17</b>	0.04	<b>T26</b>	0.13	<b>T35</b>	0.07
<b>T9</b>	0.05	<b>T18</b>	0.07	<b>T27</b>	0.07	<b>T36</b>	0.31

El comportamiento epidémico de Septoria fue menor en el cultivo de cebada, determinando a T33 (Sin fungicida + 21K16-0735) como medianamente susceptible (MS) a esta enfermedad y al T2 (Con fungicida + ABI-Voyager) como medianamente resistente (MR) a la misma.

Se evidenció que posterior al control químico de Septoria en los tratamientos que fueron aplicados el fungicida la severidad disminuyó en comparación a las unidades experimentales que no fueron controladas, sin embargo, fue notorio que la enfermedad se propagó lentamente y en menor escala, siendo visible sus pústulas oscuras a partir de la tercera observación.

➤ Mancha foliar (*Helminthosporium teres*)

**Figura 13.**

*Severidad de Mancha foliar.*

CON FUNGICIDA				SIN FUNGICIDA			
<b>T1</b>	0.66	<b>T10</b>	0.71	<b>T19</b>	0.71	<b>T28</b>	1.13
<b>T2</b>	0.47	<b>T11</b>	0.76	<b>T20</b>	0.51	<b>T29</b>	1.21
<b>T3</b>	0.63	<b>T12</b>	0.58	<b>T21</b>	1.22	<b>T30</b>	0.92
<b>T4</b>	0.68	<b>T13</b>	0.46	<b>T22</b>	0.77	<b>T31</b>	0.69
<b>T5</b>	0.53	<b>T14</b>	0.68	<b>T23</b>	0.66	<b>T32</b>	0.72
<b>T6</b>	0.64	<b>T15</b>	1.51	<b>T24</b>	1.21	<b>T33</b>	1.98
<b>T7</b>	0.43	<b>T16</b>	0.57	<b>T25</b>	0.90	<b>T34</b>	0.74
<b>T8</b>	0.81	<b>T17</b>	0.37	<b>T26</b>	0.84	<b>T35</b>	0.49
<b>T9</b>	0.71	<b>T18</b>	0.50	<b>T27</b>	0.98	<b>T36</b>	0.84

La Mancha foliar (*Helminthosporium teres*) tuvo un comportamiento epidémico moderado durante todo el ciclo del cultivo, denotando al T23 (Sin fungicida + 21K16-1317) como medianamente susceptible (MS) a *H. teres* debido a que alcanzo porcentajes de severidad de hasta 1.98 en comparación al T17 (Con fungicida + 21K16-0671) que se puede definir como medianamente resistente (MR) a la enfermedad por haber registrado los valores más bajos de severidad.

Los resultados obtenidos determinan la importancia del manejo fitosanitario, pues en relación al rendimiento de cada tratamiento se evidenció que se obtuvieron mejores resultados en aquellos que fueron aplicados el fungicida y a su vez fue notorio el control y disminución de la severidad de las patologías vegetales evaluadas.

#### 4.1.12. Análisis de correlación y regresión lineal

**Tabla 2.**

*Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que tuvieron significancia estadística positiva o negativa con el rendimiento de cebada.*

<b>Componentes del rendimiento (Xs)</b>	<b>Coefficiente de correlación (r)</b>	<b>Coefficiente de regresión (b)</b>	<b>Coefficiente de determinación (r<sup>2</sup>) %</b>
Peso de mil granos (PMG)	0.54 *	82.99	28 %
Número de granos por espiga (NGE)	0.58 *	95.00	33 %
Peso por parcela (PCP)	1.00 **	2157.90	100 %

➤ **Coefficiente de correlación (r)**

En la presente investigación se determinó una correlación positiva y altamente significativa (\*\*) con el rendimiento del cultivo en la variable peso por parcela (PCP), además que también se registró una estrechez significativa (\*) y positiva entre las variables de peso de mil granos (PMG) y el número de granos por espiga (NGE) con relación a su rendimiento.

➤ **Coefficiente de regresión (b)**

En esta investigación las variables independientes que contribuyeron significativamente al rendimiento del cultivo fueron: Número de granos por espiga y Pesos de mil granos.

**Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>)**

Los parámetros agronómicos más importantes que permitieron el incremento del rendimiento del cultivo fueron: Número de granos por espiga (NGE), peso de mil granos (PMG).

El 100% del rendimiento del cultivo de cebada maltera por hectárea depende mucho del rendimiento por parcela, esto en combinación de la adaptabilidad de la accesión

con las condiciones edafoclimáticas de la zona agroecológica y del buen manejo fitosanitario de las enfermedades más comunes que afectan al cultivo.

#### **4.2. Comprobación de hipótesis**

De acuerdo a los resultados agronómicos, productivos, estadísticos y fitosanitarios alcanzados en esta investigación para el sector de San Francisco, acorde a la evidencia estadística se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, determinando que la calidad productiva del cultivo de cebada maltera depende de la accesión, el manejo fitosanitario y su interacción genotipo-ambiente.

