

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



**TEMA:**

**“RESPUESTA AGRONÓMICA DE 18 LÍNEAS DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare* L.) CON MANEJO FITOSANITARIO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”, CHALTURA-IMBABURA”**

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

**AUTOR:**

Ronnie Daniel Sánchez Farinango

**DIRECTORA:**

Doris Salomé Chalampunte Flores

Ibarra, octubre 2023



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

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

Ibarra, 19 de octubre del 2023

Dr. C Marcelo Cevallos V., PhD.  
**DECANO FICAYA**

Ab. Vladimir Basantes  
**SECRETARIO JURÍDICO**

Para los fines consiguientes, el tribunal tutor quienes firman a continuación, **CERTIFICAMOS** haber recibido de manera digital el Trabajo de Titulación: **“Respuesta agronómica de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con manejo fitosanitario en la granja experimental “La Pradera”, Chaltura-Imbabura”** de autoría del señor: Ronnie Daniel Sánchez Farinango, estudiante de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria.

Atentamente,

**TRIBUNAL TUTOR**

**FIRMA**

Ing Doris Chalampunte, PhD  
**DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN**

.....

Ing Magali Cañarejo, PhD  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

.....

Ing Miguel Gómez, Msc  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TRITULACIÓN** .....

.....



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Ibarra, 19 octubre del 2023

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: **“Respuesta agronómica de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) Con manejo fitosanitario en la granja experimental “La Pradera”, Chaltura-Imbabura”**, de autoría del señor Sánchez Farinango Ronnie Daniel estudiante de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

Ing Doris Chalampunte, PhD  
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

Ing Magali Cañarejo, PhD  
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing Miguel Gómez, Msc  
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

**Misión Institucional:**

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“RESPUESTA AGRONÓMICA DE 18 LÍNEAS DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare* L.) CON MANEJO FITOSANITARIO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”, CHALTURA-IMBABURA”**

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

**INGENIERO AGROPECUARIO RONNIE DANIEL SÁNCHEZ FARINANGO**

APROBADO:

Doris Chalampunte, PhD

**DIRECTOR**

  
FIRMA

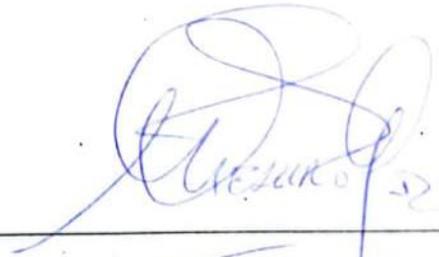
Magali Cañarejo, PhD

**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

Miguel Gómez, MSc

**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1718130345		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Sanchez Farinango Ronnie Daniel		
DIRECCIÓN:	Av. Padre Luis Vaccari y Galo Plaza Lasso		
EMAIL:	<a href="mailto:rdsanchezf@utn.edu.ec">rdsanchezf@utn.edu.ec</a> <a href="mailto:ronniesanchez.ec@hotmail.com">ronniesanchez.ec@hotmail.com</a>		
TELÉFONO FIJO:	02 2421017	TELÉFONO MÓVIL:	+593 983341450

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"RESPUESTA AGRONÓMICA DE 18 LÍNEAS DE CEBADA MALTERA ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) CON MANEJO FITOSANITARIO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL "LA PRADERA", CHALTURA-IMBABURA"
AUTOR (ES):	Sánchez Farinango Ronnie Daniel
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	Resolución No. 01 SO-11-HCD-2022-FICAYA-UTN, 30-05-2022
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Doris Salomé Chalampunte Ph.D.

#### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.  
Ibarra, a los 19 días del mes de octubre de 20213

#### EL AUTOR:

  
.....  
Ronnie Daniel Sánchez Farinango

## 1. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 19 días del mes de octubre del 2023

EL AUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ronnie Daniel Sánchez Farinango', is written over a horizontal dotted line.

Ronnie Daniel Sánchez Farinango

C.I.: 1718130345

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Sánchez Farinango Ronnie Daniel bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 19 días del mes de octubre de 2023

  
\_\_\_\_\_  
Doris Chalampunte, PhD  
DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 19 días del mes de octubre del 2023

**Ronnie Daniel Sanchez Farinango** “Respuesta agronómica de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con manejo fitosanitario en la granja experimental “La Pradera”, Chaltura-Imbabura” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 19 días del mes de octubre del 2023 67 páginas.

### **DIRECTOR (A):**

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar agronómicamente 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con manejo fitosanitario en la Granja Experimental “La Pradera” Chaltura- Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Comparar el rendimiento y calidad del grano de las 18 líneas de cebada maltera para la selección de materiales promisoros. Asimismo, determinar la incidencia y severidad de enfermedades en las líneas de cebada maltera bajo diferentes manejos y por último, analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio para la producción de cebada maltera.

.....  


Doris Chalampunte, PhD

**Directora de Trabajo de Grado**

.....  


Ronnie Daniel Sánchez Farinango

**Autor**

VI

## **AGRADECIMIENTO**

*"Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, cuya guía y fortaleza me han sostenido a lo largo de este camino académico. Agradezco de manera especial a mis padres por su apoyo incondicional, sacrificios y constante aliento. También a mi familia, cuyo apoyo moral ha sido fundamental en cada paso de este proceso. Agradezco a mi querida novia por su comprensión, paciencia y amor incondicional que han sido un pilar en mi vida. Finalmente, agradezco a mis amigos, cuya presencia, ánimo y que entre risas y llantos me han impulsado a seguir adelante. Todos ustedes han sido una fuente invaluable de inspiración y motivación en esta travesía, así que este logro es de cada uno de ustedes"*

## INDICE

RESUMEN .....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
CAPÍTULO I. ....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Problema de investigación .....	2
1.3. Justificación .....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo General .....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. Hipótesis o preguntas directrices .....	3
1.5.1. Hipótesis nula.....	3
1.5.2. Hipótesis alternativa.....	3
CAPITULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Importancia social y económica en el Ecuador.....	4
2.2. Origen y distribución de la cebada.....	4
2.3. Descripción taxonómica.....	5
Fuente: Cajamarca y Montenegro (2015). ....	6
2.4. Descripción botánica.....	6
2.4.1. Raíz .....	6
2.4.2. Tallo .....	6
2.4.3. Hojas .....	6
2.4.4. Flor.....	6
2.4.5. Inflorescencias .....	7
2.4.6. Grano.....	7
2.5. Etapas fenológicas del cultivo .....	7
2.5.1. Germinación.....	7
2.5.2. Producción de hojas .....	8
2.5.3. Macollamiento .....	8
2.5.4. Encañado.....	8

2.5.5. Espigamiento y floración .....	8
2.5.6. Formación del grano .....	9
2.5.7. Indicadores de la maduración de la cebada.....	9
2.6. Requerimientos Edafoclimáticos .....	9
2.7. Manejo del cultivo .....	9
2.7.1. Preparación del terreno .....	9
2.7.2. Siembra .....	9
2.7.3. Semilla .....	10
2.7.4. Cantidad de semilla.....	10
2.7.5. Fertilización .....	10
2.7.6. Manejo de arvenses.....	11
2.7.7. Cosecha.....	11
2.7.8. Almacenamiento .....	11
2.8. Enfermedades.....	12
2.8.1. Roya amarilla .....	12
2.8.2. Roya de la hoja.....	12
2.8.3. Mancha de red.....	12
2.8.4. Escaldadura .....	12
2.9. La cerveza en el Ecuador .....	12
2.10. Características de la calidad del grano para su comercial de la cebada cervecera .	13
2.10.1. Peso hectolítrico del grano.....	13
2.10.2. Germinación.....	13
2.10.3. Forma y tamaño .....	13
2.10.4. Porcentaje de cáscaras.....	13
2.10.5. Contenido de almidón .....	13
2.10.6. Color .....	13
2.10.7. Contenido de proteína.....	14
2.10.8. Humedad.....	14
2.10.9. Pureza varietal.....	14
2.11. Cebada maltera.....	14
2.11.1. Descripción varietal de la cebada maltera .....	14
2.12. Características fundamentales que debe reunir una variedad para ser elegida .....	14

2.12.2. Factor de regularidad de los rendimientos .....	14
2.12.3. Factor de calidad .....	15
2.13. Clasificación varietal de la cebada.....	15
2.14. Análisis económico.....	15
2.15. Marco legal .....	16
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>17</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>17</b>
3.1. Descripción del área de estudio .....	17
3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas .....	17
3.3. Métodos.....	18
3.3.1. Diseño del experimento .....	18
3.3.2. Características de la unidad experimental.....	19
3.3.3. Características del sitio experimental .....	20
3.3.4. Factores en estudio.....	20
3.3.5. Tratamientos .....	1
3.3.6. Análisis Estadístico.....	1
3.4. Variables de estudio.....	1
3.4.1. Variables Agro morfológicas .....	1
3.4.3. Monitoreo de enfermedades.....	5
3.4.4. Variables de producción .....	9
3.5. Manejo de ensayo .....	11
3.5.1 Preparación del suelo .....	11
3.5.2. Fertilización .....	11
3.5.4. Siembra .....	12
3.5.5. Control de malezas.....	12
3.5.6. Control fitosanitario.....	12
3.5.7. Cosecha.....	13
3.5.8. Trilla.....	13
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>14</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>14</b>
4.1. Características fenológicas.....	14
4.1.2. Días al macollamiento.....	15

4.1.3. Días al Espigamiento .....	16
4.1.4. Días a la Floración .....	18
4.1.5. Días a la Maduración .....	19
4.2. Variables de Rendimiento.....	21
4.2.1. Número de Macollos por Planta .....	21
4.2.2. Número de macollos establecidos por m <sup>2</sup> .....	23
4.2.3. Altura de la Planta.....	24
4.2.4. Longitud de la espiga.....	25
4.2.5. Número de granos por espiga .....	27
4.2.6. Numero de espigas efectivas metro lineal .....	29
4.2.7. Peso de Mil Granos.....	30
4.2.8. Porcentaje de Calibre .....	32
4.2.9. Volcamiento o Acame.....	33
4.2.10. Rendimiento.....	35
4.2.11. Peso hectolítrico.....	36
4.3. Enfermedades.....	38
4.3.1. Roya Parda o Amarilla ( <i>Puccinia graminis</i> f. sp.) .....	38
4.3.2. Roya lineal o de la hoja ( <i>Puccinia striiformis</i> f. sp. hordei) .....	40
4.3.3. Mancha en red ( <i>Pyrenophora teres</i> ) .....	41
4.3.4. Escaldaduras ( <i>Pyrenophora teres</i> ).....	43
4.3.5. Septoria ( <i>Septoria passerinii</i> Sacc.) .....	44
4.4. Costos de producción.....	47
CAPÍTULO V.....	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones .....	50
REFERENCIAS.....	51
ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa de la producción de cebada a nivel nacional .....	5
<b>Figura 2</b> Partes del grano de cebada. ....	7
<b>Figura 3</b> Mapa de ubicación de la investigación en la Granja “La Pradera” .....	17
<b>Figura 4</b> Diseño experimental empleado en el ensayo de cebada maltera, Chaltura, Imbabura .....	19
<b>Figura 5.</b> Características de la unidad experimental .....	20
<b>Figura 6</b> Variables de los estados fenológicos del cultivo de cebada.....	1
<b>Figura 7</b> Días de emergencia en el experimento de cebada maltera.....	2
<b>Figura 8</b> Días de Madurez fisiológica de la cebada maltera.....	3
<b>Figura 9</b> Número de macollas por planta para la evaluación de cebada maltera.....	4
<b>Figura 10</b> Volcamiento de cultivo de cebada maltera.....	5
<b>Figura 11</b> Escala modificada de Cobb para evaluación de royas .....	6
<b>Figura 12</b> Enfermedad Roya amarilla.....	6
<b>Figura 13</b> Escala de Saari-prescott (0-9) para evaluar severidad de enfermedades foliares en cebada .....	7
<b>Figura 14</b> Escaldadura de la cebada.....	7
<b>Figura 15</b> Escala de evaluación de mancha de red en cebada .....	8
<b>Figura 16</b> Enfermedad Mancha de red.....	8
<b>Figura 17</b> Escala de evaluación de Septoriosis.....	9
<b>Figura 18</b> Número de espigas efectivas de cebada maltera .....	9
<b>Figura 19</b> Rendimiento de la cebada maltera.....	10
<b>Figura 20</b> Calibre de grano de cebada .....	10
<b>Figura 21</b> Preparación del suelo para siembra del cultivo de cebada .....	11
<b>Figura 22</b> Siembra del experimento de cebada maltera.....	12
<b>Figura 23</b> Cosecha de experimento de cebada maltera.....	13
<b>Figura 24</b> Trilla de la cebada cosechada.....	13
<b>Figura 25</b> Gráfica de temperatura y precipitación a lo largo del cultivo de cebada maltera y los estadios de Zadoks .....	14
<b>Figura 26</b> Interacción días al espigamiento desde la fecha de siembra y manejo fitosanitario .....	17

<b>Figura 27</b> Días a la floración de las líneas estudiadas y el manejo aplicado .....	19
<b>Figura 28</b> Días a la maduración de las líneas de cebada estudiadas en Chaltura - Imbabura.	20
<b>Figura 29</b> Número de macollos por planta y líneas tratadas con y sin manejo fitosanitario en Chaltura – Imbabura .....	22
<b>Figura 30</b> Interacción entre líneas y tratamientos fitosanitarios para número de macollos establecidos .....	23
<b>Figura 31</b> Interacción entre línea y manejo fitosanitario de altura de planta.....	25
<b>Figura 32</b> Longitud de la espiga presente en las líneas de cebada y su interacción con el manejo fitosanitario. ....	26
<b>Figura 33</b> Número de granos por espiga presentes en las 18 líneas de cebada maltera, Chaltura – Imbabura. ....	28
<b>Figura 34</b> Número de espigas efectivas por metro lineal en el cultivo de cebada.....	29
<b>Figura 35</b> Peso de mil granos de las líneas de cebada vs el tratamiento fitosanitario .....	31
<b>Figura 36</b> Interacción para % de calibre del grano entre líneas de cebada y manejo, Chaltura - Imbabura.....	33
<b>Figura 37</b> Interacción líneas y Porcentaje de acame presente en líneas de cebada maltera evaluadas en Chaltura, Imbabura. ....	34
<b>Figura 38</b> Rendimiento alcanzado en líneas de cebada maltera evaluado en Chaltura, Imbabura .....	36
<b>Figura 39</b> Peso hectolitrito obtenido por las líneas evaluadas y su interacción con el manejo fitosanitario .....	37
<b>Figura 40</b> Porcentaje de severidad para roya amarilla que alcanzan las líneas de cebada maltera estudiadas .....	39
<b>Figura 41</b> Porcentaje de severidad para roya lineal en el experimento de cebada maltera evaluado en Chaltura, Imbabura. ....	40
<b>Figura 42</b> Porcentaje de severidad de la mancha de red en las líneas de cebada maltera.....	42
<b>Figura 43</b> Severidad de la escaldadura alcanzada en las líneas de cebada maltera estudiadas en Chaltura – Imbabura.....	44
<b>Figura 44</b> Severidad para el porcentaje de severidad de septoria en las líneas de cebada estudiadas en Chaltura – Imbabura. ....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Descripción taxonómica de la cebada.....	6
<b>Tabla 2</b> Extracción de nutrientes del cultivo de cebada para 2 y 3.5 Tn/ha.....	10
<b>Tabla 3</b> Niveles de nutrientes adecuados para cebada determinados mediante análisis foliares, en 25 a 50 hojas (cortadas de 10 a 15 cm superiores) antes del espigado .....	11
<b>Tabla 4</b> Materiales e insumos empleados en la investigación .....	18
<b>Tabla 5</b> Características y especificaciones del ensayo de Cebada maltera .....	20
<b>Tabla 6</b> Descripción de los germoplasmas a evaluar. ....	21
<b>Tabla 7</b> Los tratamientos fitosanitarios juntamente con las líneas de germoplasmas usadas en este ensayo se describen a continuación (tabla 7).....	1
<b>Tabla 8</b> Análisis de varianza de parcelas divididas para el ensayo de resistencia a enfermedades fúngicas de la cebada .....	1
<b>Tabla 9</b> Escala para determinar porcentaje de acame del tallo de cebada maltera .....	5
<b>Tabla 10</b> Análisis químico del suelo, requerimientos nutricionales de la cebada y época de aplicación .....	12
<b>Tabla 11</b> ADEVA para la variable días a la emergencia de la cebada.....	15
<b>Tabla 12</b> ADEVA para los días al macollamiento del cultivo de cebada .....	16
<b>Tabla 13</b> ADEVA para días al espigamiento del cultivo de cebada .....	16
<b>Tabla 14</b> ADEVA para días a la floración del cultivo de cebada maltera .....	18
<b>Tabla 15</b> ADEVA para la variable días a la maduración del cultivo de cebada evaluado.....	20
<b>Tabla 16</b> ADEVA para número de macollos por planta del cultivo de cebada .....	21
<b>Tabla 17</b> ADEVA para número de macollos establecidos del cultivo de cebada.....	23
<b>Tabla 18</b> ADEVA para altura de la planta del cultivo de cebada evaluado.....	24
<b>Tabla 19</b> ADEVA para longitud de la espiga en el cultivo de cebada.....	26
<b>Tabla 20</b> ADEVA para la variable “número de granos por espiga” para el cultivo de cebada, Chaltura - Imbabura .....	27
<b>Tabla 21</b> ADEVA para el número de espigas efectivas por metro lineal del cultivo de cebada .....	29
<b>Tabla 22</b> ADEVA para variable peso de mil granos de las líneas de cebada maltera .....	30
<b>Tabla 23</b> ADEVA para porcentaje de calibre de las líneas de cebada estudiadas .....	32
<b>Tabla 24</b> ADEVA para acame en las líneas de cebada maltera estudiadas en Chaltura - Imbabura .....	34
<b>Tabla 25</b> ADEVA para el rendimiento alcanzado en las líneas de cebada .....	35

<b>Tabla 26</b> ADEVA para la variable peso hectolítrico en las líneas de cebada maltera.....	36
<b>Tabla 27</b> ADEVA para la enfermedad Roya Parda en el cultivo de cebada.....	38
<b>Tabla 28</b> ADEVA para la severidad de roya lineal en el cultivo de cebada y el manejo fitosanitario .....	40
<b>Tabla 29</b> ADEVA para severidad de mancha de red en el cultivo de cebada y el manejo fitosanitario .....	41
<b>Tabla 30</b> Adeva para la severidad de en el cultivo de cebada y el manejo fitosanitario.....	43
<b>Tabla 31</b> Adeva para la severidad de septoria en el cultivo de cebada y el manejo fitosanitario .....	45
<b>Tabla 32</b> Matriz de correlación entre variables de rendimiento y el ataque de enfermedades	46
<b>Tabla 33</b> Correlaciones canónicas.....	47
<b>Tabla 34</b> Costo de producción de cebada maltera con fungicida.....	47
<b>Tabla 35</b> Costo de producción de cebada maltera sin fungicida.....	47
<b>Tabla 36</b> Ingresos estimados de líneas con mayor rendimiento.....	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Tabla de peso hectolítrico para cereales “Balanza tipo Schopper”.....	59
<b>Anexo 2</b> Análisis de suelo para lote de evaluación de cebada maltera .....	61
<b>Anexo 3</b> Costos de producción cebada maltera con la aplicación fitosanitaria.....	62
<b>Anexo 4</b> Costos de producción cebada maltera sin aplicación de fungicida.....	64
<b>Anexo 5</b> Líneas de cebada maltera que alcanzaron cifras prometedoras en cuanto a variables de rendimiento como tolerancia a enfermedades. ....	66
<b>Anexo 6</b> Selección de líneas promisorias las cuales, mediante repeticiones en ambos aspectos: de rendimiento y tolerancia a enfermedades. ....	67

**Título:** Respuesta agronómica de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con manejo fitosanitario en la granja experimental “La Pradera”, Chaltura - Imbabura”.

Sánchez Ronnie<sup>1</sup>, Chalampunte Doris PhD<sup>1</sup>, Cañarejo Magaly PhD<sup>1</sup>

Ing Mera Xavier Mcs<sup>2</sup>

Universidad Técnica del Norte<sup>1</sup>

Cervecería Nacional<sup>2</sup>

rdsanchezf@utn.edu.ec

## RESUMEN

La cebada es un cereal versátil, cultivado a nivel global debido a su adaptabilidad a diferentes condiciones agroclimáticas enfrentando desafíos como suelos salinos y baja precipitación. Su importancia radica en que es considerado un alimento nutritivo y es usada para la elaboración de cerveza. Ecuador, produce aproximadamente 13 674 t/año e importa miles debido a la calidad proteica insuficiente de las variedades locales, especialmente para la industria cervecera. Con apoyo de Cervecería Nacional y la Universidad Técnica del Norte se realizó una investigación consecutiva a la de (Caluguillín, 2023). Se evaluaron 16 líneas más dos testigos con el objetivo de determinar su rendimiento, tolerancia a enfermedades y su adaptabilidad en la zona de Chaltura. Se utilizó un diseño de bloques por parcelas divididas, donde 3 parcelas son tratadas con fungicidas y 3 sin fungicida. Para identificar las líneas promisorias se tomó en cuenta variables de rendimiento como calibre de grano, peso hectolitrico y tolerancia al ataque de enfermedades fungosas. Se identificó 3 materiales promisorios: 2IK16-1324, 2IK16-0899 y 2IK16-0821 en donde la línea 2IK16-1324 se destaca entre todas ya que alcanza un rendimiento de 3.98 t/ha, calibre de grano con 82.67% y una tolerancia notable a las enfermedades más violentas en el ensayo como: mancha en red y escaldaduras, con una severidad promedio de 6.29% independientemente del manejo fitosanitario. Las líneas prometedoras que se han elegido permiten la realización de investigaciones adicionales para confirmar su capacidad para adaptarse al entorno y generar los rendimientos deseados en una variedad de regiones de la sierra ecuatoriana.

**Palabras claves:** Adaptabilidad, rendimiento, calibre, tolerancia, fungicidas.

**Title:** Agronomic Response of 18 Malting Barley Lines (*Hordeum vulgare* L.) with Phytosanitary Management at the Experimental Farm "La Pradera," Chaltura - Imbabura.

Sánchez Ronnie<sup>1</sup>, Chalampunte Doris PhD<sup>1</sup>, Cañarejo Magaly PhD<sup>1</sup>

Ing Mera Xavier<sup>2</sup> Mcs<sup>2</sup>

Universidad Técnica del Norte<sup>1</sup>

Cervecería Nacional<sup>2</sup>

rdsanchezf@utn.edu.ec

## ABSTRACT

Barley is a versatile cereal, globally cultivated due to its adaptability to various agroclimatic conditions, facing challenges such as saline soils and low precipitation. Its significance lies in being considered a nutrient food and is used in beer production. Ecuador produces approximately 13 674 t per year but imports thousands due to the insufficient protein quality of local varieties, especially for the brewing industry. With the support of Cervecería Nacional and Universidad Técnica del Norte, consecutive research was conducted following (Caluguillín, 2023). Sixteen lines, plus two controls, were evaluated to determine their performance, disease tolerance, and adaptability in the Chaltura area. A split-plot design was used, with three plots treated with fungicides and three without fungicides. To identify promising lines, yield-related variables such as grain size, hectoliter weight, and tolerance to fungal diseases were considered. Three promising materials were identified: 2IK16-1324, 2IK16-0899, and 2IK16-0821, with 2IK16-1324 standing out as it achieved a yield of 3.98 t/ha, a grain size of 82.67%, and notable tolerance to the most severe diseases in the trial, such as net blotch and scald, with an average severity of 6.29%, regardless of phytosanitary management. The selected promising lines allow for further research to confirm their ability to adapt to the environment and achieve desired yields in various regions of the Ecuadorian highlands.