## CAPITULO V

### 5.1. Conclusiones

- El 70.37% del ensayo de cebada maltera presentaron un crecimiento erecto y el 29.63% un hábito de crecimiento semierecto, indicando que esta característica tiene relación con el porcentaje de volcamiento (PV), produciendo tallos fuertes y flexibles, mostrando resistencia al acame.
- En la interacción de los factores (A x B) se identificó diferencias altamente significativas (\*\*) en los parámetros agronómicos de: Número de plantas establecidas, Número de macollos, Altura de planta, Longitud de la espiga, Número de granos por espiga, peso de mil granos, rendimiento por parcela, rendimiento  $\text{kg/ha}^{-1}$  y peso hectolítrico, denotando como el mejor material al T1 (Con fungicida + INIAP-Alfa) con un rendimiento de  $3997.3 \text{ kg/ha}^{-1}$ .
- La evaluación de las enfermedades determinó a INIAP-Alfa como medianamente resistente (MR) a *P. striiformis*, medianamente susceptible (MS) a roya amarilla y a *H. teres* la accesión 21K16-1317, ABI-Voyager como MR a Septoria y MS a la misma enfermedad la línea 21K16-0735, medianamente resistente a *H. teres* 21K16-0671.
- Las variables que permitieron el incremento del rendimiento del cultivo fueron: peso por parcela, peso de mil granos y número de granos por espiga.

## 5.2. Recomendaciones

- De acuerdo al gran potencial rendimiento registrado en esta investigación se recomienda el uso de la accesión INIAP-Alfa en la zona de San Francisco – Guanujo.
- Seguir con el proceso de investigación de cebada en dos manejos fitosanitarios, en las diferentes zonas agroecológicas de la provincia Bolívar, que se dedican al cultivo de este cereal.
- Manejar diferentes dosis y tiempos de aplicación de los fungicidas para lograr determinar el mejor ingrediente activo para el mejor control de las principales enfermedades que afectan al cultivo de cebada maltera.

## BIBLIOGRAFÍA

- Achera, K. M. (2019). *Response of barley (*Hordeum vulgare* L.) to balanced fertilization*. Obtenido de [http://14.139.51.37/centrallibrary/admin/book/ee979d54f4Kajod\\_Mal\\_Achera.pdf](http://14.139.51.37/centrallibrary/admin/book/ee979d54f4Kajod_Mal_Achera.pdf)
- Agro inversiones S.A. (2019). *Manual de la cebada cervecera*. Quito-Ecuador: CL. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/14229542/Manual-Cebada>
- Agrologica. (2024). *Agrotis spp.; A. segutum, A. ipsilon*. Obtenido de <https://www.agrologica.es/informacion-plaga/gusanos-grises-agrotis-spp/>
- Agroproductores. (2023). *El barrenador menor del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*)*. Obtenido de <https://agroproductores.com/elasmopalpus-lignosellus/>
- Amouzoune, M., Amri, A., & Benkirane, R. (2021). *Mining and predictive characterization of resistance to leaf rust (*Puccinia hordei* Otth) using two subsets of barley genetic resources*. Genet Resour Crop Evol. doi: 10.1007/s10722-021-01268-4.
- Arasanz. (2020). *Análisis de las enfermedades en el cultivo de la cebada*. Obtenido de <https://www.cerealesarasanz.com/noticias/analisis-de-las-enfermedades-en-el-cultivo-de-la-cebada/>
- Banco Central del Ecuador. (2022). *Importaciones de cebada*. Obtenido de <http://www.bce.fin.ec>
- Beltran, S. (2020). *Manejo integrado del cultivo*. Obtenido de <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/880.pdf>
- Bernardi, L. (2020). *Perfil de la cebada*. Obtenido de [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/informes/perfil-de-cebada-2019.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/perfil-de-cebada-2019.pdf)
- Bertsch, F. (2020). *Suelos y su manejo*. Obtenido de <http://www.congope.gob.ec/wpcontent/>
- Bioline. (2024). *Maceta Rophalosiphun padi*. Obtenido de <https://biolineagrosienceses.com/product/maceta-rophalosiphun->



- Coronel, J., & Jiménez, C. (2020). *Guía práctica para los productores de cebada de la Sierra Sur*. Quito - Ecuador: Boletín N° 404. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Delorit J. (2016). *Precocidad en la cebada*. Quito-Ecuador.
- Diederichsen. A. (2020). *Barley genetic resources*. Obtenido de <https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php/crops-mainmenu-367/barley-mainmenu-250>
- Dirección general de Alimentación y Fomento Agroalimentario. (2022). *Enfermedades de los cereales de invierno*. España: Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. [https://www.aragon.es/documents/20127/674325/agma\\_cscv\\_itecnica\\_cerealesinvierno\\_2017.pdf/00f0c85a-1593-24b2-1083-0af565fd3cde#:~:text=HELMINTOSPORIOSIS%20\(Helminthosporium%20spp.\),infectadas%20amarillean%20desde](https://www.aragon.es/documents/20127/674325/agma_cscv_itecnica_cerealesinvierno_2017.pdf/00f0c85a-1593-24b2-1083-0af565fd3cde#:~:text=HELMINTOSPORIOSIS%20(Helminthosporium%20spp.),infectadas%20amarillean%20desde).
- Falconi, A. (2022). *Manual de las enfermedades en los cereales*. Guayaquil-Ecuador.
- FAO. (2022). *Producción Mundial de Cebada 2022/2023*. [http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/cebada.aspx#:~:text=La%20Producci%C3%B3n%20de%20Cebada%20\(\\*\),Actualizaci%C3%B3n%20ser%C3%A1%20el%20Enero%202023](http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/cebada.aspx#:~:text=La%20Producci%C3%B3n%20de%20Cebada%20(*),Actualizaci%C3%B3n%20ser%C3%A1%20el%20Enero%202023).
- Freire E. (2020). *Cebada (Hordeum vulgare)*. Obtenido de <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/57182-Hordeum-vulgare>
- Guerrero, J., Campuzano, L., Rojas, S., Panchon, J. (2023). *Caracterización morfológica y agronómica de la colección nacional de germoplasma de Jatropha curcas L.*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v15n2/v15n2a02.pdf>
- García. M. (2019). *Taxonomía en plantas*. Obtenido de <http://taxonomiaenplantas2017.blogspot.com/2017/11/cebada.html>
- Garófalo, J. (201). *Guía del cultivo de cebada boletín divulgado No.411*.
- Gomez, J. (2021). *Producción de la cebada en la provincia de Bolívar*. Obtenido de <https://actoresproductivos.com/2021/01/16/fomentan-la-produccion-de-cebada-en-la-provincia-de-bolivar/>

- Gonzalez, M. (2019). *Eficacia de tres fungicidas para controlar roya de la hoja en cebada maltera*. Scielo. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000800010](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000800010)
- Herbario Virtual Fitopatología. (2021). *Roya de la hoja de la Cebada (Puccinia hordei)*. [https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page\\_id=5544](https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=5544).
- Herbario Virtual Fitopatología. (2022). *Roya amarilla o estriada del trigo (Puccinia striiformis f. sp. tritici)*. [https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page\\_id=250](https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=250).
- INEC, MAG, & SICA. (2019). *Censo Nacional Agropecuario. República del Ecuador. Resultados Nacionales Provinciales*. Ecuador.
- INFOAGRO. (2019). *El cultivo de la cebada (1° parte)*. Obtenido de <https://infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm>
- INFOCEBADA. (2020). *Información sobre la cebada*. Quito-Ecuador. Obtenido de <http://infocebada.galeon.com/nutricional.htm>.
- INIAP. (2019). *El cultivo de cebada: guía para la producción artesanal de semilla de calidad*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2420/4/iniapscbd390.PDF>
- INIAP. (2022). *Cebada Hordeum vulgare L.* Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rcebada>
- Larran, S. (2017). *Manejo de enfermedades*. Obtenido de [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/92077/mod\\_resource/content/1/Cap%C3%ADtulo%20enfermedades%20de%20cebada%20libro%20cereales.pdf#:~:text=Las%20principales%20enfermedades%20que%20afectan,Zaffarano%2C%20B.%20A.%20McDonald%20%26%20A.](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/92077/mod_resource/content/1/Cap%C3%ADtulo%20enfermedades%20de%20cebada%20libro%20cereales.pdf#:~:text=Las%20principales%20enfermedades%20que%20afectan,Zaffarano%2C%20B.%20A.%20McDonald%20%26%20A.)
- Lema, C., Basantes, E., & Pantoja, J. (2015). *Producción de cebada (Hordeum vulgare L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador*. [Tesis]. Obtenido de [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v28n01\\_097.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v28n01_097.pdf)
- Macpherson. G. (2021). *The Biology of Hordeum vulgare L. (barley)*. Obtenido de [https://www.ogtr.gov.au/sites/default/files/2021-11/the\\_biology\\_of\\_hordeum\\_vulgare\\_1\\_barley\\_november\\_2021.pdf#page=11&zoom=100,92,738](https://www.ogtr.gov.au/sites/default/files/2021-11/the_biology_of_hordeum_vulgare_1_barley_november_2021.pdf#page=11&zoom=100,92,738)