**Key words:** Adaptability, performance, size, tolerance, fungicides.

# CAPÍTULO I.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) procedente de Asia, ocupa el cuarto lugar de los cereales a nivel mundial con el 9.4% de la superficie total de cultivos de cereales. Su importancia radica en su fácil adaptación agroecológica, ya que puede cultivarse en zonas templadas, y zonas tropicales (Laiton y Pulido, 2020).

La producción de cebada en la región andina registra a países como Chile con una producción de 151 170 ha, Perú con 146 610 ha, Bolivia con 55 700 ha y Ecuador con 19 500 ha, misma que se realiza en pequeñas superficies agrícolas y en zonas de baja precipitación, suelos salinos y toxicidad de aluminio (Lema et al., 2017).

Además, el INEC-ESPAC afirma que, el Ecuador dedica 10 124 hectáreas con una producción anual de 13674 T para el 2018. Mientras que, el 88.3% de esta cifra es utilizada principalmente para la alimentación humana. Por otro lado, la industria cervecera importa alrededor de 30 000 toneladas de cebada/año ya que las variedades cultivadas en el país no cumplen con el requerimiento proteico (menor al 12%). El cultivo de cebada se encuentra distribuido en todas las provincias de la Sierra, pero la de mayor producción es Chimborazo (18000 ha) seguido de Cotopaxi 2640 ha (INIAP, 2022).

Asimismo, se destacan investigaciones nacionales, como la llevada a cabo por Caluguillín en 2022, cuyo propósito fue la selección de materiales prometedores de cebada maltera. Esta selección se basó en una evaluación agronómica de líneas procedentes del banco de germoplasmas de ABInBev, que incluye variedades como 21K16-0665, 21K16-0671, 21K16-0735, 21K16-0804, 21K16-0813, 21K16-0816, 21K16-0821, 21K16-1239, 21K16-0876, 21K16-0899, 21K16-1317 y 21K16-1329. Estas variedades serán empleadas en el presente proyecto de investigación.

En el experimento, se identificaron 30 materiales prometedores, con ejemplos destacados como L58, L92, L21 y L138. Estas variedades exhibieron una variabilidad en características clave, como el número de macollos (entre 5 y 10), la densidad de espigas por metro cuadrado (en un rango de 330 a 550), el peso de 1000 semillas (entre 38 y 40 gramos), y el peso hectolítrico (60 a 66 kg/hl).

## 1.2. Problema de investigación

Ecuador, siendo un productor de cebada, enfrenta problemas con los estándares de calidad de su cebada maltera en términos de contenido proteico y resistencia a enfermedades fúngicas, lo que ha llevado a un aumento en las importaciones de cebada. En el año 2017, las importaciones de cebada y malta en Ecuador alcanzaron 16 541 toneladas y representaron una inversión de más de 8 millones de dólares (FAO, 2018). En el país no existía una variedad de cebada la cual cumpla con los estándares de calidad de los granos malteros, particularmente el contenido de proteína inferior al 12%, sin embargo, en el año 2021 el INIAP lanzó su variedad de cebada maltera llamada INIAP – ALFA reuniendo características deseables como en color, humedad, índice de llenado entre otras, así mismo existen aspectos indeseables como el bajo índice de peso hectolítrico, variable que es muy determinante en la industria cervecera.

Otras limitaciones para la producción de cebada maltera en Ecuador son las enfermedades como la roya amarilla (*Puccinia striiformis f. sp. hordei*) y roya de la hoja (*Puccinia hordei*) que afectan significativamente el rendimiento, provocando pérdidas de hasta 100% de la cosecha (Rodríguez y Gonzales, 2020).

## 1.3. Justificación

Los estándares de calidad del grano de cebada para un fin cervecero resultan muy específicos y elevados por lo que es necesario realizar un análisis de las diferentes variedades de cebada maltera bajo distintas condiciones y manejos, para de esta manera tener una idea más acertada acerca del desarrollo del cultivo y posible selección de materiales promisorios (Solano, 2019).

Esta investigación busca solventar la necesidad de desarrollar variedades de cebada maltera resistentes a enfermedades y con alto rendimiento, ofreciendo un procedimiento eficiente, económico y respetuoso con el medio ambiente y para la industria cervecera. La realización tuvo lugar en la granja experimental "La Pradera" en Imbabura, con el respaldo de Cervecería Nacional, de tal modo que este proyecto es la continuación de una evaluación previa que incluyó 144 líneas de cebada maltera, de las cuales se seleccionaron 16 junto con dos variedades para la investigación actual, un total de 18. El estudio se enfoca en el desarrollo fenológico, el rendimiento y la calidad del grano, así como en la evaluación del estado fitosanitario, incluyendo la severidad de enfermedades bajo dos condiciones de manejo: con y sin aplicación de fungicida, un aspecto que no se abordó en la investigación anterior.

El fin de esta investigación es encontrar genotipos de cebada maltera que sean adecuados para la zona de estudio y que posean características óptimas en términos de desarrollo, producción y resistencia a enfermedades. La idea es identificar variedades menos susceptibles con el propósito de impulsar la producción local de cebada maltera que satisfaga las demandas de la industria cervecera en cuanto a calidad y cantidad, reduciendo así la dependencia de importaciones y fortaleciendo tanto a la industria como a los pequeños

productores. Esto también contribuirá a disminuir los costos asociados a la importación de materiales para la producción de cerveza en el futuro.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo General***

Evaluar agronómicamente 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con manejo fitosanitario en la Granja Experimental “La Pradera” Chaltura- Imbabura.

### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- Comparar el rendimiento y calidad del grano de las 18 líneas de cebada maltera para la selección de materiales promisoros.
- Determinar la incidencia y severidad de enfermedades en las líneas de cebada maltera bajo diferentes manejos.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio para la producción de cebada maltera.

## **1.5. Hipótesis o preguntas directrices**

### ***1.5.1. Hipótesis nula***

Las líneas de cebada maltera no muestran respuesta agronómica al manejo fitosanitario se adapta a las condiciones agroclimáticas y no tiene respuestas fitosanitarias en la granja experimental “La Pradera” Imbabura.

### ***1.5.2. Hipótesis alternativa***

Al menos una línea de cebada maltera se adapta a las condiciones agroclimáticas y tiene respuesta fitosanitaria en granja “La Pradera” Imbabura.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Importancia social y económica en el Ecuador

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es considerada de los cultivos más importantes de la Sierra ecuatoriana, una de las provincias con mayor producción es Chimborazo con 18000 hectáreas de producción a nivel nacional seguida de Cotopaxi con 10000 ha, importante señalar que esta es cultivada en las comunidades indígenas para su autoconsumo en productos como arroz de cebada y harina, y los excedentes son comercializados para obtener ingresos económicos (INIAP, 2014).

#### 2.2. Origen y distribución de la cebada

La cebada se identifica como uno de los cultivos precursores de la agricultura antigua, los primeros granos de cebada fueron localizados en Mesopotamia siendo domesticado aproximadamente del 8000 A.C. Esta al crecer se extendió por zonas como Finlandia, Tibet, Marruecos y Asia Central, se identificó que la cebada creció en altura de 500 m.s.n.m. en India y en los Andes Ecuatorianos por sobre los 3000 m.s.n.m (Ponce et al., 2019).

En cuestión de producción mundial este cultivo es considerado como el quinto cereal más importante, denotando mayor porcentaje de manufactura de entre 50 a 70% en Europa, es decir un promedio de noventa millones de t/año. Mas sin embargo es importante mencionar que fuera de este continente solo Canadá, Australia y Estados Unidos reúnen entre los tres un 17% de producción mundial de la misma, logrando entrar en el ranking de los diez principales productores de cebada (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010).

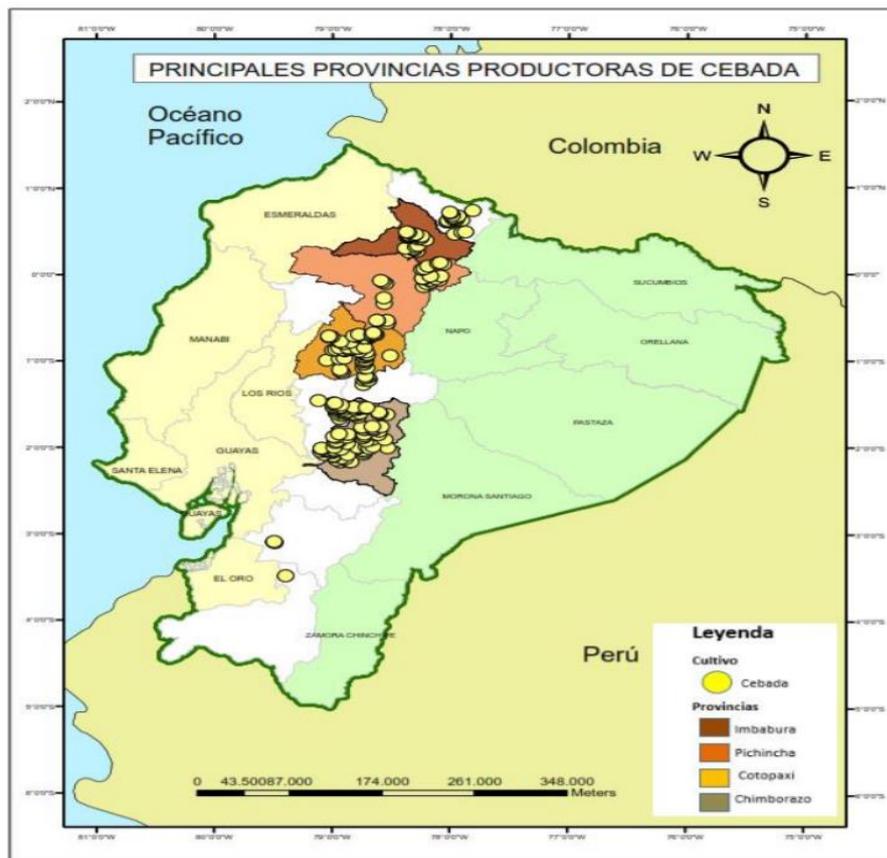
En la región andina de América del Sur este cereal cumple la gran función de alimentar a sus habitantes, uso en pastoreo, elaboración de heno y ensilaje, esta región que está conformada por países como Ecuador, Bolivia, Chile, Perú y Colombia, donde a pesar de tener condiciones marginales con altitudes cercanas a los 4000 m.s.n.m., además de zonas de baja precipitación, suelos salinos y con toxicidad de aluminio se llevan a cabo pequeñas producciones para los usos antes mencionados con la excepción de Chile que también produce malta a partir del cultivo (Ponce et al., 2019).

En Ecuador este cultivo se presenta en tiempos de la conquista Española, después del maíz es considerado el cereal más distribuido en la zona interandina, dentro de su consumo un 40% es destinado para alimentación humana, otro 40% para la industrialización como la producción de malta y cerveza y un 20% como alimento de animales o forraje, según estadísticas del INEC-ESPAC en 2018 este cultivo distribuido en todo el país cubrió una superficie de 10 124 hectáreas produciendo anualmente 13 674 toneladas (Coronel y Jiménez, 2011).

En la figura 1 se puede apreciar las principales provincias productoras de cebada en Ecuador son Cotopaxi (2640 ha), Carchi (2419 ha), Pichincha (1197 ha) e Imbabura (976 ha), en 2018 el cultivo de cebada abarcaron una superficie de 10 124 ha, de las cuales se cosecharon 9 479 con un total de 13 674 toneladas a nivel nacional, siendo la provincia con mayor producción Pichincha con 16.41% de la producción total, Cotopaxi 13.04%, Imbabura 11.7% y Chimborazo 10.93% (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019).

**Figura 1**

*Mapa de la producción de cebada a nivel nacional*



**Fuente:** Coque (2020).

**2.3. Descripción taxonómica**

Conforme a la investigación realizada por Cajamarca y Montenegro (2015), se puede observar en la tabla 1 la descripción detallada de la taxonomía de la cebada. En dicha tabla, se presentan aspectos clave que caracterizan esta planta, lo que brinda una comprensión más profunda de su clasificación y características botánicas.

**Tabla 1***Descripción taxonómica de la cebada*

<b>Taxonomía</b>			
<b>Reino:</b>	Plantae	<b>Familia:</b>	Poaceae
<b>Subreino:</b>	Tracheobionta	<b>Subfamilia:</b>	Pooideae
<b>Superdivisión:</b>	Spermatophyta	<b>Tribu:</b>	Triticeae
<b>División:</b>	Magnoliophyta	<b>Género:</b>	<i>Hordeum</i>
<b>Clase:</b>	Liliopsida	<b>Especie:</b>	<i>vulgare</i> L.
<b>Subclase:</b>	Commelinidae	<b>Nombre científico:</b>	<i>Hordeum vulgare</i> L.
<b>Orden:</b>	Cyperales	<b>Nombre común:</b>	Cebada

**Fuente:** Cajamarca y Montenegro (2015).

## 2.4. Descripción botánica

### 2.4.1. Raíz

Tiene dos tipos de raíces; seminales y adventicias. Las primeras se desarrollan desde la germinación a la etapa de macollaje. Las raíces adventicias o de la corona, aparecen con el macollamiento y cumplen con la función de anclar la planta y proporcionar agua y nutrientes. Las raíces contienen un sistema radicular fasciculado, fibroso, de poco profundo de hasta 1.20 m, se concentra en los primeros 20 a 30 cm del suelo, y en circunstancias favorables puede llegar alcanzar de 50 a 100 cm de profundidad (Quelal, 2014).

### 2.4.2. Tallo

Es una caña hueca alargada, que consta de dos estructuras (nudos y entrenudos), los nudos sólidos y los entrenudos huecos, en el caso de los entrenudos pueden ser 7 u 8, suelen ser más alargados a medida que el tallo crece de la región basal, presenta también un tallo principal y macollos, el número de macollos varía en cada plata, cada uno de estos macollos produce una espiga, cabe mencionar que el macollamiento depende de las condiciones ambientales y prácticas culturales (Paladines, 2007).

### 2.4.3. Hojas

Presenta hojas lineales, lanceoladas y compuestas de una vaina, lamina, lígula y dos aurículas con un ancho que varía entre 5 a 15 mm, posteriormente las vainas envuelven el tallo completamente, son cintiformes, paralelinervias terminadas en punta, estrechas y de color verde, en la parte donde el limbo se separa del tallo, se desarrollan dos estípulas (aurículas) entrecruzándose por delante del tallo y una corta lígula dentada, aplicada contra este (Caluguillin, 2023).

### 2.4.4. Flor

Designada como flor perfecta, puesto que posee elementos reproductivos masculinos y femeninos, que permiten su polinización en la estructura que envuelve la flor, aunque las

anteras salen debido al calor del ambiente, el polen pasa a fecundar a los óvulos de la misma flor (Ponce y Molina, 2015).

#### 2.4.5. Inflorescencias

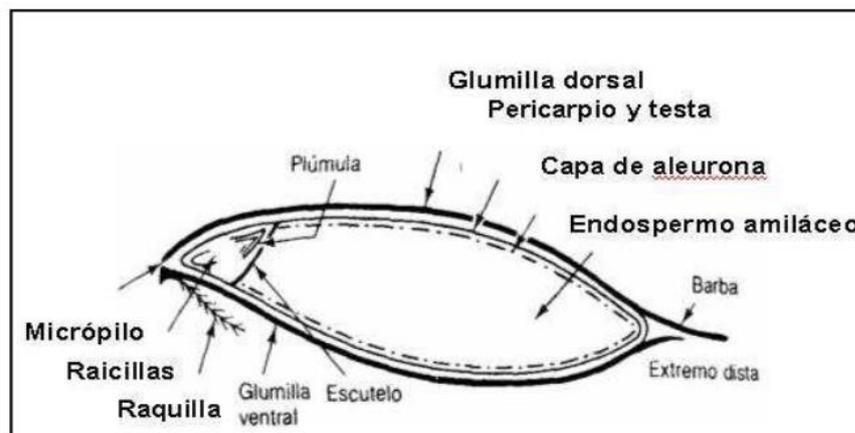
Existe una agrupación de flores para formar una espiga, donde cada espiga consta de un eje central o raquis compuesto de nudos, entrenudos y de las espiguillas, que son tres por nudo de raquis, las espiguillas son la unidad morfológica básica y van dispuestas de forma alterna a ambos lados del raquis, están compuestas de dos glumas y de flores, este número depende del genotipo, en el caso de todas las espiguillas del nudo son fértiles se origina una espiga de seis hileras, si solo son fértiles las espiguillas centrales, en cada nudo se originara una espiga de dos hileras (Velasco et al., 2020).

#### 2.4.6. Grano

También conocido como cariósipide oval, son secos, de forma ahusada más grueso en el centro y disminuye a los extremos, indehiscentes, se caracteriza porque el pericarpio del fruto está adherido a la envoltura de la semilla, y formado por las envolturas de la semilla, el embrión, la aleurana y el endospermo, puede ser desnudo; puede ser de color blanco, amarillo, azul, negro, etc (Velasco et al., 2020). En la figura 2 se observa los componentes mencionados de la semilla de cebada.

### Figura 2

*Partes del grano de cebada.*



Fuente: Alpusig (2012).

## 2.5. Etapas fenológicas del cultivo

### 2.5.1. Germinación

La semilla necesita reunir un número de condiciones tanto externas como internas para poder germinar, en cuanto a las externas esta debe disponer de agua y además poseer una temperatura adecuada de entre los 34 a 36 °C, y además la presencia o ausencia de luz ya que algunas solo emergerán en presencia de la luz, luego de la semilla absorber la humedad necesaria emerge la primera raíz (radícula), creciendo descendentemente

proveyendo anclaje, absorción de nutrientes y desarrollo de ramas laterales; otras raíces formaran un sistema de raíces que seguido de la emergencia de la radícula se observara los brotes de primera hoja principal; en cuanto a las condiciones intrínsecas se debe evaluar su viabilidad y poder germinativo claro esto dependerá de la especie y condiciones de conservación que se hayan realizado (De la Cuadra, 2018).

### **2.5.2. Producción de hojas**

Al emerger la plántula aparecerá la primera hoja ya que el coleóptilo deja de alargarse, seguidamente más hojas ya aparecerán cada tres a cinco días, entonces cuando la planta ya haya producido de dos a tres hojas el ápice pasara fase vegetativa y con ello el inicio de la formación de la espiga embrionaria. Al aparecer de ocho a nueve hojas se formará el tallo principal y en maduración tardía habitualmente se formarán más hojas (Yzarra y Francisco, 2011).

### **2.5.3. Macollamiento**

Al poseer la plántula tres a cinco hojas inicia la activación de las yemas ubicadas en las axilas de las hojas y con esto su capacidad de macollar, en plantas de cebada es un proceso idóneo e indispensable para la adaptación al cambio climático cambiante. Factores que intervienen en el macollamiento son: el genotipo, densidad de siembra, nutrientes, temperatura y agua, si estos factores son favorables y la densidad de siembra reducida se aumentará el número de macollos en planta, sin embargo, si estas condiciones cambian y el nivel de nitrógeno es alto en el suelo disminuirán las mismas (Molina et al., 2019).

### **2.5.4. Encañado**

A las tres o cuatro de nacimiento de la planta los entrenudos superiores del tallo comienzan a alargarse, desplazando la espiga embrionaria sobre la superficie del suelo, a medida que los entrenudos se alargan la espiga sigue desarrollándose sobre el último nudo del tallo (Industry y Investment, 2010).

Cuando aparece el primer nudo es señal de que el encañado está iniciando y además se puede observar la futura espiga que se encuentra justo sobre el nudo, con un tamaño de 5mm aproximadamente. Rápidamente se producirá crecimiento de los tallos los cuales se estructuran en base a la formación de los nudos y entrenudos (Caluguillin, 2023).

### **2.5.5. Espigamiento y floración**

Para Aldaba (2013) cuando la espiga emerge es porque se ha dado una emergencia completa de la vaina de la hoja bandera en el 50% de la población formándose la espiguilla apical. El autor explica que el inicio de la floración se da en las florecillas centrales de la espiga y continuando tanto hacia arriba como hacia debajo de la misma. A continuación, el acercamiento a la antesis, lodículos de la base del ovario se hincha, se abre la flor y filamentos se alargan, a medida que emerge la flor las anteras emergen, esparciéndose polen sobre el estigma, podría presentarse una polinización cruzada si se abre la flor antes de que dichas anteras derramen el polen.

### **2.5.6. Formación del grano**

León (2010) señala que los granos inician su desarrollo en el momento en que el polen se forma y se produce la emergencia de la espiga, al darse la fecundación del ovario aumentara su tamaño y relleno paulatinamente la cavidad que da forma a las glumillas, lo primero que se establece es su longitud y luego su anchura como consecuencia de la continua aportación de fotostatos provenientes de áreas verdes que aún están activas fotosintéticamente; sus primeros periodos de desarrollo se nombran como estado acuoso u lechoso durando aproximadamente diez días, simultáneamente tanto el grosor como la densidad del grano comienza a incrementarse hasta llegar a su máximo no se dará más acumulación de materia seca y habrá alcanzado su madurez fisiológica, a continuación, ira perdiendo su humedad lo que a su vez reducirá su peso total hasta llegar a un contenido de humedad de 10 a 12%, estando listo para cosechar.

### **2.5.7. Indicadores de la maduración de la cebada**

La pérdida total del color verde de las glumas y del pedúnculo es un indicador de madurez, además de que la humedad del grano disminuye hasta un treinta o cuarenta por ciento y ya no se acumulara más materia seca adicional, determinándose en este momento el rendimiento porcentual final. Como indicador en campo la humedad deberá haber disminuido de un trece a catorce por ciento lo que permitirá saber que está listo para el trillado (León, 2010).

## **2.6. Requerimientos Edafoclimáticos**

La altitud requerida para el desarrollo de la cebada es desde los 2 400 a 3 400 msnm, demanda precipitaciones de entre 400 a 600 mm durante el ciclo, la temperatura idónea se determina entre 12 a 20 °C, adaptándose a toda clase de suelo, sin embargo, de preferencia en suelo profundos y con buen drenaje que evite encharcamientos, su pH debe estar entre 6.5 a 7.5 (INIAP, 2014).

## **2.7. Manejo del cultivo**

La cebada es uno de los 10 cultivos más sembrados al rededor del mundo. Se trata de un cereal que se adapta a múltiples condiciones tanto hídricas como de suelo siendo los más adecuados suelos francos no muy compactos y ligeramente calizos (Calvo, 2020).

### **2.7.1. Preparación del terreno**

Después de un análisis del suelo a una profundidad de 30 cm con las comprobaciones pertinentes tanto de superficie de agua como de estructura es necesario que con dos meses de anticipación maquinaria como tractor realice un pase de arado y dos de rastra para que las malezas se incorporen al suelo (Taylor y Umbaque, 2019).

### **2.7.2. Siembra**

El método ocupado para la siembra es manual al voleo, esta debe ser en temporada donde se inicia la época de lluvia para hacer coincidir a la cosecha en época seca. Para evitar

el ahogamiento y muerte de las plántulas se debe tomar en cuenta profundidad no mayor a 5cm (Taylor y Umbaque, 2019).

### 2.7.3. Semilla

Los factores que hay que tomar en cuenta para utilizar la semilla y que sea de calidad son la capacidad de germinación al menos de 95% libre de malezas e impurezas; la densidad del grano referente al peso generado por 1000 semillas, los más voluminosos requerirán mucho más producto y finalmente las enfermedades transmitidas por dichas semillas como: *helminthosporiosis*, *rhynchosporium*, así como también tizón de plántulas causadas por hongo *Microdochium nivale*, *ergot* y carbón suelto de la cebada (Taylor y Umbaque, 2019).

### 2.7.4. Cantidad de semilla

En cuanto a la calidad de semilla de cebada se consideran 135 kg/ha como el equivalente apropiado para la siembra (Taylor y Umbaque, 2019).

### 2.7.5. Fertilización

Un grano destinado a este proceso, además de tener en promedio las siguientes especificaciones Proteína en sustancia seca entre 10 y 12%, calibre del grano mínimo 90% sobre malla 2.5 mm, densidad del grano mínimo 67 kilogramos por hectolitro y energía germinativa a las 72 horas mínimo 98% (Caluguillin, 2023).

Según Calvo (2020) para la fertilización hay que tomar en cuenta contextos climatológico y edafológico, rotación del cultivo con un objetivo determinado de uso, particularmente en la cebada cervecera al caracterizarse por un bajo contenido de nitrógenos y dominante en almidón se requiere de un cuantioso abastecimiento de potasio y fósforo.

**Tabla 2**

*Extracción de nutrientes del cultivo de cebada para 2 y 3.5 Tn/ha*

<b>Rendimiento (Tn/ha)</b>	<b>N (kg/ha)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/ha)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (kg/ha)</b>	<b>MgO (kg/ha)</b>	<b>S (kg/ha)</b>
2	52	48	48	10	8
3.5	90	84	84	17	14

**Fuente:** Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural- AGRO RURAL (2018).

Dependiendo de la finalidad del cultivo serán las dosis de abono en este caso se debe disminuir dosis de nitrógeno solo se realizan aplicaciones en la primera mitad con la siembra y la segunda al final del macollamiento. En el caso del fosforo y potasio elementos mayores sus dosis dependerán de cuan fertilizado ya este el suelo, se aconseja por lo general 60kg de N, 60kgP, 30kg de P y 20 kg de Azufre. Con esto después del macollamiento de 30 a 45 días después de la siembra, además de 50kg/ha de urea al voleo (Taylor y Umbaque, 2019) en la tabla 3 se observan las dosis adecuadas.

**Tabla 3**

*Niveles de nutrientes adecuados para cebada determinados mediante análisis foliares, en 25 a 50 hojas (cortadas de 10 a 15 cm superiores) antes del espigado*

<b>Nutriente</b>	<b>Cebada</b>
Nitrógeno (N)%	1.75 – 3.00
Fósforo (P)%	0.20 – 0.50
Potasio (K)%	1.5 – 3.00
Calcio (Ca)%	0.30 – 1.20
Magnesio (Mg)%	0.15 – 0.50
Azufre (S)%	0.15 – 0.40
Hierro (Fe) ppm	-
Manganeso (Mn) ppm	25 – 100
Boro (B) ppm	-
Cobre (Cu) ppm	5 – 25
Zinc (Zn) ppm	5 – 70
Molibdeno (Mo) ppm	11.00 - 0.18

**Fuente:** Agricultura Razonable (2018).

### **2.7.6. Manejo de arvenses**

Para Taylor y Umbaque (2019) el Metsulfurón metil, es el más recomendado en dosis de 10g/h por 20 o 30 días después de la siembra u otra forma es manualmente por medio del deshierbe antes tomando en cuenta factores como que el cultivo no tenga más de 45 o 50 días.

### **2.7.7. Cosecha**

Existe un ciclo vegetativo de alrededor de 150 días, entendido desde su germinación hasta su madurez fisiológica, representada en una espiga con granos secos, amarillos y llenos de almidón., además de la humedad del grano cosechado debe tener como máximo 18% de humedad. La manera en que se realiza esta actividad en la sierra ecuatoriana es manual, con la ayuda de una hoz para los cortes de espigas y formación de gavillas para ser agrupadas. Se debe tener muy en cuenta las épocas secas para que el grano pueda conservarse en buenas condiciones de almacenamiento (Taylor y Umbaque, 2019).

### **2.7.8. Almacenamiento**

Como ya se había mencionado con anterioridad, la semilla debe ser conservada en un lugar seco, ventilado y con impedimento de ingreso de roedores que puedan dañar el

producto, el contenido de humedad con el que se debe almacenar es de 13% en temperaturas de 18°C a 38°C, siendo los 18 los más recomendables (Taylor y Umbaque, 2019).

## **2.8. Enfermedades**

Entre las enfermedades más importantes que atacan a la cebada se encuentran las royas o polvillo, las cuales causan pérdidas en los rendimientos y daños en la calidad del grano (Coronel y Jiménez, 2011).

### **2.8.1. Roya amarilla**

Producida por el hongo *Puccinia striiformis sp hordei* aparece como líneas amarillas en las epidermis de las hojas, además ataca las glumas, al contacto con los dedos desprenden las uredospóras en forma de polvo amarillo. Posteriormente aparecen otras manchas pardo-negruzcas (teletosoros) recubiertas por la epidermis (Taylor y Umbaque, 2019).

### **2.8.2. Roya de la hoja**

También conocida como roya parda generada por el hongo *Puccinia hordei*, que surge en forma de pústulas pequeñas de color amarillo parduzco ladrillo sobre las hojas de las plantas. El hongo permanece generalmente en los residuos de cosecha, se esparce por el viento permanentemente y ataca a los nuevos cultivos (Taylor y Umbaque, 2019).

### **2.8.3. Mancha de red**

Producida por (*Drechslera teres* Sacc.) etiológicamente es un hongo necrotrófico., presentándose desde la etapa de vegetación hasta la cosecha, esta enfermedad puede producir pérdidas en el rendimiento hasta el 20% disminuyendo el peso y cantidad de grano por metro cuadrado (Moya y Sisterna, 2012).

### **2.8.4. Escaldadura**

Es una enfermedad producida por el hongo (*Rhynchosporium secalis*) etiológicamente necrótico. Puede producir pérdidas del 10 al 15 %. Las lesiones se presentan en la hoja y generalmente tiene forma de ojos elongados de centro blanco pálido a gris y sus bordes son oscuros de forma oblicua (González et al., 2022).

Resulta ser un hongo que afecta principalmente al trigo, pero también se observan daños, aunque menores en otras especies de gramíneas como cebada, centeno, triticale. entre otras. El agente causal es el hongo (*Zymoseptoria tritici*) etiológicamente necrotrófico hemibiotrófico. Las pérdidas generalmente son del 20% afectando el peso y el número de granos por metro cuadrado (González y Moreira, 2020)

## **2.9. La cerveza en el Ecuador**

Según Navarrete (2016) la primera cervecería del país fue fundada en 1566 la cual tenía en nombre de “San Francisco”, la cual estaba ubicada en un convento del mismo nombre en la ciudad de Quito. En el año 1887 se fundó Cervecería Nacional, la cual es la

primera compañía dedicada a la elaboración y comercialización de moderación y refrescos en Ecuador.

## **2.10. Características de la calidad del grano para su comercial de la cebada cervecera**

Para un grano ser considerado de buena calidad debe presentar una buena apariencia, olor, tamaño, ausencia de flacidez, otros criterios que se toman en cuenta también es la concentración de proteína, humedad, porcentaje de germinación, entre otras (Coque, 2020).

### **2.10.1. Peso hectolítrico del grano**

Hace referencia a la densidad aparente, lo que quiere decir el peso del grano por unidades de volumen, por lo tanto, a forma y la uniformidad del tamaño del grano además de la densidad del grano determinan por su estructura biológica y composición química son factores que influyen en el peso hectolítrico (Caluguillin, 2023).

### **2.10.2. Germinación**

Los granos deben presentar de poco a nulo letargo, tener una buena capacidad de absorción de agua, germinación rápida y uniforme, con una mínima pérdida de peso por respiración y emisión de raicillas y plúmula (Tocho, 2010).

### **2.10.3. Forma y tamaño**

Granos redondeados presentan una uniformidad de la distribución de las enzimas y su transformación, mejorando la disolución y por ende el extracto, es por ello importante la clasificación del grano según su tamaño, debido a que su comportamiento es completamente diferente en el remojo y la germinación (Florez, 2018).

### **2.10.4. Porcentaje de cáscaras**

Este porcentaje representa una gran influencia en el rendimiento en extracto de malta obtenida, esto debido a que se solubiliza muy poca materia seca en el mosto, lo que ayuda a la filtración de este, sin embargo, las sustancias que se solubilizan son perjudiciales al gusto o estabilidad de la cerveza, también se debe tener en cuenta que el grano no presente más del 7 a 9% de glumelas (Florez, 2018).

### **2.10.5. Contenido de almidón**

El grano debe presentar un alto contenido de almidón, para asegurar un elevado valor energético indicio de un buen rendimiento en extracto (Coque, 2020).

### **2.10.6. Color**

De preferencia el grano debe ser de color amarillento claro, en el caso de presentar manchas o decoloraciones indican que la cebada fue expuesta a un clima húmedo y dichas manchas se relacionan con una invasión de bacterias u hongos (Laureano, 2020).

### ***2.10.7. Contenido de proteína***

Un grano con un alto contenido de proteínas puede reducir la cantidad de azúcares fermentables producidas durante la molienda, mientras que un contenido bajo podría significar que hay pocos aminoácidos en solución para el metabolismo de la levadura (Coque, 2020).

### ***2.10.8. Humedad***

Para conservar la cebada se debe tener en cuenta una humedad del 13% en periodos cortos, mientras que para periodos más largos la humedad no debe exceder el 12%, con una temperatura de 10 a 20 °C (USDA, 2016).

### ***2.10.9. Pureza varietal***

La falta de homogeneidad puede provocar dificultades de elaboración y una malta menos uniforme, esto debido a que los diversos genotipos se comportan de formas diferentes durante el malteado, especialmente en la absorción de agua durante el remojo, siendo un factor importante para el rendimiento de la maltería y la elaboración de cerveza (Coque, 2020).

## **2.11. Cebada maltera**

### ***2.11.1. Descripción varietal de la cebada maltera***

Una variedad de cebada de alta calidad maltera debe poseer características físicas y bioquímicas como un grano grueso y redondeado de tamaño uniforme, de color amarillo, con una cascarilla fina y rizada, libre de infecciones de microorganismos, en el caso de las características bioquímicas debe presentar una baja capacidad de letargo y buena capacidad de absorción de agua, también debe germinar uniformemente y un tiempo mínimo, produciendo la mayor cantidad de malta posible por unidad de peso de cebada (Amaguaña, 2022).

## **2.12. Características fundamentales que debe reunir una variedad para ser elegida**

Según Amaguaña (2022) menciona que entre las características fundamentales es necesario tener en cuenta la productividad, rendimiento, precocidad y factores de calidad para elegir una variedad a conveniencia del productor.

### **2.12.1. Productividad**

La productividad dependerá de los suelos y el clima en que se va a cultivar la cebada, es por ello por lo que la variedad a sembrar debe ser capaz de presentar la mejor producción en suelo pobre y en ambientes áridos, es por ello que un factor importante a tomar en cuenta será la rusticidad cuando vaya a cultivarse en secado.

### **2.12.2. Factor de regularidad de los rendimientos**

Entre estos factores que verifican el rendimiento se encuentran los siguientes:

- **Precocidad:** un factor que debe ser tomado muy en cuenta, ya que la cebada es muy precoz, pero se presentan diferencias sensibles entre variedades, es por ello preferible cultivar la variedad más precoz posible, ya que una adecuada precocidad permitirá una mayor resistencia a la sequía.
- **Encamado:** factor que es indispensable que se tome en cuenta, en tierras con suficiente fertilidad, en años lluviosos, el encamado puede producir disminución de la cosecha y presentar problemas en la recolección.
- **Resistencia a enfermedades y otros accidentes:** la variedad debe presentar una mayor resistencia a las enfermedades, esto tomando en cuenta que la cebada continuamente está expuesta a un gran número de microorganismos.

### 2.12.3. Factor de calidad

Se debe tomar en cuenta que sea de ciclo anual, debe producir las plantas más vigorosas, con las mejores características y de gran calidad.

### 2.13. Clasificación varietal de la cebada

Según Martínez et al. (2017) mencionan que en el mundo existen más de 1300 variedades de cebada entre las naturales y alteradas, dentro de estas especies se distinguen dos formas, por el número de espiguillas que quedan en cada diente del raquis (eje principal de la espiga), y también por los granos en los nudos de la cabeza, también se consideran las características morfológicas y anatómicas para poder distinguir las distintas variedades dentro de esta especie.

Ecuador produce distintas variedades de cebada, en las cuales las espigas presentan un ordenamiento de dos y seis hileras principalmente, cada una de estas variedades presenta distinta calidad para su propósito final (INIAP, 2022).

Las dos cebadas presentan buenos resultados en fermentación, esto debido a que en promedio contienen entre un 60 y 65% de almidón y un 10% de proteína, en el caso de la cebada de dos hileras presenta un mayor rendimiento en almidones (alto contenido de alcohol), para el caso de la cebada de seis hileras esta presenta más eficiencia en actividad enzimática diastásica (macerado más efectivo) (Suárez, 2013).

### 2.14. Análisis económico

Para Hidalgo (2016) dentro de su investigación en Apan la cebada maltera de temporal modalidad alta producción es rentable, con un ingreso total de \$14 163 el cual incluye la venta de subproductos como pacas de cebada y la transferencia del PROCAMPO de \$963/ha, un costo total de \$9 735 y una ganancia de \$4 428/ha.

Dentro de los costos de producción, los insumos comerciables representan 36.4 %, los factores internos el 19.6 %, los insumos indirectamente comerciables (tractor e implementos) el 41.6 % y la administración y servicios el 2.5 %.

En cuanto a la rentabilidad económica o eficiencia, se obtiene un ingreso total de \$21 810 por ha, un costo de \$15 746 y una ganancia neta de \$6 064, considerando un pago a la tierra de \$2 000 por ha. El ingreso se obtiene multiplicando el rendimiento por el precio

paritario de importación de la cebada, estimado con tipo de cambio de equilibrio, el cual es de \$6 870 por 3 t de rendimiento obteniendo \$20 610. El costo incluye el precio paritario de importación de algunos insumos agrícolas (Hidalgo, 2016).

## 2.15. Marco legal

Dentro del Plan creación de oportunidades 2021-2025, la presente investigación se enmarca en los objetivos señalados a continuación:

- **Objetivo 3.** Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícolas, industria, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular.
- **Política 3.1** Mejorar la competitividad y productividad agrícola, acuícola, pesquera e industrial, incentivando el acceso a infraestructura adecuada, insumos y uso de tecnologías modernas y limpias.
- **Política 3.2** Impulsar la soberanía y seguridad alimentaria para satisfacer la demanda nacional.
- **Política 3.3** Fomentar la asociatividad productiva que estimule la participación de los ciudadanos en los espacios de producción y comercialización.

Por otro lado, la Constitución de la República del Ecuador – 2008 dentro de la Sección segunda Biodiversidad destaca con el Art. 400 donde se indica que el Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país. En esta misma norma jurídica, en el Capítulo tercero de Soberanía alimentaria, el Art. 281 especifica que esta constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Para ello, señala como responsabilidad del Estado:

- Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.
- Adoptar políticas fiscales, tributarias y arancelarias que protejan al sector agroalimentario y pesquero nacional, para evitar la dependencia de importaciones de alimentos.
- Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiada para garantizar la soberanía alimentaria.

Continuando con el Art. 284 sobre la política económica se cuenta los objetivos:

- Incentivar la producción nacional, la productividad y competitividad sistémica, la acumulación del conocimiento científico y tecnológico, la inserción estratégica en la economía mundial y las actividades productivas complementarias en la integración regional.
- Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.

# CAPÍTULO III

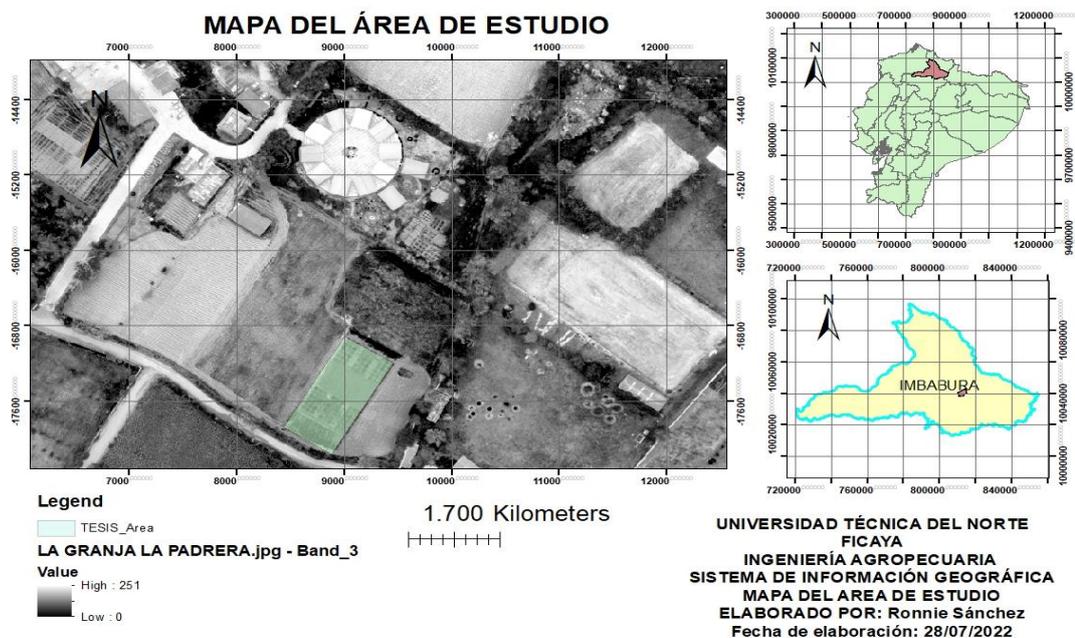
## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental “La Pradera”, perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la parroquia de San José de Chaltura en el cantón Antonio Ante de la provincia de Imbabura (Figura 3). La granja experimental se encuentra a una altitud de 2267 msnm, latitud 00°21’32.37” norte y longitud 78°12’14.95” Oeste, con una temperatura media de 20 a 23°, humedad relativa entre 10 a 40% y cuenta con una precipitación promedio de 500 a 750 mm en el año (Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Antonio Ante, 2020).

**Figura 3**

*Mapa de ubicación de la investigación en la Granja “La Pradera”*



### 3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas

Los materiales e insumos usados en la investigación se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 4***Materiales e insumos empleados en la investigación*

<b>Materiales de oficina</b>	<b>Materiales de campo</b>	<b>Insumos</b>
	Estacas	
	Cinta métrica	
	Piola	
	Azadón	
Computadora	Pala	18 variedades de cebada del banco de ABInbev
Calculadora	Rastrillo	
Registros	Letreros	Fertilizantes
Celular	Fundas	Fungicidas
Libro de campo	Balanza (kg, lb)	
	Balanza (gr)	
	Pie de Rey	
	Zaranda 3 (mm)	

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1. Diseño del experimento**

En el ensayo se implementó un Diseño en Bloques completos al azar con Parcelas Divididas (DPD) con tres bloques, donde la parcela principal fue el manejo fitosanitario y la subparcela las líneas de germoplasma, con un total de 108 unidades experimentales, ver en la figura 4.

**Figura 4**

*Diseño experimental empleado en el ensayo de cebada maltera, Chaltura, Imbabura*

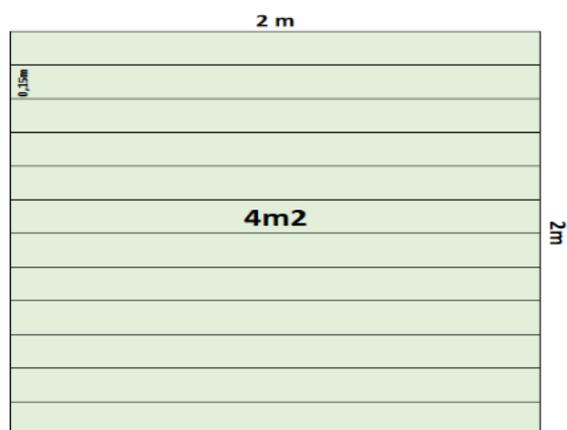


*Nota:* Distribución por bloques aleatoriamente, donde 3 parcelas son tratadas con fungicidas y 3 sin fungicida

### 3.3.2. Características de la unidad experimental

La unidad experimental se constituyó por las siguientes dimensiones: 4m<sup>2</sup> de área (2m x 2m), con un total de 13 hileras con separación entre surco de 0.15m, observar la figura 5.

**Figura 5.**  
*Características de la unidad experimental*



### 3.3.3. Características del sitio experimental

**Tabla 5**

*Características y especificaciones del ensayo de Cebada maltera*

<b>Características</b>	<b>Especificaciones</b>
Diseño experimental:	Diseño Parcelas Divididas
Número de surcos:	12
Distancia entre surco:	0.15
Distancia entre plantas:	Chorro continuo
Largo:	2
Ancho:	2
Área unidad experimental:	4 m <sup>2</sup>
Tratamientos	36
Repeticiones:	3

### 3.3.4. Factores en estudio

Se toma en cuenta los factores que se refieren a continuación.

a. Manejo de enfermedades

- Tratamiento sin fungicida
- Tratamiento con fungicida

b. líneas de germoplasma de cebada maltera (tabla 6).