- MAG. (2022). *Ministerio de Agricultura y Ganadería Bolívar*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/beneficiarios-del-programa-siembra-cebada-comercializan-el-producto-en-bolivar/>
- Martínez, C. (2023). *Análisis prospectivo al 2020 de la industria de la cerveza artesanal en el Ecuador como generadora de crecimiento económico* . Obtenido de Universidad Andina Simón Bolívar : <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5024/1/T1985-MBA-Martinez-Analisis.pdf>
- Mashayekhi, S., Keshava , T., & Achoth, L. (2019). *Comportamiento relativo de cebada en Irán e India y su papel en la industria agropecuaria*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 39(1), 107-113.
- Mendoza R. (2016). *Producción de cebada (Hordeum vulgare L.) bajo sistema hidropónico, en cuatro soluciones nutritivas*. [Tesis]. La Paz – Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/4856?show=full>
- Matres et al. . (2021). *The Biology of Hordeum vulgare L. (barley)*. Obtenido de [https://www.ogtr.gov.au/sites/default/files/2021-11/the\\_biology\\_of\\_hordeum\\_vulgare\\_l\\_barley\\_november\\_2021.pdf](https://www.ogtr.gov.au/sites/default/files/2021-11/the_biology_of_hordeum_vulgare_l_barley_november_2021.pdf)
- Mettrick. H. (2016). *Guía de prácticas de las diferentes enfermedades que afectan al cultivo de cebada cambio de color que presenta la plata cuando están afectados por diferentes tipos de enfermedades*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). *Nuevas variedades de papa y cebada para aumentar la producción*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/nuevas-variedades-de-papa-y-cebada-para-aumentar-la-produccion/#:~:text=INIAP%2DAIfa%202021%20es%20la,y%20roya%20de%20la%20hoja>.
- miRiego. (2019). *La cebada. Preparación del suelo y otras curiosidades*. <https://miriego-blog.com/2015/10/28/la-cebada-preparacion-del-suelo-y-otras-curiosidades/>.
- Paladines O. (2019). *Cultivo de Cebada*,. Quito-Ecuador: Universidad Central del Ecuador, Facultad de ciencias agrícolas.

- Palma. T. (2022). *Evaluación de fungicidas para el control de roya amarilla (Puccinia striiformis f. sp. tritici) del trigo (Triticum aestivum L.)*. Cutuglahua, Mejía. [Tesis]. Quitp - Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2478/1/T-UCE-0004-65.pdf>
- Quinatoa, & Allan. (2020). *Caracterización morfoagronómica de 144 accesiones de cebada (Hordeum vulgare L.) en la granja experimental Laguacoto III cantón Guaranda, provincia Bolívar*. [Tesis] Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3673>
- Quiroz E. (2016). *Repositorio Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). "La demanda de cebada en el departamento de Nariño -Colombia y la comercialización desde la provincia de Chimborazo-Ecuador"*. Chimborazo-Ecuador.
- Rivadeneira, M. (2017). *INIAP Cañicapa 2003: La primera variedad de cebada con alto contenido de proteína*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2591>
- Ruano. E. (2019). *Desarrollo fenológico de la cebada*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/javierandcris/fenologia-cebada>
- Ullmann, L., Wibberg, D., & Busche, T. (2022). *Seventeen Ustilaginaceae High-Quality Genome Sequences Allow Phylogenomics Analysis and Provide insights into secondary metabolite Synthesis*. . J Fungi (Basel) 8(3): 269. doi: 10.3390/jof8030269.
- Vasquez E. (2020). *Fisiología Vegetal*. Quito-Ecuador: Pueblo y Educación.
- Vivar H. (2019). *Breeding Barley in the New Millenium*. México DF: CIMMYT.
- Vivar, M., & Gordillo, T. (2021). *Selección de líneas avanzadas de cebada (Hordeum vulgare L.) con calidad maltera, en base al rendimiento y calidad*. Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Witt C. (2021). *Guia para la aplicación de nitrógeno*. Quito –Ecuador.
- Wondimu, S., Chala, A., & Hailu, N. (2022). *Evaluation of malt barley cultivars for resistance against leaf scald (Rhynchosporium secalis)*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03235408.2022.2065446>.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Ubicación de la investigación



Ensayo  
San Francisco de  
Guanajujo

## Anexo 2. Croquis del ensayo

### Con fungicida

Alfa	<u>Voyg</u>	K-1329	K-1324	K-1317	K-1269
K-0813	K-0816	K-0821	K-0876	K-0899	K-1239
K-0812	K-0804	K-0735	K-0710	K-0671	K-0665

### Sin fungicida

K-0812	K-0804	K-0735	K-0710	K-0671	K-0665
Alfa	<u>Voyg</u>	K-1329	K-1324	K-1317	K-1269
K-1239	K-0899	K-0876	K-0821	K-0816	K-0813

### Sin fungicida

<u>Voyg</u>	K-0813	K-1269	K-0665	K-0671	K-1317
K-0812	K-0899	K-0821	K-0876	K-1239	K-0816
K-0804	K-0710	K-0735	Alfa	K-1329	K-1324

### Con fungicida

K-0813	K-1329	K-0665	K-1269	K-1239	<u>Voyg</u>
K-0812	K-0816	Alfa	K-0821	K-1324	K-0876
K-1317	K-0899	K-0671	K-0710	K-0735	K-0804

### Con fungicida

K-0804	K-0813	K-0735	K-1329	K-0710	K-0665
K-0671	K-1269	K-0899	K-1239	<u>Voyg</u>	K-1317
Alfa	K-0812	K-0816	K-0876	K-1324	K-1324