**Tabla 6***Descripción de los germoplasmas a evaluar.*

<b>Nº</b>	<b>Líneas</b>	<b>Genealogía</b>
1	2IK16- 0665	2B06-0929 / 2108-3578
2	2IK16- 0671	2B07-1467 / 2107-2684
3	2IK16- 0710	2B09-3408 / 2B10-4365
4	2IK16- 0804	2B11-5166 / 2B12-5351
5	2IK16- 0812	2B11-5166 / 2B12-5620
6	2IK16- 0821	2B10-4185 / 2B11-5268
7	2IK16- 1239	ABI BALSTER / (01-506-6X MP1012) X SIGNORA
8	2IK16- 1317	2B09-3408 / (PRISMA X DH1) X CARISMA
9	2IK16- 1324	2B09-3531 / (01-506-6X MP1012) X SIGNORA
10	2IK16- 1329	2B09-3531 / (SCARLETT X 00-6110) X XANADU
11	2IK16- 0899	ANDREIA / C12-1210
12	2IK16- 0876	2B11-5231 / C12-1050

---

13	2IK16- 0813	2B11-5166 / 2B12-5629
14	2IK16- 1269	2B08-2626 / (CRISTALIA X 06-6182) X SCARLETT
15	2IK16- 0816	2B09-3981 / 2B11-5166
16	2IK16- 0735	2B10-4162 / 2B10-4365
17	ABI- Voyager	-----
18	INIAP-Alfa	-----

---

### 3.3.5. Tratamientos

**Tabla 7**

*Los tratamientos fitosanitarios juntamente con las líneas de germoplasmas usadas en este ensayo se describen a continuación (tabla 7)*

N°-T	Código	Líneas	N°-T	Código	Líneas	N°-T	Código	Líneas
1	CFG1	ConFungicida+2IK16-0665	16	CFG16	ConFungicida+2IK16-0735	31	SFG13	SinFungicida+2IK16-0813
2	CFG2	ConFungicida+2IK16-0671	17	CFT1	ConFungicida+ABI-Voyager	32	SFG14	SinFungicida+2IK16-1269
3	CFG3	ConFungicida+2IK16-0710	18	CFT2	ConFungicida+INIAP-Alfa	33	SFG15	SinFungicida+2IK16-0816
4	CFG4	ConFungicida+2IK16-0804	19	SFG1	SinFungicida+2IK16-0665	34	SFG16	SinFungicida+2IK16-0735
5	CFG5	ConFungicida+2IK16-0812	20	SFG2	SinFungicida+2IK16-0671	35	SFT1	SinFungicida+ABI-Voyager
6	CFG6	ConFungicida+2IK16-0821	21	SFG3	SinFungicida+2IK16-0710	36	SFT2	SinFungicida+INIAP-Alfa
7	CFG7	ConFungicida+2IK16-1239	22	SFG4	SinFungicida+2IK16-0804			
8	CFG8	ConFungicida+2IK16-1317	23	SFG5	SinFungicida+2IK16-0812			
9	CFG9	ConFungicida+2IK16-1324	24	SFG6	SinFungicida+2IK16-0821			
10	CFG10	ConFungicida+2IK16-1329	25	SFG7	SinFungicida+2IK16-1239			
11	CFG11	ConFungicida+2IK16-0899	26	SFG8	SinFungicida+2IK16-1317			
12	CFG12	ConFungicida+2IK16-0876	27	SFG9	SinFungicida+2IK16-1324			
13	CFG13	ConFungicida+2IK16-0813	28	SFG10	SinFungicida+2IK16-1329			
14	CFG14	ConFungicida+2IK16-1269	29	SFG11	SinFungicida+2IK16-0899			
15	CFG15	ConFungicida+2IK16-0816	30	SFG12	SinFungicida+2IK16-0876			

**Nota:** Para la terminación N°-T, hace referencia a la numeración correspondiente de los tratamientos fitosanitarios.

### 3.3.6. Análisis Estadístico

Para el análisis de datos se aplicó un esquema de parcelas divididas (Tabla 8), se realizó la prueba de normalidad y aquellos datos que siguen una distribución normal se empleó una prueba paramétrica (LSD-Fisher al 5%).

**Tabla 8**

*Análisis de varianza de parcelas divididas para el ensayo de resistencia a enfermedades fúngicas de la cebada*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Fuentes de variación	Grados de Libertad
Bloque	2	Bloque (Líneas)	34
Manejo	1	Manejo (Líneas)	34
Bloque (Manejo)	2	Error	17
Líneas	17	Total, de unidades experimentales	108

Los resultados de las evaluaciones de los efectos positivos y negativos se ingresaron en una hoja de cálculo de Excel y posteriormente fueron utilizarlos con los paquetes estadísticos. Los archivos están disponibles para todo el equipo del proyecto. Las evaluaciones se realizaron de acuerdo con el cronograma establecido.

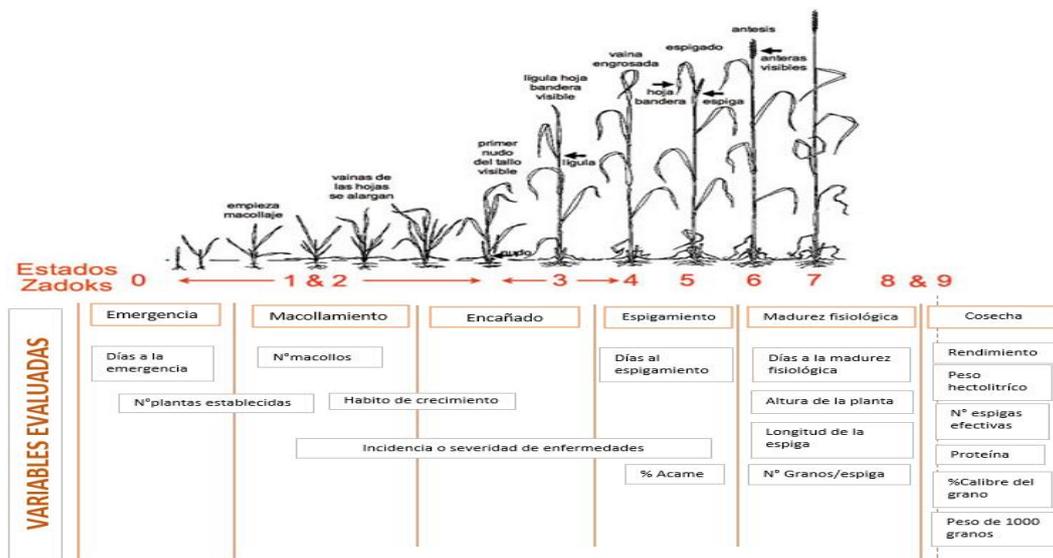
### 3.4. Variables de estudio

Las variables en estudio se evaluaron según su etapa fenológica del cultivo de cebada, como se detalla en la figura 6.

#### 3.4.1. Variables Agro morfológicas

**Figura 6**

*Variables de los estados fenológicos del cultivo de cebada*



Fuente: Velasco (2020).

#### **a. Días a la emergencia de las plantas**

Para esta variable se registró el número de días que transcurrieron desde la siembra hasta que aproximadamente el 80% de las plántulas de cada unidad experimental se encontraban emergidas (Grefa, 2021) ver figura 7.

#### **Figura 7**

*Días de emergencia en el experimento de cebada maltera*



#### **b. Número de plantas establecidas**

En cada U.E. se colocó un cuadrante con una medida de 1 m de largo en el surco, esta área delimitada permitió cuantificar las plantas emergidas. Se calculó el promedio de plantas emergidas por un metro lineal (Abinbev, 2021) ver la figura 7.

#### **c. Días al macollamiento**

Esta variable se registró en la fecha que aparecieron yemas axilares desde el tallo principal con respecto a la fecha de siembra hasta que cerca del 50% de las plantas de cada U.E tenían macollos.

#### **d. Días al encañado**

La variable “días al encañado” fue asentada la fecha que transcurrió hasta que el 50% de las plantas de cada unidad experimental tenía uno o dos nudos, en esta etapa se pudo divisar la hoja bandera.

#### **e. Días al embuchamiento**

Dicha variable fue tomada los días después de la emergencia, cuando el 50% de cada parcela experimental presentó un engrosamiento en el tallo principal, etapa que indicó la formación y desarrollo de la espiga internamente.

#### **f. Días al espigamiento**

Esta variable se midió a continuación de la emergencia de las aristas. Cuando cada unidad experimental completó el 50% de sus plantas con presencia de espiga, se contó el número exacto de días transcurridos desde la emergencia hasta la fecha por unidad experimental. Los datos se registraron en libro de campo días de espigamiento (Carrillo y Minga, 2021).

#### **g. Días a la madurez fisiológica**

Se observó constantemente los surcos centrales de cada unidad experimental por cada una de las repeticiones. Se registraron los datos en el momento en que el endospermo del 80% de los granos de la espiga perdió toda coloración verdosa (Carrillo y Minga, 2021).

### **Figura 8**

*Días de Madurez fisiológica de la cebada maltera*



#### **h. Altura de planta**

Se seleccionó al azar 10 plantas de los surcos centrales de cada unidad experimental por cada una de las repeticiones. De cada planta seleccionada con ayuda de un flexómetro se midió la distancia desde el suelo hasta el ápice de la espiga del tallo más largo, excluyendo las aristas (barbas). Los datos de cada lectura se registraron en centímetros (cm) en el libro de campo (Abinbev, 2021).

#### **i. Número de macollos por planta**

Se determinó el número de macollos con la ayuda del cuadrante 1 metro lineal anteriormente establecido, en él se cuantificaron las plantas establecidas. En la madurez

fisiológica se contaron los tallos de mejor condición y posteriormente se dividió para el número de plantas establecidas sabiendo así el número de macollos establecidos. En la figura 13 se puede observar los macollos cosechados en sus respectivos cuadrantes.

$$\text{N}^\circ \text{ macollos por planta} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Macollas efectivas}}{\text{N}^\circ \text{ plantas establecidas}}$$

### **Figura 9**

*Número de macollas por planta para la evaluación de cebada maltera*



#### **j. Longitud de la espiga**

Se realizó una selección al azar de 10 espigas de cada unidad experimental, para facilitar el manejo se utilizó una regla graduada la cual midió la distancia desde la base de la espiga hasta el fin de esta.

#### **k. Número de granos por espiga**

Se registró en la etapa de madurez fisiológica cuando el grano estuvo completamente formado. Eligiéndose 10 espigas al azar y se procedió al conteo de los granos por cada espiga (Abinbev, 2021).

#### **l. Porcentaje de acame del cultivo**

Se calificó al inicio de la maduración cuando la espiga presentaba granos secos, amarillos y llenos de almidón. El registro se lo ejecutó visualmente en cada unidad experimental y se definió el porcentaje de plantas caídas de acuerdo con la escala establecida (Abinbev, 2021) (tabla 9).

En la figura 10 se observan varias unidades experimentales afectadas por dicho fenómeno.

## Figura 10

*Volcamiento de cultivo de cebada maltera*



## Tabla 9

*Escala para determinar porcentaje de acame del tallo de cebada maltera*

Escala	% porcentaje	Descripción
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:** Abinbev (2021).

### 3.4.3. Monitoreo de enfermedades

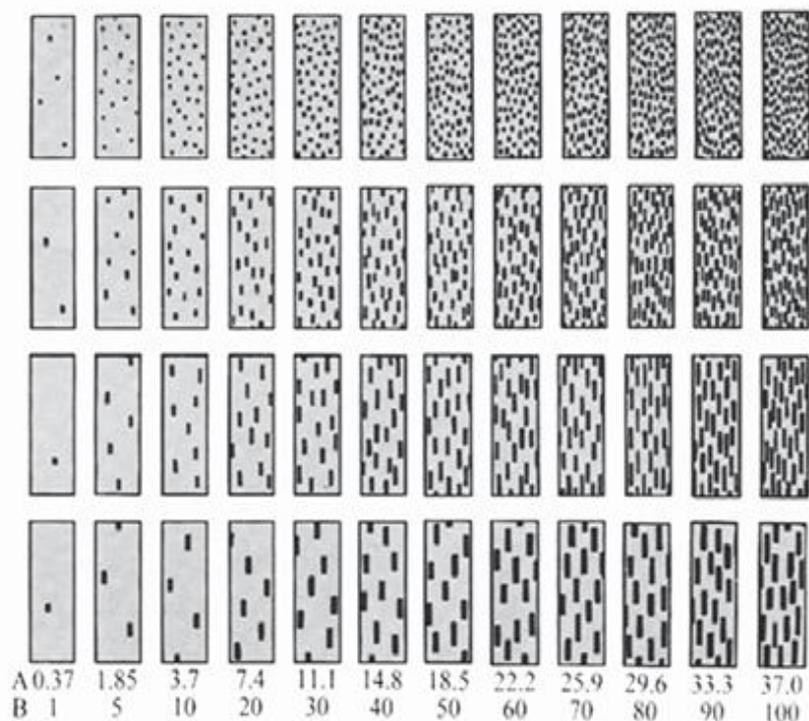
La evaluación de enfermedades se la realizó en el estado de macollamiento hasta la maduración de la planta.

#### a. Evaluación de Roya

Para el caso de la roya amarilla (*Puccinia graminis f. sp.*) y de la hoja (*Puccinia striiformis f. sp. hordei*) el porcentaje de severidad se registró en base a la escala modificada de Cobb (0-100%) (figura 11) tanto para roya amarilla, como para roya de la hoja (Ponce et al., 2019).

**Figura 11**

*Escala modificada de Cobb para evaluación de royas*



**Fuente:** Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (2022).

**Nota:** la escala de Cobb se basa en observaciones visuales, y es común el uso de los siguientes intervalos de seguimiento: 5, 10, 20, 40, 60, 100% según gravedad de la infección.

**Figura 12**

*Enfermedad Roya amarilla*



**b. Evaluación de escaldadura (*Rhynchosporium secalis*)**

Para el caso de escaldadura, la severidad se registró utilizando la escala de Saari-Prescott la cual va del 0 al 9, donde 0 fue la ausencia de la enfermedad y 9 cuando toda la planta alcanzó la afección (Ponce y Garófalo, 2019) (figura 13).

### Figura 13

Escala de Saari-prescott (0-9) para evaluar severidad de enfermedades foliares en cebada



Escala de severidad (0-9) para manchas foliares causados por Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*)

Fuente: Ethzurich (2016).

En la figura 14 se observa afectación foliar por el patógeno de la escaldadura.

### Figura 14

Escaldadura de la cebada

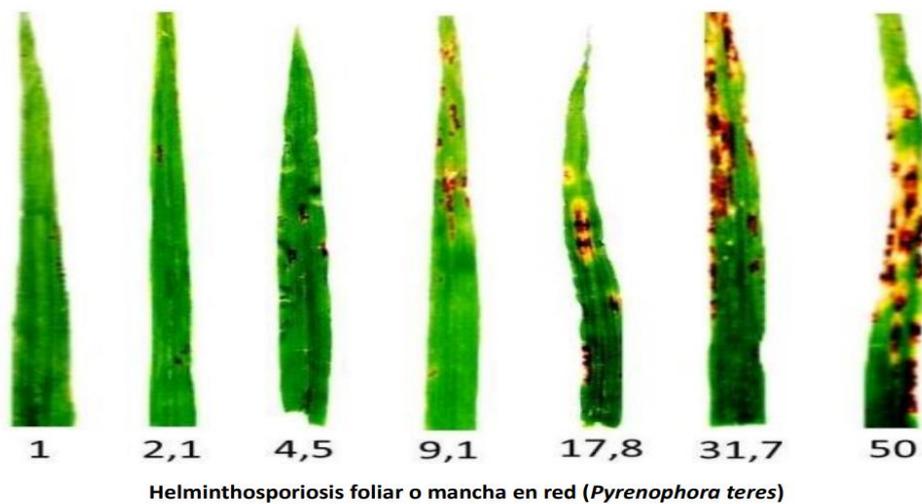


#### c. Evaluación de mancha de red (*Pyrenophora teres*)

Para la evaluación de mancha de red se utilizó la escala correspondiente del 1 al 50, observar la figura 15.

**Figura 15**

*Escala de evaluación de mancha de red en cebada*



**Fuente:** Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Junín, Buenos Aires, Argentina (2017).

En la figura 16 se observa afectación foliar por la enfermedad mancha de red.

**Figura 16**

*Enfermedad Mancha de red*

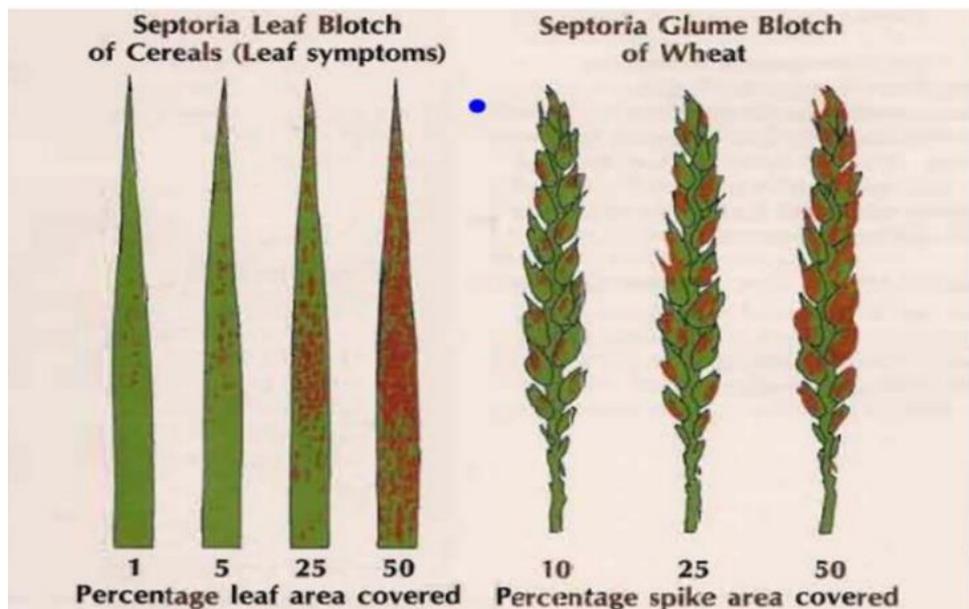


**d. Evaluación de Septoriosis (*Septoria passerinii* Sacc.)**

Para la evaluación de Septoriosis se siguió la escala del 1 al 50, como se observa en la figura 17.

## Figura 17

*Escala de evaluación de Septoriosis.*



**Fuente:** Ramos (2008).

### 3.4.4. Variables de producción

#### a. Número de granos por espiga:

Se registró cuando el grano estuvo completamente formado. Se eligió diez espigas de tres plantas que fueron representativas en los surcos centrales y se procedió al conteo de granos por cada espiga.

#### b. Número de espigas efectivas:

Se registró en la época de cosecha. Con ayuda del cuadrante lineal, se contaron las espigas más contundas, las que tenían una correcta formación y llenado del grano de cada unidad experimental por cada una de las repeticiones (Abinbev, 2021) (figura 18).

## Figura 18

*Número de espigas efectivas de cebada maltera*



**c. Peso de mil granos:**

Se contó 1 000 granos por cada unidad experimental. Posteriormente se pesó en una báscula gramera cada una de las repeticiones, los resultados fueron expresados en gramos (Abinbev, 2021).

**d. Rendimiento**

Se registró el peso de todos los granos cosechados de cada unidad experimental con la certeza de no excluir nada proveniente de la cosecha. Se registró también la humedad de los granos cosechados de cada unidad experimental (Abinbev, 2021) (figura 19).

**Figura 19**

*Rendimiento de la cebada maltera*



**e. Calibre de Grano**

Para esta variable se seleccionó 100 gramos de la muestra total entre granos de todo tamaño, dicha muestra pasó por una zaranda de 2,4 mm de ancho. Posteriormente se determinó el peso de los granos que quedaron en la zaranda, dicho resultado nos permitió saber el porcentaje de calibre de grano (figura 20).

**Figura 20**

*Calibre de grano de cebada*



#### **f. Peso hectolitrito**

Esta variable se midió en base al peso de las semillas que ocupaban un volumen determinado (250 ml), el peso resultante de cada línea se comparó con la tabla del Anexo 1, la cual permite saber el peso hectolítrico final de cada muestra. Para mayor rigor se repitió el análisis de las muestras con una balanza volumétrica en el laboratorio de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

#### **Análisis de costo de producción**

Se desarrolló un listado (Anexo 3) mencionando el costo actualizado a la fecha del ensayo de cada una de las actividades e insumos relacionadas con los diferentes manejos, así como también se analizó mediante indicadores económicos cuál es la línea con la que se obtiene mayor rédito con el fin de estimar un aproximado del valor total de la producción de cebada maltera y su retorno, beneficio.

### **3.5. Manejo de ensayo**

#### **3.5.1 Preparación del suelo**

Se realizó dos pases de rastra con el fin de remover la capa superficial del suelo, de esta forma el área experimental quedó completamente revuelta ganando oxigenación y facilitando la germinación de las semillas de cebada (figura 21).

#### **Figura 21**

*Preparación del suelo para siembra del cultivo de cebada*



#### **3.5.2. Fertilización**

Para una adecuada nutrición se realizó un análisis del suelo, el cual se observa en el anexo 2 y en base a este se formularon las dosis de fertilizantes necesarias para el cultivo de cebada. El fertilizante fosfórico y potásico se aplicó en el momento de la siembra y en el macollamiento se aplicó nitrógeno, se siguió las instrucciones de Abinbev (2021). En la tabla 10 se observa los elementos químicos disponibles del suelo y los requerimientos nutricionales de la cebada con la época de aplicación.

**Tabla 10**

*Análisis químico del suelo, requerimientos nutricionales de la cebada y época de aplicación*

Época de aplicación	Nutrientes	Análisis de Suelo (kg/ha)	Requerimiento del cultivo (kg/ha)	Dosis de fertilización (kg/ha)	Dosis ensayo (kg)
Siembra	P2O5	23.11	137.58	114.47	4.9
Siembra	K2O	72.87	36.15	-	6
Macollamiento	NO3	274.90	265.5	-	5

#### **3.5.4. Siembra**

La siembra fue de forma manual, con una distribución uniforme de la semilla simulando una sembradora (chorro continuo), parcela por parcela, luego se removió el suelo con ayuda de un azadón y escobas para cubrir a la semilla (figura 22).

**Figura 22**

*Siembra del experimento de cebada maltera*



#### **3.5.5. Control de malezas**

El control de malezas se realizó de forma manual con la ayuda de una bomba de mochila, se aplicó herbicida metsulfuron methyl con una dosis de 1.5 g en 20 lt de agua, entre los 20 y 30 días después de la siembra, cuando las malezas habían emergido de 3 a 4 hojas verdaderas.

#### **3.5.6. Control fitosanitario**

El control fitosanitario se realizó de forma manual en la etapa del encañado, a los 41 días aproximadamente, mediante una bomba de mochila se aplicó el fungicida tebuconazole con una dosis de 3 ml en 20 litros de agua.

### 3.5.7. Cosecha

La cosecha fue de forma manual con ayuda de una hoz para cada una de las unidades experimentales. Se recolectaron las espigas con parte de la caña, mismas que fueron almacenadas en sacos con la respectiva etiqueta de cada material (figura 23).

#### **Figura 23**

*Cosecha de experimento de cebada maltera*



### 3.5.8. Trilla

El proceso de trilla se realizó manualmente con la ayuda de una zaranda para poder separar impurezas de mayor tamaño y luego se procedió a separar impurezas más pequeñas con ayuda del viento (figura 24).

#### **Figura 24**

*Trilla de la cebada cosechada*



## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la evaluación agronómica de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L), las cuales fueron otorgadas por la empresa Cervecería Nacional.

#### 4.1. Características fenológicas

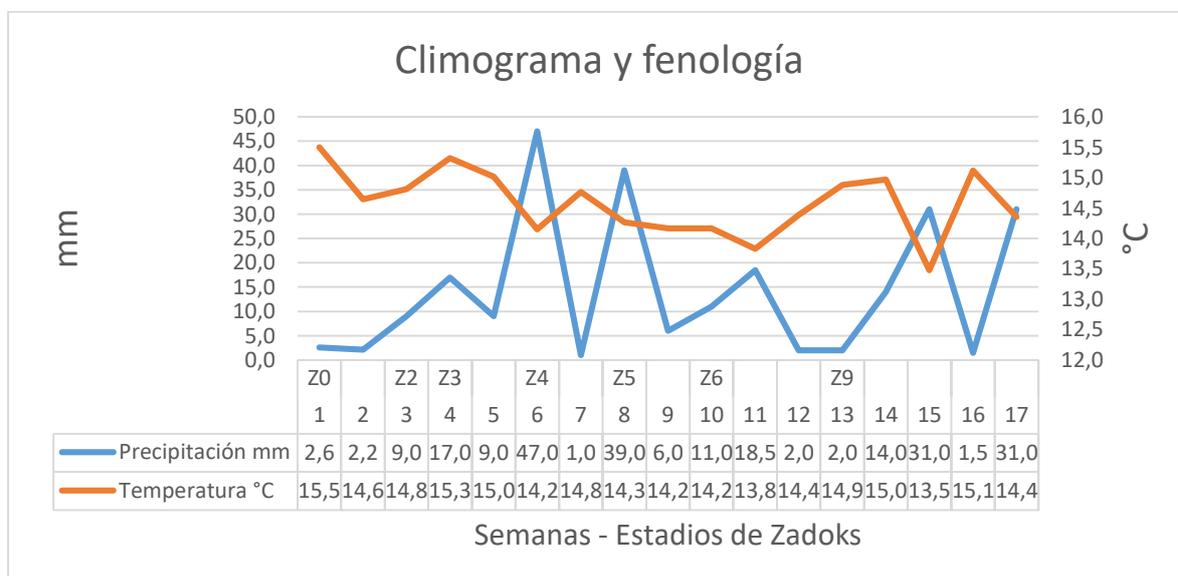
Para el estudio se tomó en cuenta diversas características fenológicas que distinguen el crecimiento y desarrollo de las líneas de cebada analizadas, para ello se registraron eventos relacionadas con los días del espigamiento, el tiempo para la floración y la madurez fisiológica con el fin de determinar valores significativos que aprueben la hipótesis planteada para este proyecto.

En la figura 25 se observa las condiciones agroclimáticas que se presentó el lugar a lo largo de cada etapa fenológica del cultivo según los estadios de Zadoks, la información correspondiente a la precipitación se tomó de forma manual por medio de un pluviómetro otorgado por cervecería nacional, los datos de temperatura fueron tomados de (Weather Spark, 2022).

Dichas condiciones agroclimáticas permitieron identificar la reacción y tendencia de cada línea en su etapa fenológica, ya que la temperatura y precipitación influyen directamente en el desarrollo y características varietales que expresa cada línea evaluada. En otras palabras, las condiciones meteorológicas pueden beneficiar o perjudicar diferentemente a las líneas evaluadas (García, 2017).

**Figura 25**

*Gráfica de temperatura y precipitación a lo largo del cultivo de cebada maltera y los estadios de Zadoks*



#### 4.1.1. Días a la emergencia

El análisis de varianza para los días a la emergencia (Tabla 11) se observa que, no existe diferencias significativas entre los dos factores, ya que todas las líneas emergen entre los 10 y 11 días después de la siembra.

**Tabla 11**

*ADEVA para la variable días a la emergencia de la cebada*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	70	1.41	0.1562
Manejo	1	70	0.23	0.6319
Líneas:manejo	17	70	0.41	0.9793

En el experimento de Flores (2023) realizado en la anterior campaña de investigación en Chaltura, se obtiene un rango de germinación entre 6 y 8 días en variedades como INIAP-Alfa, INIAP-Cañicapa, el rango de temperatura promedio fue de 20.5 °C con una precipitación de 49.3 mm. Contrastando con la presente investigación, todas las líneas emergieron en un promedio de 10 a 11 días, así mismo la temperatura media en dicha etapa fue de 15.5 °C con una escasa precipitación de 2.6 mm.

La diferencia entre experimentos es de 3 días aproximados para la fecha de emergencia, la cual se puede corroborar con lo que afirma Benalcázar (2010) que la germinación requiere de un rango de temperatura entre 20 a 25 °C. En la presente campaña en Chaltura, la temperatura estuvo por debajo de este margen lo que explica su retraso en emerger.

Por otro lado, Carrillo y Minga (2021) mencionan que, para considerar un material precoz, la emergencia debe tener un 97% 10 días después de la siembra, además corroboran que esta variable se ve influenciada directamente sobre las características del ambiente, por ello, se puede establecer que todas las líneas son eficientes ya que alcanzan la germinación a los 10 y 11 días transcurridos desde la siembra.

#### 4.1.2. Días al macollamiento

En el análisis de varianza se puede observar que no existe diferencias estadísticas significativas tanto en las líneas de cebada como en el manejo (Tabla 12), esto puede explicarse a que todas las plantas evaluadas alcanzaron su macollamiento entre los 20 y 21 días después de la siembra.

**Tabla 12***ADEVA para los días al macollamiento del cultivo de cebada*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	70	0.98	0.4890
Manejo	1	70	3.42	0.0687
Líneas:manejo	17	70	0.94	0.5342

Layme (2013) aclara que para el macollamiento hay que considerar el tipo de plantación, la variedad, temperatura, fertilización, profundidad de la siembra, entre otros elementos que influyen a todas las líneas del campo. Puesto que las líneas alcanzaron el macollamiento a los 21 días, es posible afirmar que las condiciones ambientales de Chaltura son favorables para alcanzar el macollamiento de las variedades de cebada evaluadas.

Según la escala de Zadoks, el macollamiento surge entre los 20 a 29 días cuando las variedades se han adaptado correctamente y las condiciones ambientales son favorables. Además, las bajas temperaturas y pocas plantas sembradas facilitan la producción de macollos.

En estas dos primeras variables no se han encontrado diferencias significativas dado que, el manejo fitosanitario se realizó en la etapa del macollamiento, por lo que la respuesta agronómica de las líneas presentará variaciones de aquí en adelante.

#### **4.1.3. Días al Espigamiento**

La tabla 13 muestra el análisis estadístico para la variable días al espigamiento en donde se evidencia diferencias significativas entre las líneas estudiadas y el manejo fitosanitario (F= 1.39; gl= 70; p 0.0496).

**Tabla 13***ADEVA para días al espigamiento del cultivo de cebada*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	70	6.84	<0.0001
Manejo	1	70	41.54	<0.0001
Líneas:manejo	17	70	1.39	0.0496

En la figura 26, se evidencia que para la variable días al espigamiento el 27.78% de las líneas evaluadas con manejo fitosanitario (2IK16-0899, 2IK16-0735, 2IK16-0812, 2IK16-1269, 2IK16-0816) alcanzaron el espigamiento en 55.5 días aproximadamente considerándose como las más precoces dentro del experimento. Para el manejo sin fungicida, el 22.23% de las líneas (2IK16-1324, 2IK16-0899, INIAP-Alfa) fueron las más precoces tomando en promedio un tiempo de 56.5 días aproximadamente. Las líneas que incluyen manejo fitosanitario espigan 1 día antes que las líneas que no llevan tratamiento antifúngico.

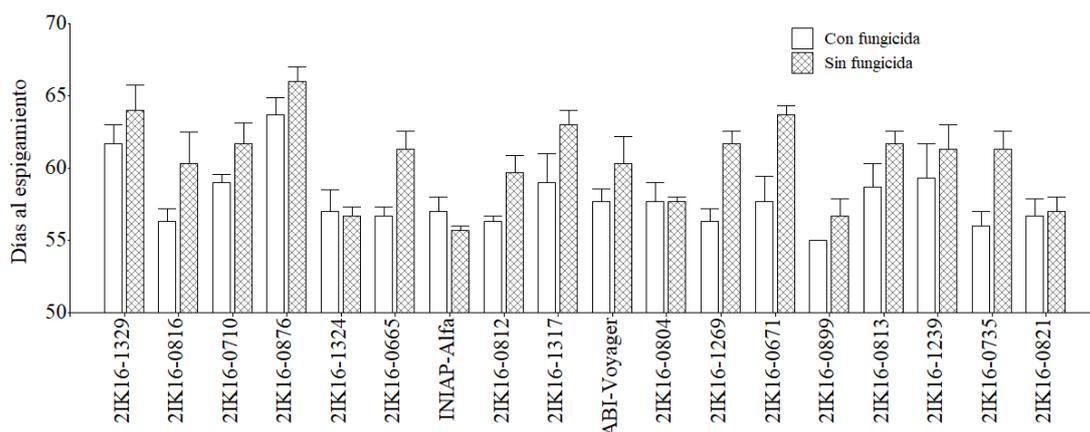
Ya que las accesiones no se repiten en los dos tratamientos puede deberse a la reacción varietal de cada línea ante la llegada a esta etapa fenológica más la aplicación del fungicida influyendo así en la precocidad para algunas líneas y retraso para otras.

Entre las líneas consideradas como tardías, aquellas tratadas con fungicida correspondiente al 11.12% (2IK16-0876, 2IK16-1329) tardaron aproximadamente 62.6 días para alcanzar el espigamiento. Así mismo, el 27.28% de las líneas sin manejo (2IK16-0876, 2IK16-1329, 2IK16-0671, 2IK16-1317) demoraron 64 días. Entre las líneas con o sin manejo fitosanitario se presenta una diferencia de 1.4 días.

El 16.67% de las líneas (2IK16-1324, 2IK16-0804 y 2IK16-0821) no fueron influenciados por los manejos fitosanitarios, ya que en ambos elementos alcanzaron esta etapa fenológica con un promedio diferencial de 0.2 días.

**Figura 26**

*Interacción días al espigamiento desde la fecha de siembra y manejo fitosanitario*



En la investigación de Caluguillin (2022) realizada en Imbabura, se menciona que las líneas alcanzan esta variable entre los 54 y 60 días, mientras que en la campaña actual los promedios marcan 58 y 60 días con aplicación y sin aplicación de fungicida respectivamente, lo que representa valores similares en ambas investigaciones.

Por otro lado, en el estudio de Amaguaya (2022) realizado en Tunshi, el espigamiento sucede a los 62 días mientras que en la zona de Chaltura con respecto al estudio de Amaguaya, el espigamiento se considera mayormente precoz tras la aplicación de fungicida ya que reduce el tiempo equivalente a 2 días

En el experimento de Pallo (2022) realizado en Cotopaxi, los valores para los días de espigamiento tienen una media de 70 días, de ese modo se reconoce una ventaja en la precocidad a partir de la temperatura, puesto que durante el ensayo en Chaltura esta fue de

15.3 °C mientras que en el sector de Latacuanga la temperatura suele oscilar los 13.5 °C, así se puede afirmar que existe una mayor maduración a mayor temperatura.

Orrala (2020) explica que los factores ambientales como la temperatura, el riego, tipo de suelo, etc., repercuten directamente en el espigamiento, el autor aclara que dichos factores influyen tanto en localidades de la Sierra, así como en las cercanas a la Costa ecuatoriana, por lo que el comportamiento agronómico de los cultivos de cebadas está influenciado por las condiciones climáticas del lugar donde se desarrollen debido al potencial de adaptación de la cebada maltera.

#### 4.1.4. Días a la Floración

En el análisis estadístico para días a la floración se evidencian diferencias significativas entre las líneas y el manejo, ver la tabla 14.

**Tabla 14**

*ADEVA para días a la floración del cultivo de cebada maltera*

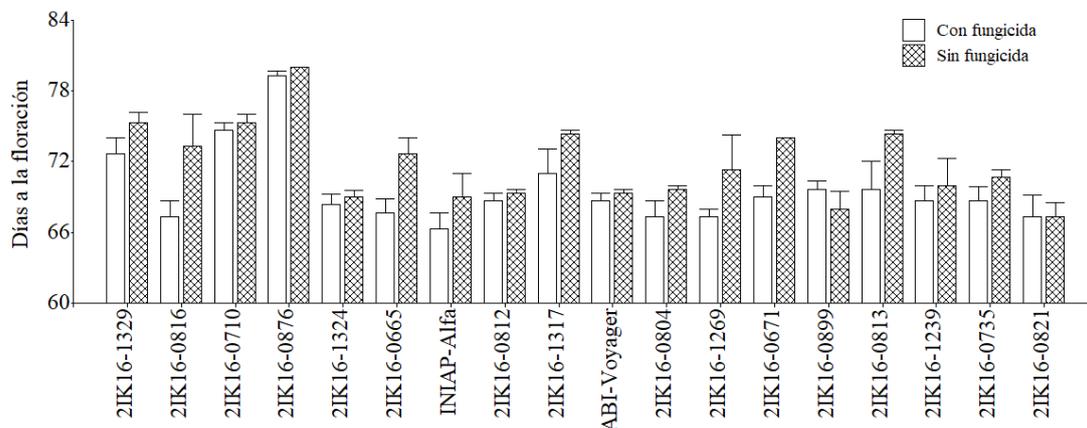
<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grados de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	70	11.41	<0.0001
Manejo	1	70	27.84	<0.0001
Líneas:manejo	17	70	1.31	0.0429

En la figura 27 referente a la variable días a la floración y tras realizar la prueba de Fisher se encontró que el 33.34% de las líneas con manejo fitosanitario (INIAP-Alfa, 2IK16-1269, 2IK16-0816, 2IK16-0821, 2IK16-0804 y 2IK16-0665) llegaron a esta etapa en un promedio de 67.2. Para las líneas sin aplicación fitosanitaria, el 38.89% (2IK16-0821, 2IK16-0899, INIAP-Alfa, 2IK16-1324, 2IK16-0812, ABI-Voyager y 2IK16-0804) alcanzaron la floración en un promedio de 68.8 días después de la siembra. Entre todas estas líneas que podrían considerarse precoces con manejo y sin control fitosanitario se presenta una diferencia de 1.6 días para la floración.

También se determinó que el 27.78% de las líneas sin control fitosanitario (2IK16-1329, 2IK16-0710, 2IK16-1317, 2IK16-0813, 2IK16-0671) llegaron a la floración en un promedio de 74.6 días aproximadamente. Entre las líneas controladas con fungicida, un 11,12% (2IK16-0876, 2IK16-0710) tomaron entre 79 y 74 días para alcanzar la floración. Para estas líneas con y sin manejo fitosanitario no se encontró diferencia relevante de días, no obstante, podrían considerarse como líneas tardías ya que ejemplares como la línea 2IK16-0876 es la más tardía entre todo el ensayo independientemente del manejo superando los 80 días desde la siembra.

**Figura 27**

*Días a la floración de las líneas estudiadas y el manejo aplicado*



En el estudio de Caluguillin (2023) con 144 líneas prometedoras de cebada matera encontró que el 100% de las líneas se adaptan adecuadamente a las condiciones agroclimáticas de la granja La Pradera en Chaltura. Esto sugiere que las condiciones climáticas de la ubicación no influyen significativamente en el proceso de floración de estas variedades. Aunque en actual experimento se observó que algunas líneas, como la 2IK16-0710, florecieron aproximadamente 3 días más tarde en comparación con el estudio anterior, esta diferencia no parece ser relevante. En resumen, se concluye que la floración de estas variedades no está determinada principalmente por las condiciones climáticas, sino más bien por factores genéticos.

Alfa Por otro lado, según la investigación de Ramírez (2013) el fotoperiodo es un factor determinante a la respuesta para la floración en algunas variedades de cebada cervecera. Ecuador presenta 12 horas luz que corresponde a un fotoperiodo adecuado para que se presente la floración en cebada. Un ensayo realizado en el centro del país por Carrillo y Minga (2021) con 16 líneas de cebada maltera obtuvieron valores similares a los obtenidos en este ensayo, lo que refiere que al tener el mismo foto periodo los días transcurridos a la floración presentan valores similares.

#### **4.1.5. Días a la Maduración**

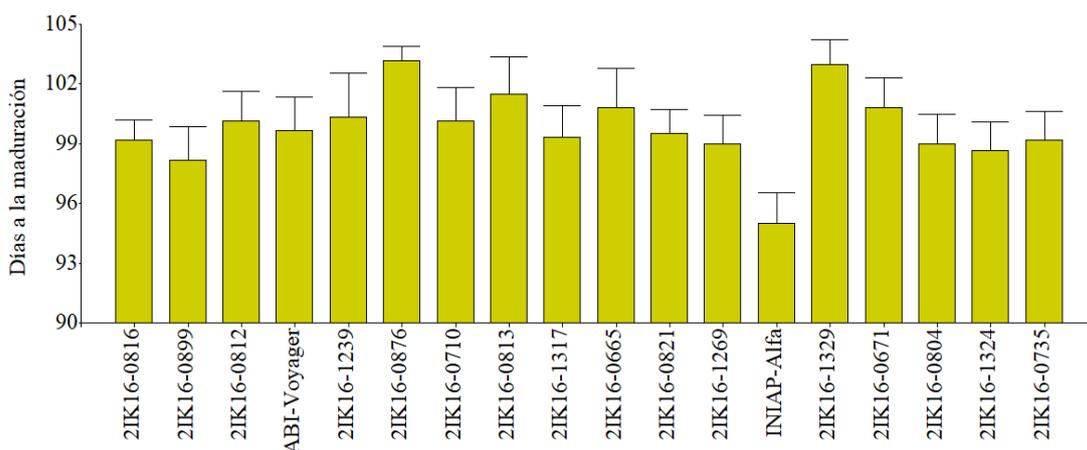
A través del análisis estadístico se puede identificar que para la variable días a la maduración con respecto a la línea y manejo no existe diferencias estadísticas, sin embargo, de forma independiente, existe diferencia entre líneas y a su vez en manejo ( $F=2.81$ ;  $gl=70$ ;  $p 0.0013$ ), ver tabla 15.

**Tabla 15***ADEVA para la variable días a la maduración del cultivo de cebada evaluado*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	70	2.81	0.0013
Manejo	1	70	96.39	<0.0001
Líneas:manejo	17	70	0.63	0.8530

Mediante el análisis de Fisher para esta variable, en la figura 28 se puede observar que la línea INIAP-Alfa tiende a ser la más precoz alcanzando una maduración a los 95 días, del mismo modo, ocho líneas (2IK16-0899, 2IK16-1324, 2IK16-1269, 2IK16-0804, 2IK16-0816, 2IK16-0735, 2IK16-1317, 2IK16-0821, ABI-Voyager) alcanzaron la madurez en aproximadamente 98 a 100 días, de tal forma que se determina que la mitad de las líneas evaluadas obedecen comportamientos similares.

Por el contrario, el 44.45% de las líneas (2IK16-0710, 2IK16-0812, 2IK16-1239, 2IK16-0665, 2IK16-0671, 2IK16-0813, 2IK16-1329, 2IK16-0876) son las más tardías, ya que se incluyen en un rango de 100 a 103 días para su llegada a la maduración. Así mismo, se reconoce 8 días de diferencia entre las líneas más precoces y tardías.

**Figura 28***Días a la maduración de las líneas de cebada estudiadas en Chaltura - Imbabura*

Castillo (2020) identificó que, en Tunshi Chimborazo las líneas más precoces alcanzaron la madurez fisiológica a los 102 días mientras que las líneas más tardías sobrepasaron los 128 días hasta alcanzar su madurez fisiológica, en cambio en Chaltura las líneas más precoces formaron su madurez fisiológica a los 95 días y las más tardías superan los 100 días, pero no pasan los 103. En Chimborazo, las líneas más precoces vendrían a ser

tardías si se las compara con los datos de madurez fisiológica de las líneas de Chaltura. Por ejemplo, la línea 2IK16-1324 semi tardía que ocupó 120 días para su maduración fisiológica en Tunshi, completó la misma cualidad de forma prematura a los 95 días en Chaltura, incluso la línea 2IK16-1239 considerada en Chaltura como tardía al madurar pasado los 100 días, vendría a ser prematura si se la compara con los días de madurez prematura determinados en Tunshi.

El INIAP indica que la variedad INIAP-Alfa tiene un período de cosecha de 160 a 180 días. En el estudio de Caluguillin (2023), se encontró que el 70% de las líneas de cebada maltera alcanzaron la madurez fisiológica en tan solo 115 días, lo que demuestra una notable precocidad en esta variable. Además, al comparar estos datos con los del estudio actual (95-100 días), se observa una mayor precocidad con relación a lo establecido inicialmente por el INIAP y su línea Alfa. En resumen, las muestras tempranas en Tulshi y Chaltura maduran fisiológicamente en menos de 102 días en cualquier condición de cultivo, lo que sugiere que las características genéticas de las variables en ambos estudios son una excelente opción para ser seleccionadas como materiales prometedores.

## 4.2. Variables de Rendimiento

### 4.2.1. Número de Macollos por Planta

Mediante al análisis estadístico detallado en la tabla 16, es posible evidenciar diferencias significativas entre las líneas del estudio para la variable número de macollos por planta.

**Tabla 16**

*ADEVA para número de macollos por planta del cultivo de cebada*

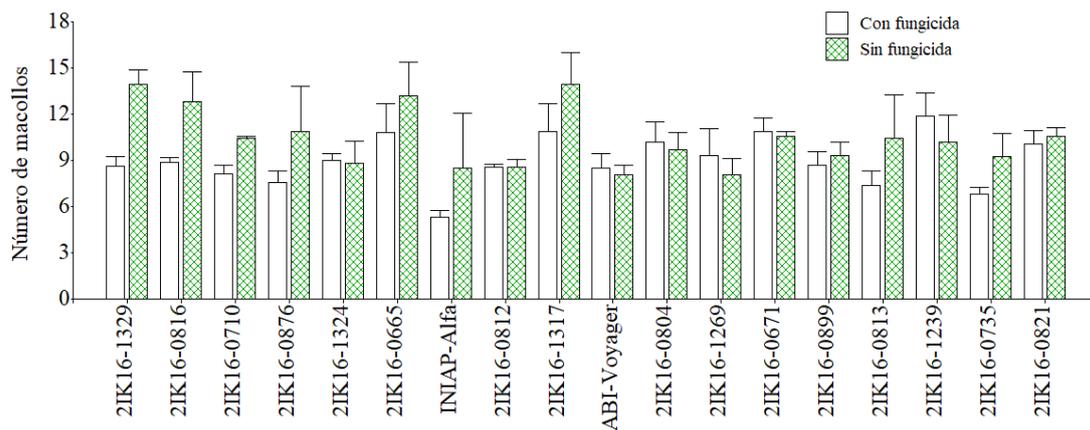
<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grados de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	70	2.09	0.0168
Manejo	1	70	8.96	<0.0038
Líneas:manejo	17	70	0.99	0.0454

Mediante el análisis de Fisher es posible recalcar que existe una interacción importante entre la aplicación de manejo fitosanitario y la producción de macollos, las líneas que desarrollaron mayor número de macollos por planta fueron aquellas que no incluyeron la aplicación de fungicida donde 2IK16-1317, 2IK16-1329, 2IK16-0665 y 2IK16-0816 una media de 13.5 macollos/planta; INIAP Alfa, ABI Voyager, 2IK16-1324, 2IK16-0812 y 2IK16-1269 una media de 8.4 macollos/planta (Figura 29). Para el manejo con aplicación de fungicida, las líneas que alcanzaron mayor cantidad de macollos por planta fueron 2IK16-1239 con 11.8 macollos/planta; 2IK16-1317, 2IK16-0671 y 2IK16-0665 con una media de 10.8 macollos/planta; 2IK16-0804 con 10.2 macollos/planta. Por el contrario, las líneas con fungicida que desarrollaron menor número de macollos fueron INIAP Alfa con 5.3

macollos/planta; 2IK16-0735 con 6.8 macollos/planta; 2IK16-0813 y 2IK16-0876 con 7.5 macollos/planta y 2IK16-0710 con 8 macollos/planta. Se puede asumir que la aplicación de fungicida causa un tipo de estrés el cual disminuye el número de macollos por planta.