### Sin fungicida

K-0816	K-0813	K-1329	K-0821	K-1269	K-0710
K-1317	K-1239	Alfa	K-0735	K-0899	K-0804
K-1324	K-0671	K-0876	K-0665	<u>Voyg</u>	K-0812

**Anexo 3. Base de datos**

T	DEP	NPE	NM	HC	DE	DMF	AP	PV	LE	NGE	PMG	PCP	RH	PH
1	7	173	3	ERECTO	70	133	85,90	0	6,77	51	47,00	1,67	3559,05	60,60
2	9	180	3	ERECTO	71	133	79,54	0	7,35	26	50,20	1,10	2363,79	61,80
3	7	155	3	ERECTO	72	133	66,55	0	6,61	23	46,80	1,18	2519,66	61,50
4	9	127	3	ERECTO	71	133	76,03	0	7,87	25	56,40	0,96	2058,72	60,70
5	7	113	3	SEMIERECTO	73	133	86,62	0	7,28	27	46,40	0,97	2065,65	65,00
6	7	182	3	SEMIERECTO	74	133	70,04	0	6,99	27	44,00	0,95	2046,74	64,50
7	7	127	3	ERECTO	74	133	86,27	0	7,21	23	50,00	1,33	2833,82	63,30
8	7	100	3	ERECTO	74	133	77,76	0	7,32	26	48,40	1,20	2574,29	64,80
9	7	140	4	ERECTO	74	135	82,11	0	7,93	26	49,00	1,30	2757,16	63,90
10	7	170	4	ERECTO	74	137	83,23	0	8,43	26	46,20	1,20	2572,53	62,00
11	9	125	3	ERECTO	70	135	87,48	0	7,73	22	46,60	1,30	2797,10	63,10
12	7	113	3	SEMIERECTO	72	135	83,88	0	8,07	24	46,00	1,18	2518,87	64,00
13	8	187	2	SEMIERECTO	70	135	77,96	0	7,95	26	46,80	1,37	2919,11	61,20
14	9	147	4	SEMIERECTO	74	137	73,50	0	6,50	25	44,20	0,74	1572,84	64,30
15	8	187	3	ERECTO	70	137	69,85	0	7,78	25	43,80	0,99	2132,98	60,50
16	8	130	3	ERECTO	70	137	78,54	0	7,96	27	46,80	1,19	2588,38	61,60
17	9	187	4	SEMIERECTO	71	137	92,29	0	8,50	26	46,80	1,51	3210,16	59,40
18	9	133	3	SEMIERECTO	74	135	84,27	0	7,50	24	43,80	0,99	2115,23	59,10
31	8	153	3	ERECTO	74	133	78,32	0	7,85	23	41,00	0,88	1876,87	59,00
32	7	127	3	ERECTO	72	138	76,58	0	6,90	23	45,00	0,83	1762,46	58,30
33	8	107	3	ERECTO	73	133	79,21	0	7,70	24	45,00	1,27	2707,94	62,60
34	7	147	3	ERECTO	74	133	82,82	0	8,18	23	46,00	0,58	1243,48	58,50
35	7	130	3	ERECTO	73	138	90,69	0	8,63	22	48,00	1,15	2466,97	60,00
36	7	127	3	ERECTO	74	135	90,30	0	7,50	26	38,00	0,65	1364,57	60,20
19	7	133	3	SEMIERECTO	70	140	68,36	0	7,09	40	44,00	2,15	4721,40	56,00
20	9	176	3	ERECTO	74	135	90,62	0	8,57	25	40,00	0,84	1791,78	62,30