**Figura 29**

*Número de macollos por planta y líneas tratadas con y sin manejo fitosanitario en Chaltura – Imbabura*



Rucitti et al., (2011) afirma que las plantas reaccionan a diferentes tipos de estrés, en este caso estrés por factores antropogénicos (aplicación de fungicida) disminuyendo varias funciones fisiológicas, como la fotosíntesis, el transporte y almacenamiento de metabolitos, la absorción y el transporte de iones. Esta disminución en la actividad metabólica conduce a una serie de procesos en la cual la planta disminuye drásticamente su rendimiento, por tanto, se puede explicar que las líneas sin aplicación fitosanitarias obtuvieron mayor número de macollos por planta por el hecho que no tuvieron contacto con el fungicida y por consecuencia no sufrieron este tipo de estrés.

La ficha técnica para la variedad INIAP-Alfa dispuesta para la región de la sierra ecuatoriana refiere de 3 a 5 macollos por planta número que, comparado con la producción de macollos del presente estudio, es inferior incluso para las líneas experimentales con y sin manejo fitosanitario, cabe recalcar que la línea INIAP-Alfa analizada en éste documento resultó ser la de menor producción de macollos, se identificó en promedio 8.4 macollos/planta sin aplicación de fungicida y 5.3 macollos/planta con aplicación fitosanitaria. Si se desea evaluar de forma independiente la producción de macollos en cualquiera de las líneas aquí dispuestas, se recomienda no implementar fungicida, ya que, si bien no se conoce el porcentaje de estrés y daños específicos que causa la aplicación de fungicida, se ha demostrado que reduce temporalmente el rendimiento metabólico de las plantas.

Ponce et al., (2022) corroboran que otros factores pueden influir para que exista mayor número de macollos formados, si las temperaturas son bajas, cuando la población de plantas es baja, o cuando el nivel de nitrógeno del suelo es alto, concluyendo que el número

de macollos está influenciado por la genética de la línea, por la densidad de siembra y otros factores ambientales.

#### 4.2.2. Número de macollos establecidos por m<sup>2</sup>

Mediante en análisis estadístico para la variable número de macollos establecidos por m<sup>2</sup> se evidencian diferencias significativas entre las líneas tratadas con fungicida y aquellas sin fungicida (F=0.99; GL=17; P<0.0403) ver tabla 17.

**Tabla 17**

*ADEVA para número de macollos establecidos del cultivo de cebada*

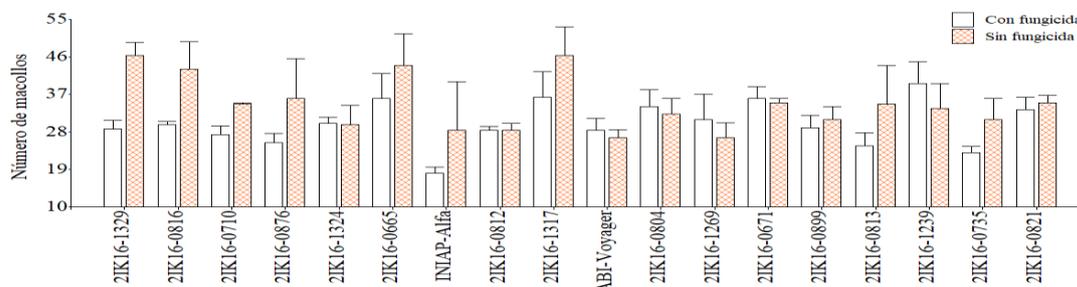
Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	70	2.07	0.0177
Manejo	1	70	8.58	<0.0046
Líneas:manejo	17	70	0.99	0.0403

Tras el análisis de Fisher, en la figura 30 se identificó que, a nivel general del experimento, las líneas sin manejo fitosanitario desarrollaron mayor número de macollos por metro cuadrado las cuales fueron 2IK16-1317 y 2IK16-1329 con 46.33 macollos/m<sup>2</sup>; 2IK16-0665 y 2IK16-0816 con 44 y 43 macollos/m<sup>2</sup>, donde las líneas 2IK16-1269 y Avi Voyager produjeron menor cantidad de macollos por metro cuadrado.

En cuanto a las líneas que llevaron tratamiento antifúngico, se determinó mayor alcance con 39.67 macollos/m<sup>2</sup> que involucran a la línea 2IK16-1239, también se identificó un promedio de 36 macollos/m<sup>2</sup> con la producción de las líneas 2IK16-1317, 2IK16-0671, 2IK16-0665.

**Figura 30**

*Interacción entre líneas y tratamientos fitosanitarios para número de macollos establecidos*



Al obtener mayor número de macollos por metro cuadrado sin la aplicación de fungicida, se puede corroborar con la variable anterior la cual menciona que existen mayor

número de macollos producidos por cada planta sin tratamiento fitosanitario. Dicho estrés afecta proporcionalmente al resultado de ambas variables.

Flores (2023) encontró una diferencia notoria entre la productividad de la variedad Cañicapa (566.47 macollos/m<sup>2</sup>), la variedad Andreia (739.47 macollos/m<sup>2</sup>) en comparación a la variedad Alfa (452.93 macollos/m<sup>2</sup>), por lo que pudo determinar que la productividad de macollos por m<sup>2</sup> está influenciada por la genética del cultivar, por las características para desarrollar un mayor número de macollos por planta y por las condiciones agroclimáticas del sector.

En la ficha Técnica del Tebuconazole se especifican las condiciones de uso del producto con el fin de evitar daños colaterales en los cultivos (Ministerio de Agricultura, 2016). Por tanto, se discute si las condiciones ambientales presentes a la hora de realizar el ensayo influenciaron sobre las líneas con tratamiento fitosanitaria, la humedad, temperatura, lluvia y porcentaje de severidad de las enfermedades fueron variantes en cada línea, lo que puede ocasionar las diferencias en cuanto al número de macollos.

#### 4.2.3. *Altura de la Planta*

A través del análisis de varianza para la altura de la planta se determinó que existe diferencias estadísticas significativas en la interacción entre líneas evaluadas y manejo con y sin aplicación de fungicida, ven en la tabla 18 (F=3.72; GL=17; P<0.0001).

**Tabla 18**

*ADEVA para altura de la planta del cultivo de cebada evaluado*

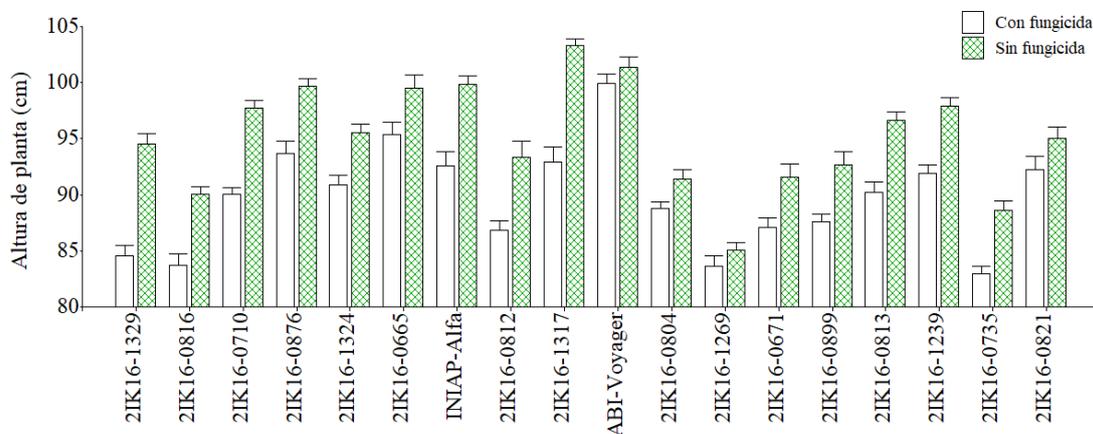
<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grados de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	70	47.68	<0.0001
Manejo	1	70	322.42	<0.0001
Líneas:manejo	17	70	3.72	<0.0001

El análisis de LSD-Fisher al 5%, para la altura de la planta permitieron identificar que las líneas 2IK16-1317 y ABI-Voyager alcanzaron la mayor altura dentro del grupo de materiales evaluados sin la aplicación de fungicida llegando a alcanzar una media de 102 cm, así mismo, el 88.89% % de las líneas se comportan de forma similar, ya que la altura de las plantas tiende a ser mayor sin la aplicación de fungicida.

La altura promedio de las 18 líneas sin la aplicación del fungicida es de 95.21 cm, mientras que las plantas con aplicación de fungicida la altura promedio es de 89.71 cm, marcando una diferencia de 5.5 cm de altura. Independientemente del manejo fitosanitario, la línea 2IK16-1269 resultó tener la menor longitud con 84 cm aproximados, por el contrario, la línea ABI Voyager fue la segunda línea más alta (figura 31).

**Figura 31**

*Interacción entre línea y manejo fitosanitario de altura de planta*



Medina (2017) explica que las plantas de menor altura que van desde los 0.67 cm a 100 cm son más efectivas, son menos propensas al acame y pueden alcanzar rendimientos favorables, en este ensayo todas las variedades estuvieron dentro de ese rango, midiendo desde los 0.83 cm hasta los 103 cm aproximadamente, por lo que se consideran líneas efectivas en cuanto a la variable de altura.

La altura es una característica morfología que regularmente es afectada por las condiciones ambientales (Rao et al., 2007). Sin embargo, en el presente estudio se muestran diferencias significativas en la altura de la planta, pues aquellas líneas sin manejo fitosanitario crecieron más que las plantas tratadas con fungicida, siendo un factor que incide en el desarrollo del cultivo, probablemente este efecto podría estar asociado a los componentes químicos de los

El fungicida Tebuconazol usado en este experimento al igual que otros fungicidas no solo afectan a fitopatógenos dañinos para la planta, sino también a hongos beneficiarios como las micorrizas que mejoran la producción de las plantas al vincularse directamente con la raíz, los fungicidas tiene un efecto supresor sobre las micorrizas lo que disminuye la interacción de estos hongos con la planta, perdiendo la facilidad de absorción de nutrientes y agua caracterizado por la simbiosis ventajosa entre las micorrizas y las raíces de las plantas (Mariscal et al., 2022). Esto podría justificar por qué las líneas con tratamiento fitosanitario tuvieron un menor crecimiento frente a aquellos cultivos sin tratamiento antifúngico, las micorrizas ayudan a la planta a alcanzar más nutrientes y agua necesarios para el crecimiento vegetal.

#### **4.2.4. Longitud de la espiga**

A través del análisis estadístico para longitud de la espiga se pudo determinar que existe diferencias estadísticas significativas para la interacción entre líneas y el manejo, ver en la tabla 19. (F=5.01; GL=17,70; P<0.0001).

**Tabla 19***ADEVA para longitud de la espiga en el cultivo de cebada*

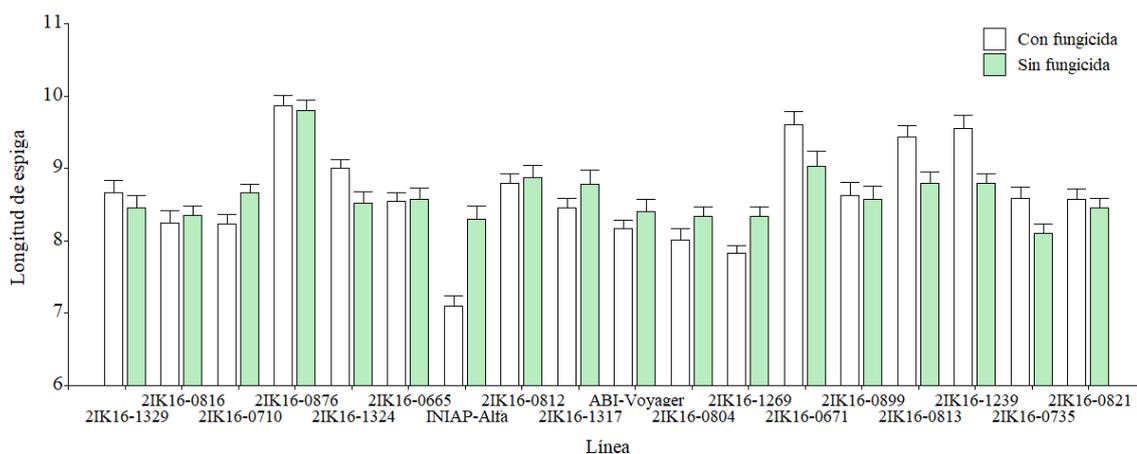
Fuentes de Variación	Grados de libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	70	21.4	<0.0001
Manejo	1	70	0.04	0.8405
Líneas:manejo	17	70	5.01	<0.0001

La variedad 2IK16-0876 mostró la mayor elongación en la medida de las espigas, siendo las más largas en promedio con 9.8 cm, sin importar el tipo de manejo fitosanitario aplicado. El 16.67% de las líneas tratadas con fungicida (2IK16-0671, 2IK16-0813, 2IK16-1239) alcanzaron una elongación promedio de 9.5 cm., las demás líneas con tratamiento fungicida mantienen en un rango de 8 a 9 cm en sus espigas (figura 32).

La variedad INIAP-Alfa posee espigas hexásticas y alcanza una longitud de 8.30 cm sin la aplicación de tratamiento antifúngico, esta línea posee gran diferencia con respecto a la aplicación antifúngica, ya que alcanza la menor elongación con un promedio de 7.10 cm. La longitud de las espigas son hexásticas naturalmente es menor si comparamos con las espigas dísticas. Por otra parte, también es probable que el estrés causado en la etapa del macollaje por la aplicación de fungicida haya traído repercusiones en el desarrollo de futuros tejidos vegetales en la planta.

**Figura 32**

*Longitud de la espiga presente en las líneas de cebada y su interacción con el manejo fitosanitario.*



En Riobamba, Garrido (2017) evaluó dos variedades malteras (Cañicapa y Scarlett) las cuales alcanzaron longitudes entre 8.6 a 9 cm de espiga, si se comparan estos valores con el estudio actual donde las líneas tratadas con aplicación de fungicida (2IK16-0876, 2IK16-0671, 2IK16-0813, 2IK16-1239) presentan una diferencia favorable de 0.5 a 0.8 cm más en

la longitud de la espiga, y aun que existan factores como el largo y ancho del grano, o llenado del grano que alteran la cuantificación, sin duda da lugar a un mayor número de granos y por ende mayor producción en el 22.24% de las líneas con manejo fitosanitario. Por otra parte, se puede evidenciar que, para el manejo sin fungicida, el 50% de las líneas obtienen menor longitud que las líneas que llevaron fungicida. No obstante, para el otro 50% de las líneas, adquieren mayor longitud o se comportan igual.

Las líneas de cebada mejoradas propuestas por la INIAP alcanzan varias longitudes de espiga que van desde los 7 a 8 cm y otras entre los 10 a 12 cm, de entre las líneas de este ensayo la única variedad que no supera los 7 cm es la INIAP-Alfa (Ponce et al., 2022). Dado que la línea Alfa se caracteriza por tener una resistencia a las enfermedades, Ponce et al., (2022) sugiere la no aplicación de productos fungicidas, por ello, en este caso la aplicación de Tebuconazole en lugar de beneficiar a la planta, perturba el desarrollo de esta variedad en específico al causar dicho estrés antes mencionado.

#### 4.2.5. Número de granos por espiga

Los resultados expuestos en la Tabla 20 indica el análisis estadístico para la variable número de granos por espiga en el cual se hallan diferencias significativas entre las líneas de cebada estudiadas y el manejo ( $F=2.37$ ;  $GI=17$ ;  $P=0.0014$ ).

**Tabla 20**

*ADEVA para la variable “número de granos por espiga” para el cultivo de cebada, Chaltura - Imbabura*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grados de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	70	332.65	<0.0001
Manejo	1	70	1.55	0.2130
Líneas:manejo	17	70	2.37	0.0014

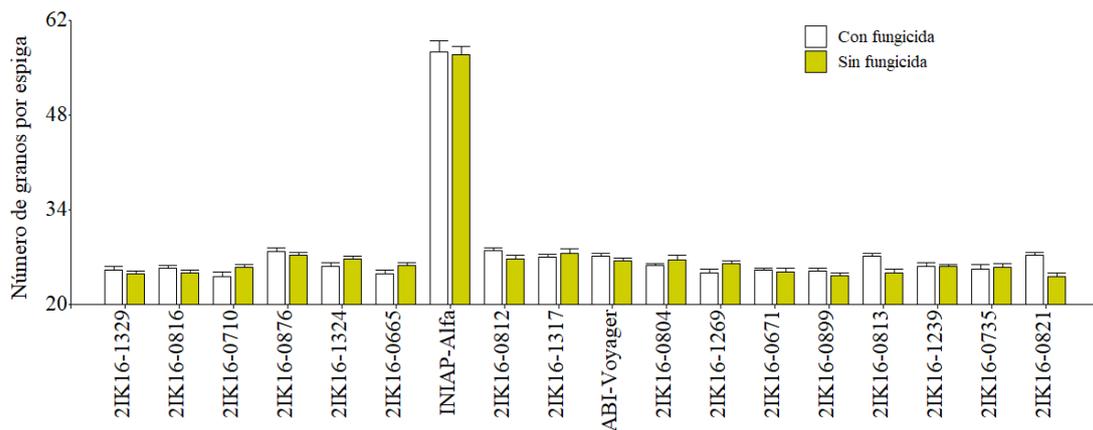
Independientemente del manejo, la variedad INIAP-Alfa resulta ser la que mayor número de granos por espiga alcanza, ya que es una cebada hexástica, lo que representa más granos de cebada. Esta línea alcanza un promedio de 57 granos por espiga con fungicida y 56 granos por espiga sin fungicida, por lo que claramente no existe una diferencia tras aplicar el tratamiento fitosanitario en esta variedad (figura 33).

La variante INIAP-Alfa se diferencia claramente a comparación a las demás variedades en las que solo se presentan dos hileras por espiga. Las líneas con tratamiento fungicida (2IK16-0812, 2IK16-0876, 2IK16-0821, 2IK16-0813, Avi Voyager y 2IK16-1317) correspondiente al 33.34 % alcanzaron a producir un promedio de 27 granos por espiga, mientras que solo el 11.12% de las líneas sin aplicación de fungicida (2IK16-1317 y 2IK16-0876) alcanzaron de igual forma los 27 granos por espiga.

Por otro lado, las líneas con manejo fitosanitario (2IK16-0899, 2IK16-1269, 2IK16-0665, 2IK16-0710) y sin manejo fitosanitario (2IK16-0671, 2IK16-0813, 2IK16-0816, 2IK16-1329, 2IK16-0899 y 2IK16-0821) fueron las que alcanzaron el menor número de llenado de grano con un promedio de 24 granos por espiga aproximadamente en ambos tratamientos.

### Figura 33

Número de granos por espiga presentes en las 18 líneas de cebada maltera, Chaltura – Imbabura.



Para las cebadas con aptitud cervecera, se consideran óptimas aquellas líneas que posean valores superiores a los 20 granos por espiga, por este motivo, a pesar de que la variedad INIAP-Alfa supera a las otras variables, el resto de las líneas investigadas están en un rango óptimo, por lo que es posible considerar al resto de variables para la industria (Ponce et al, 2019).

Flores (2023) en su estudio con tres variedades de cebadas malteras en Chaltura, identificó que el número de granos por espiga de la variedad INIAP-Alfa (53.7 granos) destaca frente a las variables INIAP-Cañicapa (22.29 granos) y Andreia (24.47 granos), puesto que la variedad Alfa expresa su poder genético sin presentar alteraciones tras la aplicación de fungicidas.

Castillo (2020) explica que el tipo de grano y su interacción entre ellos influye significativamente sobre la cantidad de granos por espiga, puesto que éste número está dispuesto por su potencial genético individual de cada variedad y por los cuidados agronómicos aplicados a la plantación, por ello la línea INIAP-Alfa al corresponder a una variedad altamente estudiada para su comercialización, posee una alta adaptabilidad fisiológica que le permite desarrollar mayor cantidad de granos por espiga independientemente si le aplican o no algún tipo de tratamiento fitosanitario.

#### 4.2.6. Numero de espigas efectivas metro lineal

Para la variable en cuestión, en la tabla 21 se identificaron valores estadísticamente significativos con respecto a las líneas de manejo ( $F=39.97$ ;  $Gl=17$ ;  $P<0.0001$ ).

**Tabla 21**

*ADEVA para el número de espigas efectivas por metro lineal del cultivo de cebada*

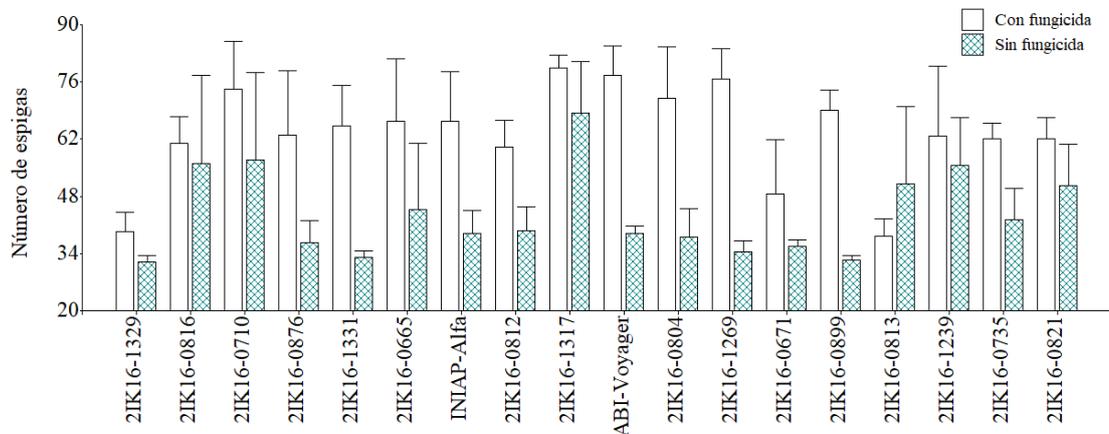
Fuentes de Variación	Grados de libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	70	1.63	0.0789
Manejo	1	70	39.97	<0,0001
Líneas:manejo	17	70	1.12	0.0438

En la figura 34 se evidencia que, el mayor número de espigas efectivas por metro lineal le corresponde al manejo con fungicida el cual viene dado por las líneas 2IK16-1317, ABI-Voyager, 2IK16-1269 y 2IK16-0710 que representa el 27.78% de la población estudiada y alcanzan un promedio de 76 espigas efectivas por metro lineal. La línea 2IK16-1269 marca una notable diferencia influenciada por el manejo fitosanitario, ya que alcanza un promedio de 76.67 espigas, mientras que la misma variedad sin fungicida llega a un promedio de 34.33 espigas efectivas.