21	7	154	3	ERECTO	74	135	86,30	0	8,47	24	46,00	1,03	2193,60	55,80
22	7	153	3	ERECTO	74	135	90,20	0	7,74	22	38,00	0,64	1358,61	60,80
23	9	171	3	ERECTO	74	133	77,40	0	7,58	26	16,00	0,26	535,75	62,00
24	7	167	2	SEMIERECTO	74	135	84,51	0	7,29	27	32,00	0,66	1432,41	58,00
30	7	189	3	SEMIERECTO	72	140	91,37	0	8,36	23	40,00	1,43	3089,09	54,50
29	7	115	3	SEMIERECTO	71	138	84,22	0	7,49	26	36,00	0,96	2046,11	56,50
28	7	137	3	ERECTO	75	134	82,90	0	7,63	24	44,00	0,61	1291,81	62,10
27	7	160	2	ERECTO	73	140	86,50	0	8,75	24	32,00	0,51	1083,42	61,40
26	7	97	2	ERECTO	70	133	90,52	0	7,58	21	34,00	0,69	1493,41	63,90
25	7	173	2	ERECTO	70	140	82,00	0	8,57	25	40,00	0,80	1726,27	58,20
20	9	167	3	ERECTO	70	140	77,00	0	7,17	23	46,00	1,00	1967,45	61,20
25	7	175	4	ERECTO	71	140	79,69	0	8,21	25	48,00	0,78	1585,29	59,40
24	7	164	3	ERECTO	72	136	72,45	0	7,14	23	98,00	0,45	929,84	60,70
36	7	127	3	ERECTO	72	133	78,40	0	7,49	22	40,00	0,49	994,77	59,20
35	7	127	4	ERECTO	74	140	82,85	0	8,72	25	50,00	0,91	1865,86	58,10
23	7	173	3	ERECTO	75	135	77,30	0	7,79	23	26,00	0,14	297,32	57,50
31	7	133	3	SEMIERECTO	74	133	79,52	0	8,05	27	42,00	0,87	1774,10	56,80
29	7	118	4	SEMIERECTO	74	140	77,71	0	7,81	26	42,00	0,53	1099,21	60,50
27	7	167	3	ERECTO	74	140	77,15	0	7,03	25	44,00	0,31	650,01	60,30
28	8	147	3	ERECTO	74	133	82,40	0	8,72	25	34,00	0,28	576,65	59,80
30	8	187	4	ERECTO	74	140	75,17	0	7,97	25	40,00	0,43	866,98	63,40
26	7	102	5	ERECTO	74	133	79,75	0	7,60	25	36,00	0,33	701,39	58,60
32	7	136	4	SEMIERECTO	74	140	76,68	0	6,90	24	42,00	0,79	1650,47	59,00
34	7	150	4	SEMIERECTO	74	137	78,96	0	7,50	25	44,00	0,56	1154,47	60,40
33	9	107	5	ERECTO	74	137	77,42	0	7,97	27	46,00	0,65	1338,69	62,40
19	7	113	4	ERECTO	74	140	90,40	0	7,01	42	44,00	1,43	3032,91	57,30
21	7	161	3	ERECTO	75	135	76,51	0	8,37	27	40,00	0,81	1705,11	60,90
22	7	153	3	ERECTO	75	135	84,85	0	7,99	25	40,00	0,44	886,72	61,40

7	7	120	2	ERECTO	72	135	83,75	0	7,94	27	48,00	1,17	2391,98	57,10
3	7	140	2	ERECTO	71	135	80,77	0	8,22	27	42,00	1,28	2643,31	58,00
18	9	143	3	ERECTO	70	140	76,72	0	7,75	26	44,00	0,72	1446,17	60,50
6	8	180	2	ERECTO	73	140	82,58	0	6,51	27	42,00	1,42	3086,22	61,40
12	7	120	3	ERECTO	71	133	91,50	0	8,05	27	44,00	1,11	2268,64	56,40
2	9	173	3	ERECTO	74	133	66,28	0	8,78	30	48,00	1,14	2307,90	61,70
13	9	176	3	SEMIERECTO	74	140	84,81	0	8,45	28	46,00	1,05	2104,61	55,80
8	7	133	3	SEMIERECTO	70	140	80,30	0	7,81	26	50,00	1,20	2594,83	60,20
1	9	173	3	ERECTO	72	133	67,90	0	6,56	46	42,00	1,98	4335,20	56,70
9	7	147	3	SEMIERECTO	70	133	84,69	0	7,82	27	48,00	1,03	2092,39	65,20
4	7	173	4	ERECTO	74	140	92,60	0	8,68	27	46,00	1,06	2100,15	62,30
10	9	177	4	SEMIERECTO	73	140	94,00	0	8,65	30	48,00	1,25	2595,95	60,40
5	7	120	4	ERECTO	74	133	75,05	0	6,98	26	44,00	0,87	1745,88	64,20
11	7	117	4	ERECTO	74	140	81,30	0	7,42	27	98,00	0,99	2028,61	55,80
17	7	178	4	SEMIERECTO	74	133	87,15	0	8,26	26	46,00	0,96	1942,55	60,20
16	9	140	3	ERECTO	74	140	86,04	0	8,16	27	48,00	0,97	1995,06	59,00
15	7	180	5	SEMIERECTO	74	140	83,17	0	8,02	28	46,00	1,09	2254,43	63,40
14	9	147	3	ERECTO	74	140	91,00	0	8,14	28	48,00	1,13	2287,26	58,00
14	9	152	3	ERECTO	74	137	80,18	0	6,23	24	44,00	1,09	2294,59	63,50
7	9	127	3	ERECTO	74	140	79,98	0	7,61	27	48,00	1,10	2326,73	61,30
15	9	187	4	ERECTO	74	135	78,00	0	7,48	26	44,00	0,77	1584,13	61,50
3	7	135	5	ERECTO	72	135	74,10	0	8,33	28	48,00	1,38	2866,05	58,60
16	10	133	4	ERECTO	71	135	82,55	0	7,76	28	44,00	0,82	1672,10	58,50
18	7	139	3	ERECTO	72	140	79,90	0	7,56	26	44,00	0,70	1407,31	62,50
17	9	173	4	SEMIERECTO	71	140	83,10	0	8,12	28	52,00	1,09	2241,58	62,70
6	7	188	4	SEMIERECTO	72	133	77,30	0	6,96	26	42,00	1,22	2605,40	61,40
11	9	127	4	ERECTO	74	140	83,95	0	7,68	28	46,00	0,83	1723,46	60,60
12	9	113	3	SEMIERECTO	74	133	84,83	0	7,80	26	55,00	0,75	1484,94	61,80

2	7	180	4	ERECTO	74	133	88,86	0	7,79	27	44,00	1,64	3407,16	63,30
5	8	117	4	SEMIERECTO	74	133	84,20	0	7,50	27	46,00	0,91	1925,91	60,00
1	7	183	3	SEMIERECTO	70	133	91,50	0	6,64	51	48,00	1,93	4097,66	61,30
13	7	178	5	ERECTO	74	140	84,60	0	8,49	28	48,00	1,64	3515,15	59,10
8	7	160	3	ERECTO	74	140	80,16	0	7,66	27	44,00	0,93	1882,22	60,00
10	7	187	3	ERECTO	75	137	83,23	0	8,12	27	42,00	1,05	2222,45	61,40
4	7	87	4	ERECTO	75	137	89,45	0	7,92	26	44,00	0,82	1628,82	59,70
9	8	142	3	ERECTO	70	138	83,27	0	7,75	29	55,00	1,09	2176,09	60,70
26	7	107	3	ERECTO	72	135	75,55	0	7,04	24	42,00	0,46	963,08	63,40
25	9	177	2	ERECTO	72	138	82,77	0	8,46	28	48,00	0,87	1757,72	59,20
21	7	167	5	ERECTO	74	135	78,80	0	8,82	28	46,00	0,80	1662,81	55,80
27	9	164	4	SEMIERECTO	74	140	86,23	0	7,44	27	48,00	0,72	1495,56	60,00
24	7	160	3	ERECTO	70	138	83,81	0	6,88	25	40,00	0,85	1812,60	55,70
34	7	153	4	ERECTO	75	133	87,67	0	8,17	28	46,00	0,77	1608,82	57,40
23	7	170	3	SEMIERECTO	75	137	69,50	0	6,86	25	30,00	0,09	180,08	59,50
30	7	183	3	SEMIERECTO	75	138	85,42	0	8,37	28	42,00	0,51	1045,79	54,50
19	7	123	2	ERECTO	74	133	45,39	0	6,78	47	44,00	1,77	3750,56	56,00
33	7	110	5	ERECTO	74	140	84,35	0	7,80	27	46,00	0,92	1905,05	62,60
29	7	119	3	ERECTO	73	140	79,08	0	7,60	28	42,00	0,43	935,33	55,60
32	7	133	4	ERECTO	74	140	84,60	0	7,22	27	46,00	0,95	1971,71	62,50
22	7	149	3	ERECTO	74	135	83,57	0	8,02	25	42,00	0,59	1188,38	61,80
35	7	133	3	SEMIERECTO	75	140	89,19	0	14,92	31	48,00	0,92	1926,23	60,00
28	7	142	3	SEMIERECTO	75	135	80,50	0	8,87	27	38,00	0,42	888,36	59,60
36	7	133	3	SEMIERECTO	75	138	80,95	0	7,01	25	36,00	0,43	873,74	60,10
20	9	174	4	ERECTO	75	133	93,00	0	8,05	29	44,00	1,01	2057,47	62,10
31	9	153	3	ERECTO	75	133	87,85	0	8,62	29	44,00	0,73	1478,70	58,30