Las líneas sin manejo fitosanitario con menor producción fueron 2IK16-1329, 2IK16-0899, 2IK16-1331 y 2IK16-1269 que alcanzaron un promedio de 34.7 número de espigas efectivas por metro lineal.

**Figura 34**

*Número de espigas efectivas por metro lineal en el cultivo de cebada*



El rendimiento de las espigas viene dado notablemente por el manejo fitosanitario, se sabe que la evolución de la roya se expresa durante la etapa de floración a espigamiento que corresponde a la etapa seis de la escala de Zadoks (González et al., 2013).

Caluguillin (2023) expresa en su estudio llevado en Chaltura que en promedio las espigas efectivas por planta son 7 como máximo y 3 como mínimo, siendo que los factores como la temperatura debe mantenerse entre los 10 a 20 °C para procurar la mayor cantidad de espigas efectivas. A ello se suma lo manifestado por Pérez et al., (2016) quienes indican que las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo no solo influyen el rendimiento del grano, sino también sobre el comportamiento de caracteres agronómicos de la planta y la calidad física del grano.

Para comprobar la importancia de la temperatura en la formación de espigas efectivas, se resaltan los hallazgos encontrados en 120 líneas promisoras de cebada maltera evaluadas en Santa Elena donde la temperatura oscila los 25 °C quienes alcanzaron en promedio 3.97 espigas efectivas por planta, lo que en la sierra sería considerado como una producción mínima de espigas efectivas, ante esto el autor recalca que existe la posibilidad de que la temperatura influya en esta variable de rendimiento, puesto que la materia seca afecta la elongación del tallo y la floración lo que incide directamente sobre el peso de las espigas, sumado a que la cebada se adapta mejor en climas frescos (Orrala, 2020).

Para asegurar una producción viable y rentable se debe procurar el uso de genotipos resistentes a enfermedades, sin embargo, la utilización de fungicidas en variables experimentales no permite desarrollar el genotipo de resistencia y adaptabilidad, ya que el control fitosanitario facilita el control de enfermedades sin involucrar el desarrollo genotípico de la variedad (Walter, 2010).

#### 4.2.7. *Peso de Mil Granos*

En la tabla 22 se aprecia el análisis de varianza para el peso de mil granos, los valores resultan ser estadísticamente significativos ya que existe interacción entre las líneas y el manejo (F= 1.68; Gl= 17; p =0.0379).

**Tabla 22**

*ADEVA para variable peso de mil granos de las líneas de cebada maltera*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grados de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	70	3.83	<0,0001
Manejo	1	70	0.57	0.4533
Líneas:manejo	17	70	1.68	0.0379

Para la variable el peso de mil granos detallada en la figura 35, tras el análisis de LSD-Fisher se determinó que el 11.14% de las líneas con tratamiento con fungicida (2IK16-

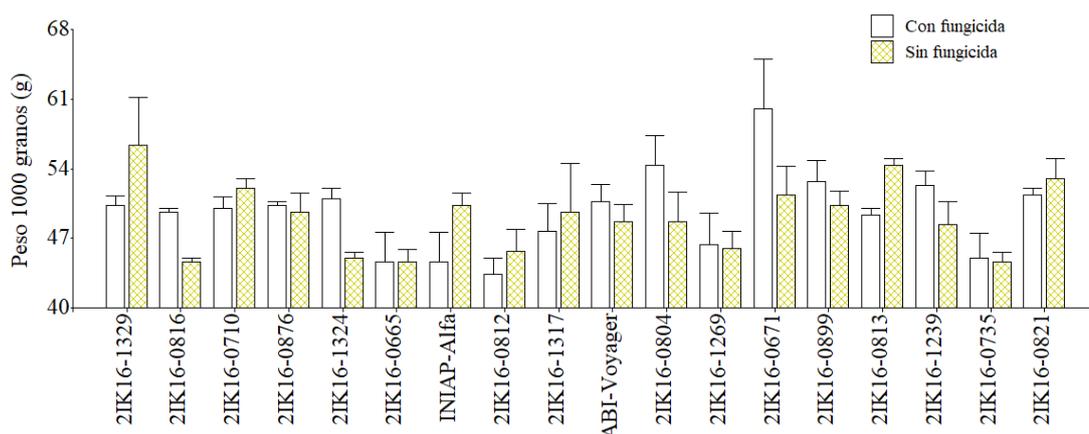
0671, 2IK16-0804) son las de mayor peso con un promedio de 57.19 g. Para el tratamiento sin fungicida, el 27.78% de las líneas (2IK16-1329, 2IK16-0813, 2IK16-0821, 2IK16-0710, 2IK16-0671) alcanzaron el mayor peso con un promedio de 53.4 g.

El menor valor en cuanto a las líneas con tratamiento fúngico abarca el 22.28% de las líneas (2IK16-0812, INIAP-Alfa, 2IK16-0665, 2IK16-0735) quienes alcanzaron 44.4 g. aproximadamente. Por el contrario, para el 2,28% de las líneas sin fungicida (2IK16-0816, 2IK16-0665, 2IK16-0735, 2IK16-1324) el menor valor alcanza un promedio de 44.75 g. aproximadamente.

La línea 2IK16-0671 alcanza 60 g. considerado como el mayor peso del ensayo en referencia a las líneas con tratamiento fúngico, ésta misma línea sin el manejo alcanza un peso de 51 g. lo que representa una diferencia de 9 g., situación que se repite en las líneas 2IK16-1324, 2IK16-0804 y 2IK16-0816 con una diferencia de 6; 5.66 y 5 g.

**Figura 35**

*Peso de mil granos de las líneas de cebada vs el tratamiento fitosanitario*



El estudio de Acan (2022) realizado en la estación experimental de Tunshi, se evaluaron líneas de cebada como Cañicapa, Andreia e INIAP-Alfa obteniendo medias de 63.6; 47.2 y 46.54 g respectivamente para el peso de 1000 granos, tomando en cuenta la variedad INIAP Alfa estudiada en el presente proyecto que alcanzó medidas de 44.4 g. (con tratamiento) se obtiene como diferencia un promedio de 2.50 g. dando como resultado que la diferencia de condiciones climáticas presentes en Chimborazo o en Chaltura, no inciden sobre la producción evaluada con esta variable. No obstante, para la misma variable Alfa sin aplicar un manejo fitosanitario se alcanzó aproximadamente 51 g. que comparados como los 46 g. de Tunshi alcanzan una diferencia de 5 g. por lo que es posible que el tratamiento fúngico incida en esta variable de rendimiento.

En el estudio de Rani y Bhardwaj (2021) aseguran que el peso de 1000 granos debe superar los 45 g. para cebadas dísticas, por lo que el 16.67% de las líneas con fungicida (2IK16-0812, INIAP-Alfa, 2IK16-0665) del presente ensayo quedan fuera del rango

óptimo alcanzando un peso entre los 43.3 y 44.6 g. Del mismo modo, quedan fuera del rango óptimo el 16.67% de las líneas sin el manejo fúngico (2IK16-0816, 2IK16-0665, 2IK16-0735) ya que alcanzan solamente los 44.67 g. cada una. El porcentaje restante, tanto para las líneas con y sin manejo fitosanitario se encuentran sobre los parámetros óptimos.

El peso de mil granos resulta un parámetro importante del rendimiento, puede ser usado como criterio de selección indirecta debido a su heredabilidad y adaptabilidad en el ambiente, en otras palabras, cada una de las líneas pueden alcanzar diferentes pesos dependiendo del ambiente en donde se desarrollen y sus características varietales (Hasan et al., 2018).

#### 4.2.8. Porcentaje de Calibre

Mediante en análisis de varianza se identifica interacción por parte de las líneas estudiadas y el manejo fitosanitario para la variable porcentaje de calibre, es decir, la aplicación del fungicida si influyó sobre el porcentaje de calibre, ver en la tabla 23 (F= 1.46; Gl= 17; p =0.0381).

**Tabla 23**

*ADEVA para porcentaje de calibre de las líneas de cebada estudiadas*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grados de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	70	2.80	0.0013
Manejo	1	70	11.07	0.0014
Líneas:manejo	17	70	1.46	0.0381

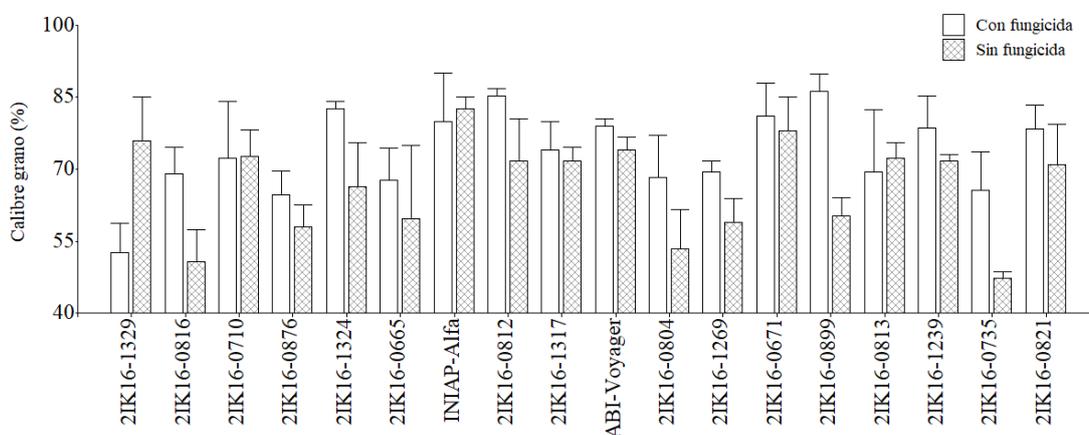
En la figura 36 que concierne al tratamiento fungico, el 27.78% de las líneas (INIAP-Alfa, 2IK16-0671, 2IK16-1324, 2IK16-0812 y 2IK16-0899) obtuvieron el mayor porcentaje de calibre que varía entre 80 a 86.3 % de calibre. Para el manejo sin fungicida, la línea 2IK16-1324 alcanzó el 82.6% considerándose como la mayor en su grupo, además las líneas 2IK16-1329 y 2IK16-0671 alcanzaron un promedio de 77% de calibre.

Por el contrario, la línea más deficiente que incluyen manejo fitosanitario fue la 2IK16-1329 con 52% de calibre, mientras que el 33.34% de las líneas que no incluye el tratamiento (2IK16-0735, 2IK16-0816, 2IK16-0804, 2IK16-0876, 2IK16-1269, 2IK16-0665) oscilan valores de 47.33 a 59.6% de calibre.

En la figura 36 es posible observar una gran diferencia influenciada por el manejo con fungicida en las líneas: 2IK16-0899 con 86.33% vs 60.33% con 26% de diferencia que corresponde a la mayor; 2IK16-0812 con 85.33% vs 71.67% con 13% de diferencia; otra línea que cumple esta condición, aunque con calibres bajos, es la 2IK16-0735 con 65.67% y 47.33% presentando una considerable diferencia de 18.3%.

**Figura 36**

*Interacción para % de calibre del grano entre líneas de cebada y manejo, Chaltura - Imbabura*



La variable calibre de grano se considera importante para el proceso de malteo, ya que siempre se procura seleccionar granos de cebada con calibres mayores a 2.5 mm los cuales se medirán sobre una zaranda del mismo diámetro; una línea se vuelve aceptable cuando el 80% de los granos quedan sobre la zaranda, es decir, 80 g. de los 100 g. de la cosecha total, lo que demuestra que la variedad presenta una baja tasa de granos delgados o partidos (Rivas, 2020). En el presente ensayo, solo el 27.78% de las líneas tratadas con fungicida sobrepasan los 80%, mientras que las líneas sin fungicida solo la línea 2IK16-1324 alcanzó el 82.6% de granos con esta característica.

El uso de nitrógeno en diversas dosis ayuda aumentar el calibre del grano y el rendimiento, utilizando 80 kg N/ha aplicado como urea en la etapa de macollaje, juntamente con 20 kg N /ha foliar tardía, incrementar en un 2.1% el tamaño del grano (Lopez, 2019). En el informe aquí presente se realizó la fertilización en época de siembra y en macollamiento utilizando urea al 46% en una dosis de 0.016 kg/m<sup>2</sup> (160 kg/ha), sin embargo, las líneas que superan el 80% del calibre solo corresponde 27.78% determinando así que la aplicación antifúngica no influye en el 71.22% de las líneas.

#### **4.2.9. Volcamiento o Acame**

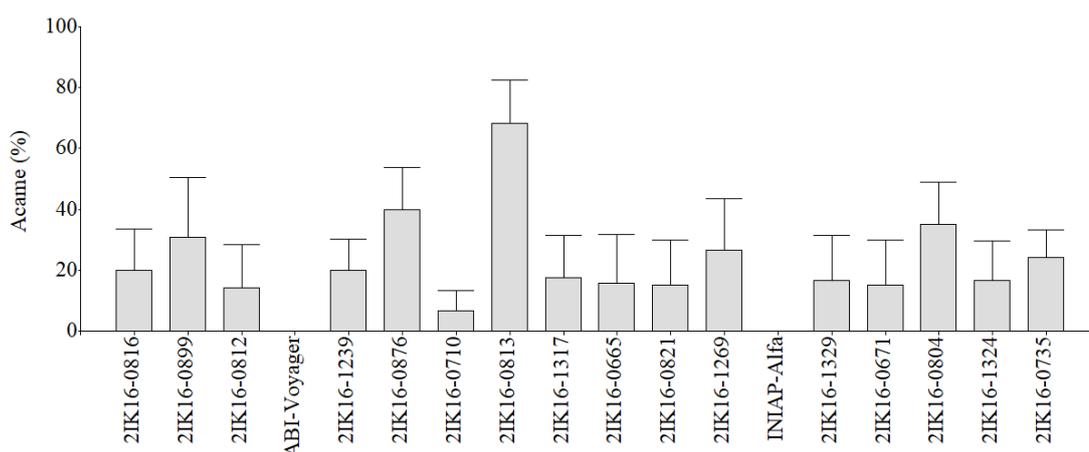
La tabla 24 correspondiente al volcamiento, muestra que no existe interacción entre las líneas evaluadas y el manejo fitosanitario, sin embargo, independientemente se expresa una diferencia entre las líneas y entre manejo.

**Tabla 24***ADEVA para acame en las líneas de cebada maltera estudiadas en Chaltura - Imbabura*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	70	1.98	0.0245
Manejo	1	70	24.01	<0.0001
Líneas:manejo	17	70	0.75	0.7417

En la figura 37 se puede observar que la línea 2IK16-0813 presenta una mayor susceptibilidad al acame en un 68.33% de las repeticiones, seguida por la línea 2IK16-0876 con un 40%, 2IK16-0804 con un 35% y 2IK16-0899 con un 30% de acame considerándose medianamente susceptibles según la misma escala establecida por (Abinbev, 2021).

Por otro lado, las líneas ABI-Voyager y INIAP-Alfa no reflejan afectación alguna entrando al grupo de alto nivel de resistencia al acame. Un 27% de las líneas pertenecen al grupo de mediana susceptibilidad al acame porcentaje al que corresponden 2IK16-0710 con 7%, 2IK16-0812 con 12%, 2IK16-0821, 2IK16-0671, 2IK16-0665 con 15%.

**Figura 37***Interacción líneas y Porcentaje de acame presente en líneas de cebada maltera evaluadas en Chaltura, Imbabura.*

Ríos et al., (2011) determinó que el hábito de crecimiento para líneas erectas, presentan mayor facilidad para realizar las labores agronómicas, sin embargo en el presente experimento, varias de las líneas de cebada evaluadas presentaron volcamiento, lo cual es considerado como una característica no deseable, ya que indica que el tallo no tiene la

capacidad de soportar el peso de la espiga frente a corrientes frías de viento presentes en la zona y por ende el cultivo tuvo un rendimiento menor al esperado.

Otro factor que influye en el acame es la altura de la planta, ante esto, Gutiérrez y Pérez (2022) expresan que la presencia de malezas provoca el desarrollo de tallos más largos y delgados con el fin de alcanzar la luz, son este tipo de plantas las que presentan más daños por volcamiento donde un aproximado de 30 a 70% de los tallos que alcanzan y superan el metro de altura tenderán a dañarse. Sin embargo, en nuestro experimento al haber realizado la aplicación de un herbicida (metsulfuron methyl) en todas las unidades experimentales y ver su efectividad a lo largo del ciclo productivo, se puede asumir que la afección de acame en la mayoría de ellas no se relaciona con las malezas.

En el estudio de Amaguaya (2022) realizado en Riobamba, la media para la longitud del tallo no superó los 73 cm de altura, mientras que en nuestra investigación la altura promedio del tallo llegó a 92 cm lo que justificando otra razón para la alta susceptibilidad de volcamiento de las líneas evaluadas. Y, por otro lado, en el estudio de Caluguillin (2023) el 47% de las líneas evaluadas presentó acame en al menos el 5% de los tallos de la planta, dado que el 40% de las líneas presentaban alturas mayores a los 100 cm.

#### 4.2.10. Rendimiento

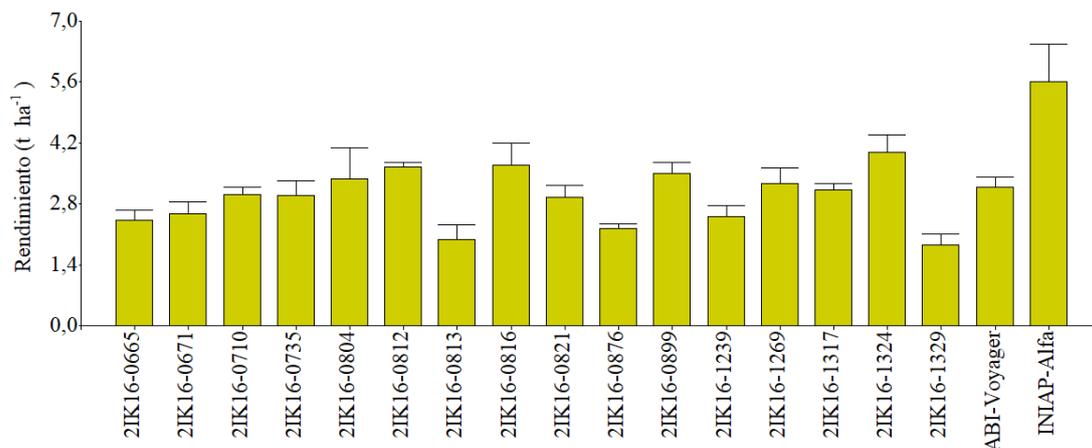
La tabla 25 indica el análisis de varianza para la variable rendimiento en la cual existe diferencia significativa solo en las líneas estudiadas ( $F= 5.61$ ;  $Gl= 17$ ;  $p < 0.001$ ).

**Tabla 25**

*ADEVA para el rendimiento alcanzado en las líneas de cebada*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grados de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	70	5.61	<0.0001
Manejo	1	70	0.52	0.4734
Líneas:manejo	17	70	1.05	0.4230

En la figura 38 se observa un mayor rendimiento en la línea INIAP Alfa con una media de 5.61 T/ha. Otras líneas con rendimientos elevados fueron la 2IK16-1324 que obtuvo una media 3.98 T/ha; la 2IK16-0816 y 2IK16-0812 obtuvieron una media de 3.67 T/ha. Por el contrario, las líneas con el rendimiento más bajo fueron: 2IK16-1329 con 1.85 T/ha; 2IK16-0813 con 1.99 T/ha; 2IK16-0876 con 2.23 T/ha; y 2IK16-0665 con 2.42 T/ha.

**Figura 38***Rendimiento alcanzado en líneas de cebada maltera evaluado en Chaltura, Imbabura*

En el ensayo de Amaguaya (2022) en Tunshi, las líneas evaluadas llegaron hasta 3.2 t/ha con la variedad 2IK16-0860, otras variedades como la 2IK16-0822, 2IK16-1184, 2IK16-0671 mantienen medias de 3.1 t/ha, la línea 2IK16-0665, 2IK16-1324 y 2IK16-0710 promedian una media de 3 T/ha. En el actual ensayo, las líneas evaluadas presentan un rendimiento entre 3.6 t/ha y 3.9 t/ha, incluso la línea INIAP Alfa destaca entre todas con 5.6 t/ha, superando los valores obtenidos en el ensayo de Amaguaya.

#### 4.2.11. *Peso hectolítrico*

En el análisis estadístico para la variable peso hectolítrico se evidencian diferencias significativas entre las líneas evaluadas y el manejo fitosanitario interactuando entre sí ( $F=0.90$ ;  $Gl=17$ ;  $p=0.0489$ ) ver tabla 26.

**Tabla 26***ADEVA para la variable peso hectolítrico en las líneas de cebada maltera*

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	70	4.02	<0.0001
Manejo	1	70	21.90	<0.0001
Líneas:manejo	17	70	0.90	0.0489

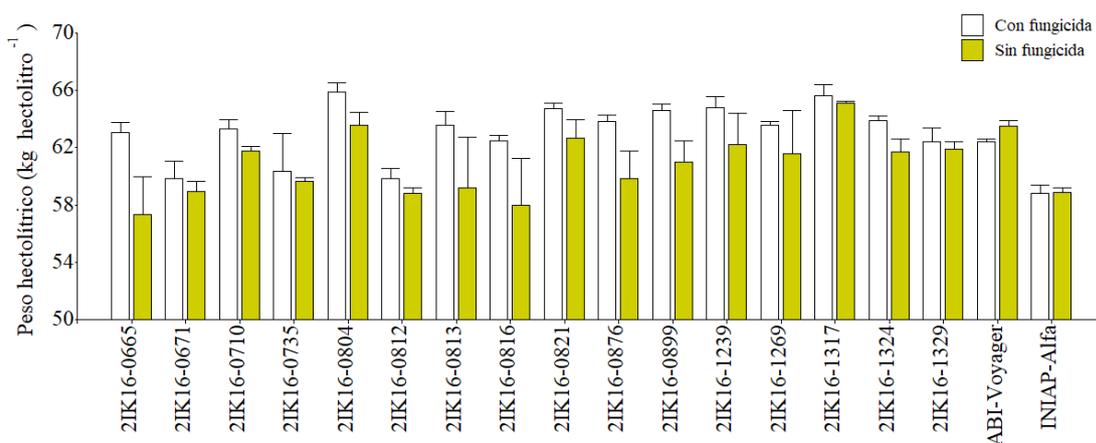
En la figura 39, con referencia a las líneas con manejo con fungicida, se revela que el 33.7% (2IK16-0804, 2IK16-1317, 2IK16-1239, 2IK16-0821 y 2IK16-0899) destacan en alcanzar el mayor peso hectolitrito promediando un valor de 65.25 kg/hl. Por el contrario, para el manejo sin fungicida, el 27.87% de las líneas (2IK16-1317, 2IK16-0804, ABI-

Voyager, 2IK16-0821, 2IK16-1239) alcanzan el mayor peso con 63.4 kg/hl. Dentro del manejo fitosanitario, el 38.89% de las líneas (2IK16-1324, 2IK16-0876, 2IK16-1269, 2IK16-0813, 2IK16-0710, 2IK16-0665) alcanzan un rango de 63.07 a 63.90 kg/ha. El 16.67% de las líneas (2IK16-0816, ABI-Voyager, 2IK16-1329) promedian 62.44 kg/ha. Y, por último, la línea 2IK16-0735 alcanza 60.37 kg/hl. Se puede observar que la aplicación de fungicida no influye en las líneas 2IK16-1317 e INIAP Alfa ya que alcanzan pesos similares sin importar el manejo.