#### Anexo 4. Fotografías

Preparación del suelo



Distribución de las unidades experimentales



Siembra



Control de malezas



Días a la emergencia



Número de plantas establecidas por metro lineal



Días al macollamiento



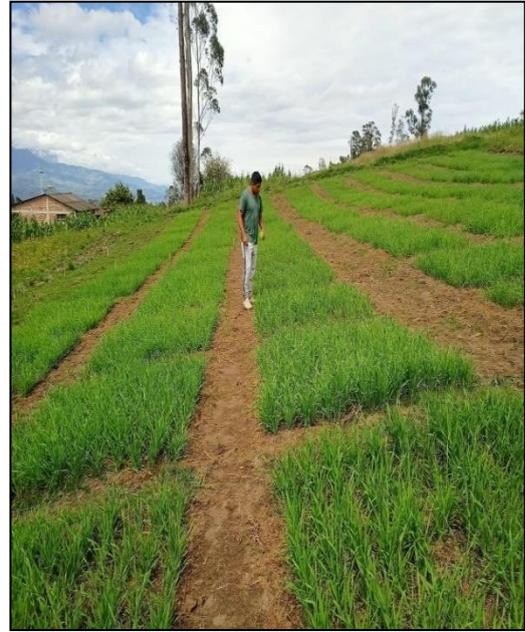
Hábito de crecimiento o porte



Días al espigamiento



Fertilización



Días a la madurez fisiológica



Altura de planta



Longitud de espiga



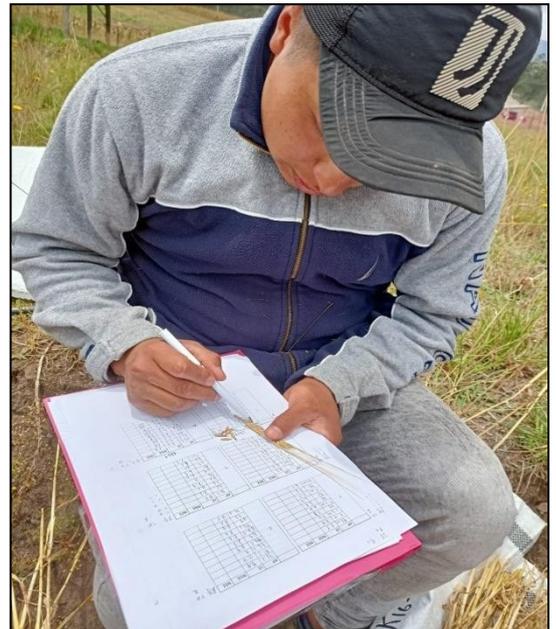
Cosecha



Peso de mil granos



Número de granos por espiga



Peso por parcela



Calibre del grano



Porcentaje de humedad



Visita de campo



## **Anexo 5.** Glosario de términos técnicos

**Ahijamiento.** - Acción y efecto de ahijar (echar planta retoños).

**Albumen.** - Tejido que rodea el embrión de algunas plantas, como el trigo y el ricino, y le sirve de alimento cuando la semilla germina. Su aspecto varía según la naturaleza de las sustancias nutritivas que contiene, pudiendo ser carnoso, amiláceo, oleaginoso, corneo y mucilaginoso.

**Aleurona.** - Es la capa externa de los cereales.

**Amida.** - Son derivados de los ácidos carboxílicos. Todas las amidas contienen un átomo de nitrógeno unido a un grupo carbonilo.

**Amonio.** - Radical monovalente formado por un átomo de nitrógeno y cuatro de hidrógeno, y que en sus combinaciones tiene semejanzas con los metales alcalinos.

**Aurícula.** - Prolongación de la parte inferior del limbo de las hojas.

**Autógamas.** - Se dice de las plantas que poseen sus órganos de reproducción tanto como femenino como masculino en la misma flor, puede auto fecundarse.

**Cariópside.** - Fruto seco e indehisciente a cuya única semilla está últimamente adherido el pericarpio; ej. El grano del trigo.

**Cloróticas.** - Amarilleo de las partes verdes de una planta debido a la falta de actividad de sus cloroplastos.

**Desnitrificación.** - Es la transformación biológica del nitrato en gas nitrógeno, óxido nítrico y óxido nitroso. Éstos son compuestos gaseosos y no son fácilmente accesibles para el crecimiento microbiano.

**Espiguillas.** - Cada una de las espigas pequeñas que están formadas por varias flores que después de la fecundación da origen al fruto.

**Fasciculada.** - Raíz en forma de cabellera típica de los cereales.

**Fijación.** - Acción y efecto de fijar o fijarse. Estado de reposo a que se reducen las materias después de agitadas y movidas por una operación química

**Glumas.** - Cubierta floral de las plantas gramíneas, que se compone de dos valvas a manera de escamas, insertas debajo del ovario.

**Gluten.** - Proteína de reserva nutritiva que se encuentra en las semillas de las gramíneas junto con el almidón.

**Inorgánico.** - Dicho de un cuerpo, sin órganos para la vida, como los minerales. Dicho de un conjunto, falta de la conveniente ordenación de las partes.

**Interacción.** - Acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, agentes, fuerzas, funciones, etc.

**Limpieza de grano:** La limpieza se basa en la utilización de cribas y ventiladores que generan una corriente de aire, interviniendo en el proceso el tamaño y la densidad de los granos y de las impurezas que los acompañan. La separación de estas impurezas, favorecen el proceso de conservación, eliminando partículas con mayor contenido de humedad, o de mayor dimensión, para evitar que se puedan producir obstrucciones e incendios.

**Malezas:** Las malezas entendiéndose como tales o todas aquellas plantas que no son de trigo, cebada o avenas presentes en cualesquiera de estas sementeras, compiten por espacio, luz, agua y nutrientes ocasionando pérdidas económicas al disminuir los rendimientos, mermar la calidad del producto y dificultar las labores de cosecha.

**Morfología:** sentido amplio, se define como el estudio de la estructura y forma de las plantas, e incluye la Citología y la Histología.

**Preparación del suelo:** La preparación del suelo consiste en ejecutar las operaciones de campo necesarias para proporcionar un ambiente apropiado para la óptima germinación de la semilla y el buen desarrollo del cultivo.

**Sistema radicular:** es el conjunto de raíces de una misma planta.

**Temperatura:** Grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmósfera.

**Trilla:** Se denomina trilla a la operación que se hace con los cereales, tras la siega o cosecha, para separar el grano de la paja. Según las épocas y las regiones se han empleado diversos sistemas para separar el grano de la paja: golpeándolo, pisoteando la mies o empleando mayales y trillos.