El 16.67% de las líneas (INIAP-Alfa, 2IK16-0812, 2IK16-0671) con manejo fitosanitario obtuvieron el menor peso hectolitrito con una media de 59.5 kg/hl. Para el manejo sin fungicida, el 44.45% de las líneas (2IK16-0665, 2IK16-0816, 2IK16-0812, INIAP-Alfa, 2IK16-0671, 2IK16-0813, 2IK16-0735, 2IK16-0876,) llegan a un promedio de 58.82 kg/hl. Se puede observar que las líneas INIAP-Alfa, 2IK16-0812, 2IK16-0671 reinciden con un bajo rendimiento sin importar el manejo fitosanitario.

**Figura 39**

*Peso hectolitrito obtenido por las líneas evaluadas y su interacción con el manejo fitosanitario*



Andrade (2020) realizó un estudio sobre la caracterización fisicoquímicas de nueve líneas de cebada maltera aplicando métodos tradicionales, el autor detalla que el peso hectolítico del grano es un parámetro fundamental en la determinación de calidad y rendimiento de los productos malteros, por lo que debe alcanzar un promedio de 60.3 kg/hl. Relacionando ese valor con los resultados del presente ensayo, se encontró que la línea 2IK16-0735 que incluye fungicida, alcanza con precisión dicho valor, resultando la variedad más viable para la elaboración productos malteros.

Tomando en cuenta lo señalado por Navarrete (2015) es posible establecer que el 72.7% de las líneas con manejo fitosanitario se encuentra dentro del rango adecuado para elaborar productos malteros, puesto que en ese porcentaje de líneas se presentó una media de 60.3 kg/hl, sin embargo, se descarta el 27.3% de las líneas restantes, ya que se encuentran con un valor menor al 60.3% resultandos no aptos ni adecuadas para la industria cervecera.

Rani y Bhardwaj (2021) aseguran que cualquier afección relacionada al transporte de nutrientes al grano durante la fase de llenado reduce el peso hectolítrico, así, los pesos altos provenientes de las líneas de cebada indican un grano sano que se desempeña bien en el proceso de malteado.

### 4.3. Enfermedades

Para la evaluación de las enfermedades se debe considerar algunos parámetros como lo afirma Velasco et al., (2020) que para que se produzca el desarrollo y proliferación de las enfermedades fúngicas, se requieren condiciones agroclimáticas con temperaturas que oscilan entre los 15 y 23 °C, tomando como referencia este dato en conjunto con las condiciones ambientales de Chaltura que oscilaron los 15 a 25 °C durante el experimento, se explica la incidencia y severidad de las enfermedades fungosas en las líneas evaluadas.

#### 4.3.1. *Roya Parda o Amarilla (Puccinia graminis f. sp.)*

Mediante el análisis estadístico para la variable severidad de roya parda, se puede verificar la interacción entre las líneas evaluadas y el manejo fitosanitario con valores estadísticos significativos, (F= 1.68; Gl= 17; p =0.0449), ver en la tabla 27.

**Tabla 27**

*ADEVA para la enfermedad Roya Parda en el cultivo de cebada*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grado de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	1150	3.65	<0.0001
Manejo	1	1150	60.35	<0.0001
Líneas:manejo	17	1150	1.68	0.0449

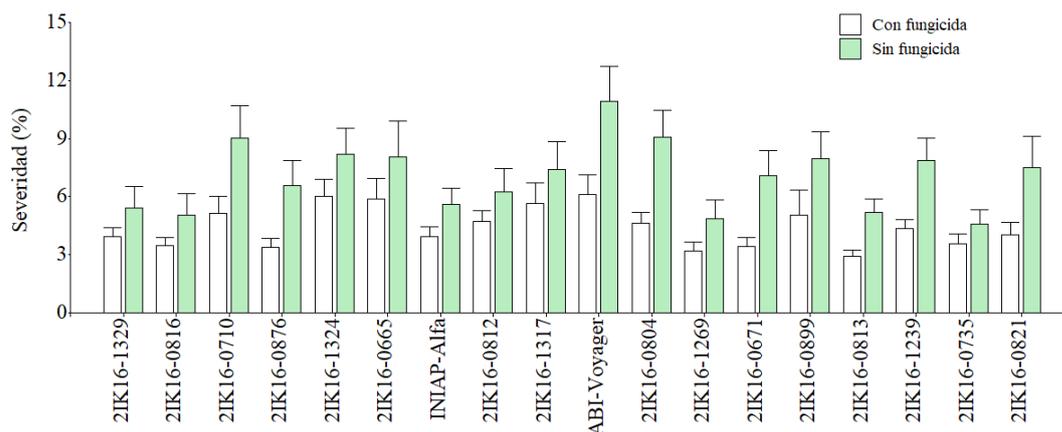
El análisis de Fisher, en la figura 40 se evidencia que la mayor severidad de roya parda se encuentra en las líneas sin manejo fitosanitario donde la ABI-Voyager registra un daño del 10.9%; las líneas 2IK16-0804, 2IK16-0710 ,2IK16-1324, 2IK16-1239 y 2IK16-0899 presentaron una afectación inferior al 10% de severidad. Del mismo modo, pero en las líneas que se aplicó tratamiento antifúngico se presentó una severidad menor al 7%, entre ellas: 2IK16-1324, ABI-Voyager, 2IK16-0665, 2IK16-0812, obteniendo una diferencia aproximada del 3% entre tratamientos lo cual indica que la aplicación del fungicida reduce el nivel de afección de este hongo. También se puede determinar que, la variedad Avi Voyager es susceptible a este hongo independientemente del manejo, ya que, con y sin la aplicación antifúngica alcanza el mayor porcentaje de severidad en todo el experimento.

El 27.78% de líneas que incluyen manejo fitosanitario (2IK16-0813 2IK16-1269, 2IK16-0671, 2IK16-0876, 2IK16-0735) mostraron la mayor resistencia a esta enfermedad, ya que están por debajo del 3.6% de severidad de roya parda. En cuanto a las líneas más resistentes sin manejo fitosanitario el 22% obtuvieron una severidad media menor al 5.2%

de daños, por ejemplo, la 2IK16-0735, 2IK16-1269, 2IK16-0816 y 2IK16-1329. Ninguna línea presentó poder varietal ya que todas tuvieron afectaciones en diferentes proporciones sin muestra de genes resistentes, no obstante, la aplicación de fungicida reduce notablemente el daño logrando controlar esta enfermedad.

#### Figura 40

*Porcentaje de severidad para roya amarilla que alcanzan las líneas de cebada maltera estudiadas*



Agroatlas (2009) menciona que para un desarrollo de la enfermedad se deben presentar temperaturas entre 15 a 20 °C con presencia de lluvias de más de 6 horas, esto influye directamente sobre la enfermedad provocando mayor incidencia de la infección hospedera, el cultivo tiene que presentar de 6 a 8 horas en estas condiciones. Para el actual ensayo realizado en Chaltura, se registró una precipitación acumulada de 255.5 mm, además en ciertos días se registró precipitaciones exageradas de 30, 20 y 10 mm de lluvia durante más de 6 horas al día lo que probablemente podría justificar la incidencia de esta enfermedad.

Por otro lado, el Sistema Productos Oleaginosas (2019) describe que, la nube de esporas es liberadas cuando las plantas enfermas son agitadas por el viento o por personas que accidentalmente rozan las áreas infectadas por roya, del mismo modo, las personas que muestrean la roya pueden transportar esporas desde un lugar a otro por medio de las prendas de vestir, si esta se expone a las esporas se debe prevenir a la dispersión en áreas no afectadas. En la parcela del presente ensayo, al estar ubicada en la Granja Experimental la Pradera, fue utilizada también para impartir clases demostrativas en cátedras como diseño experimental, manejo integrado de plagas y enfermedades, post cosecha, entre otras., donde la afluencia de estudiantes se presentaba en repetidas ocasiones, esto pudo provocar una diseminación de roya a través de las prendas de vestir.

El estudio de Couretot et al., (2015) señala que la enfermedad roya parda se presenta a partir del macollaje por lo que es posible prevenir daños y pérdidas en el rendimiento a través de la aplicación de fungicidas que mejoran la producción a través del peso de los granos que pueden alcanzar hasta los 5500 kg/ha, el autor registró pérdidas de 7.3% por cada 10% de severidad de roya parda en el cultivo porcentaje que es posible reducir si se aplica

fungicida. En nuestro experimento a nivel general, se demostró que, al aplicar un tratamiento antifúngico, el nivel de severidad para roya parda es inferior al 5.2 % el cual no presentó perdidas notables a través de un análisis de correlación.

#### 4.3.2. *Roya lineal o de la hoja (Puccinia striiformis f. sp. hordei)*

En la tabla 28 se identifica que para la variable severidad de roya lineal, existe diferencias estadísticas significativas entre las fuentes de variación, es decir entre líneas estudiadas y manejo fitosanitario (F= 3.13; Gl= 17; p <0.001).

**Tabla 28**

*ADEVA para la severidad de roya lineal en el cultivo de cebada y el manejo fitosanitario*

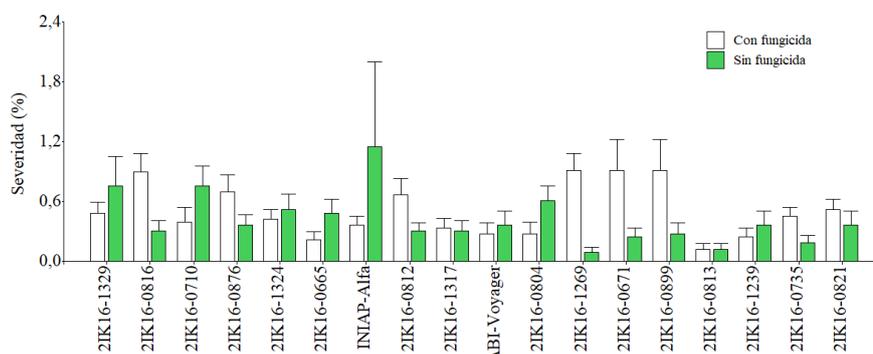
Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	1150	1.58	0.0623
Manejo	1	1150	8.80	0.0031
Líneas:manejo	17	1150	3.13	<0.0001

En la figura 41 es posible evidenciar como, de entre todas las demás líneas, la variedad INIAP ALFA tratada con fungicida alcanza el mayor índice de severidad en todo el ensayo con 1.15%. Por otro lado, la línea con menor afección pertenece al manejo sin fungicida, siendo la línea 2IK16-1269 con 0.09% de severidad que, no obstante, con el manejo de fungicida alcanzó aproximadamente 1% mayor severidad.

El porcentaje de severidad para esta enfermedad en este experimento al ser menor del 3% en todas las líneas estudiadas, se comprende que solo dicho porcentaje en las líneas alcanzaron su mayor nivel de afección resultando ser accesiones de cebada maltera tolerantes según el índice de evaluación del (INIAP, 2008). Se puede aseverar que las accesiones estudiadas bajo las diferentes condiciones agronómicas otorgadas no tienen mayor afección por esta enfermedad.

**Figura 41**

*Porcentaje de severidad para roya lineal en el experimento de cebada maltera evaluado en Chaltura, Imbabura.*



Volviendo a mencionar el estudio AgroAtlas (2009) y Montes (2012) quienes mencionan que la enfermedad de la roya se desarrolla y acelera ante diversas condiciones climáticas, esta premisa se la puede corroborar con el bajo nivel de severidad (menor a 1.2%), de la enfermedad ya que las condiciones climáticas del presente ensayo fueron de 20 a 23° C con una precipitación de 255.55 mm. Por el contrario, en un experimento realizado por Sánchez (2011) se alcanzó un índice de severidad de hasta el 15% en una línea llamada INIAP-Cañicapa 2003, las temperaturas en dicho lugar oscilaron entre 13 a 15° C con una precipitación media de 203.55 mm durante el experimento.

La forma más económica para controlar la roya lineal es procurar el uso de variedades resistentes, no obstante, hay que tener en cuenta que las enfermedades tienden a mutar y adaptarse lo que desarrolla nuevas razas del patógeno ante los cuales las plantas tiene una adaptabilidad ineficiente a dichos genotipos, para prevenir este efecto es aconsejable aplicar fungicidas, preferentemente entre el macollamiento y el espigamiento para evitar la infección de la hoja bandera (Montes, 2012).

#### 4.3.3. Mancha en red (*Pyrenophora teres*)

Mediante el análisis estadístico para la severidad de mancha en red, se puede determinar que existe interacción entre las líneas estudiadas y el manejo fitosanitario, ver en la tabla 29 (F= 1.90; Gl= 17; p=0.0348).

**Tabla 29**

*ADEVA para severidad de mancha de red en el cultivo de cebada y el manejo fitosanitario*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grados de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	1150	12.78	<0.0001
Manejo	1	1150	23.24	<0.0001
Líneas:manejo	17	1150	1.90	0.0348

En la figura 42 se observa que el nivel de severidad en todo el experimento es menor al 20%, las líneas más resistentes tratadas con fungicida son: 2IK16-1317, ABI-Voyager, 2IK16-0812 y 2IK16-1324 con menos del 6.42% de severidad. Así mismo, las líneas más resistentes sin manejo fitosanitario fueron la 2IK16-1317, Avi Voyaer, INIAP-Alfa, 2IK16-1324, 2IK16-0665 y 2IK16-0899 con una severidad menor al 6.2%. También se puede observar que la línea 2IK16-1317 y ABI-Voyager son las más resistentes independientemente del manejo demostrando poder varietal ante esta enfermedad.

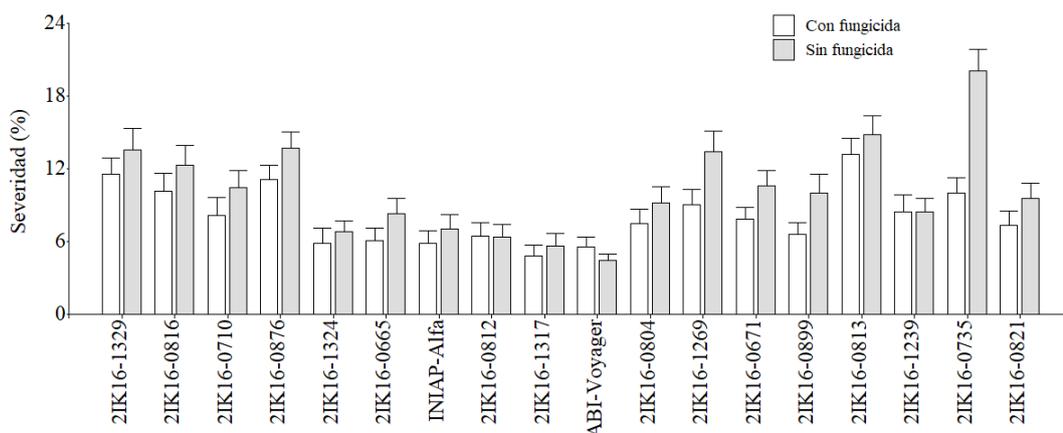
Por el contrario, para el manejo sin fungicida, el 27,78% de las líneas: correspondientes a 2IK16-0735 con 20%, 2IK16-0813 con 14.78%, 2IK16-0876 y 2IK16-1329 con una media de 13.55%, y 2IK16-0816 con 12.31% de severidad, resultaron ser las líneas más susceptibles al ataque de mancha en red. Para las líneas que, si incluyen el manejo

con aplicación de fungicida, el 38.8% de las líneas (2IK16-0813, 2IK16-0876 y 2IK16-1329 obtuvieron una severidad entre el 11.5% al 13.15% y las líneas 2IK16-0735, 2IK16-0821, 2IK16-0804 y 2IK16-0899 con un promedio de 9.6%) las cuales resultaron las más susceptibles al ataque de mancha en red. Se puede verificar que las líneas 2IK16-0813, 2IK16-0876, 2IK16-1329, 2IK16-0735 y 2IK16-1239 tienen mucha similitud en cuanto a la severidad sin importar la interacción del fungicida.

A nivel general, las líneas tratadas con el fungicida tebuconazol reducen el nivel de severidad causado por el hongo mancha de red especialmente en las líneas 2IK16-0735 y 2IK16-1329. Aparentemente esta molécula reacciona y controla de forma eficaz contra esta enfermedad, no obstante, si se desea evaluar a fondo los efectos del fungicida es recomendable experimentar con otras moléculas para poder ver la eficacia de cada uno en diferentes enfermedades y poder realizar una selección de un producto que brinde una eficiente alternativa de control, pero no como erradicación.

**Figura 42**

*Porcentaje de severidad de la mancha de red en las líneas de cebada maltera.*



El estudio de Ayo (2015) se centró en evaluar la resistencia de la cebada maltera ante la presencia de roya amarilla, con este ensayo se descartaron un gran número de variedades experimentales ya que eran susceptibles a varias enfermedades incluida la mancha de red donde el índice de severidad alcanzaba hasta el 21% de las plantas, estos valores además de reflejar la poca resistencia de la variedad, indica poca viabilidad para mejoramiento genético, por lo que la línea 21k16-0735 sería descartada de entre las líneas provisorias al presentar la mayor severidad de todo el experimento con aproximadamente el 20% de afección, todas las demás líneas se encuentran debajo del 16% de severidad.

El estudio de Vahamidis (2020) encontró que, durante la fase inicial de llenado de grano, se observaron altas tasas de severidad de la enfermedad mancha de red, lo que redujo significativamente el rendimiento de los granos debido a una disminución en el peso

promedio. Esta experiencia demostró que el uso de fungicidas foliares aumentó el peso de 1000 granos en un 5%. Esta información se corrobora en la variable peso de 100 granos antes mencionada.

#### 4.3.4. Escaldaduras (*Pyrenophora teres*)

El análisis estadístico para la variable severidad de escaldadura muestra que existe una interacción entre las líneas estudiadas y el manejo fitosanitario, ver a continuación en la tabla 30 (F= 1.69; Gl= 17; p=0.0348).

**Tabla 30**

*Adeva para la severidad de en el cultivo de cebada y el manejo fitosanitario*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Grados de Libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	17	1150	18.30	<0.0001
Manejo	1	1150	5.98	<0.0001
Líneas:manejo	17	1150	1.69	0.0384

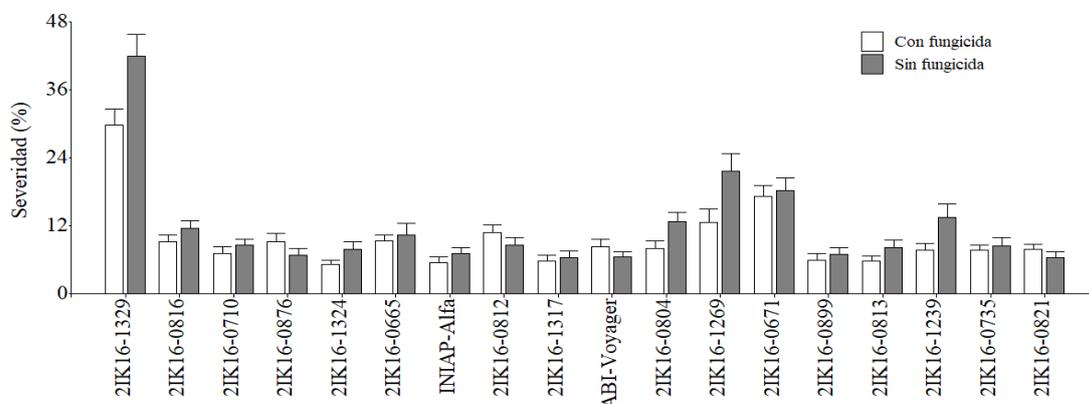
Mediante la figura 43, se puede afirmar que el manejo con fungicida el 33.3% de las, líneas supera el 10% de severidad, pero el 66.6 % posee valores inferiores al 10%. Así mismo, para el manejo sin fungicida el 16.6% supera el 10% de severidad, por lo tanto, el 83.4% de las líneas para este tratamiento resultan con valores inferiores al 10%.

También se puede observar que existe una reacción contundente a la severidad por parte de la línea 2IK16-1329 y que con y sin tratamiento fitosanitario alcanza valores 30% y 42% respectivamente, considerados como los índices más altos de todo el ensayo. Esta línea aparentemente demuestra un efecto genético ya que su susceptibilidad es independiente al manejo al tener fuertes afecciones en ambos casos.

El 27.78% de las líneas sin aplicación de fungicida que corresponden a 2IK16-1269 2IK16-0671, 2IK16-1239, 2IK16-0804 y 2IK16-0665, obtuvieron una afección que oscilan entre el 10.4% al 21.58% alcanzando la mayor severidad frente a las variedades tratadas con fungicida donde el 12.6% de las líneas siendo: 2IK16-0671, 2IK16-1269 y 2IK16-0812, obtuvieron una severidad entre 10% al 17% alcanzando la mayor afección para este tratamiento. Por último, el 77% de las líneas evaluadas demuestran menos afección al ser tratadas con manejo fitosanitario con lo que se concluye que el fungicida controla la enfermedad permitiendo rendimientos más altos.

**Figura 43**

*Severidad de la escaldadura alcanzada en las líneas de cebada maltera estudiadas en Chaltura – Imbabura.*



En el ensayo realizado por Simbaña (2023) se evaluó 15 variedades de cebada maltera entre ellas INIAP Alfa en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP con condiciones de temperatura media que rondan los 13.5 °C, una humedad relativa de 76.1% y una precipitación anual de 632 mm, de entre las variedades evaluadas, dos líneas presentaron más de 40% de afectación por escaldadura que, comparado con el porcentaje más elevado de dicha enfermedad en las condiciones de Chaltura del presente ensayo (42%) es un indicador de que la temperatura no es el único factor que vulnera a la cebada de esta enfermedad. Por ello, no se descarta la posibilidad de que otros factores hayan influido para que la severidad sea mayor en ciertas líneas.

Así mismo, en el experimento de Flores (2023) quien también llevó a cabo su investigación en la localidad de Chaltura, recalca la importancia del poder varietal de cada línea siendo este el responsable de la resistencia a esta enfermedad, al igual que la eficiencia de la molécula del fungicida aplicado, en nuestro caso Tebuconazol.

Tras este estudio se pudo determinar que la línea 2IK16-1239 al aproximarse al 42% de afectación por escaldadura, no posee material genético óptimo que le permita adaptarse resultando intolerante al ataque de escaldaduras o de otra forma se recomienda aplicar otra molécula diferente al tebuconazol para evaluar la reacción de severidad en esta línea con dicho ingrediente activo.

#### **4.3.5. *Septoria* (*Septoria passerinii* Sacc.)**

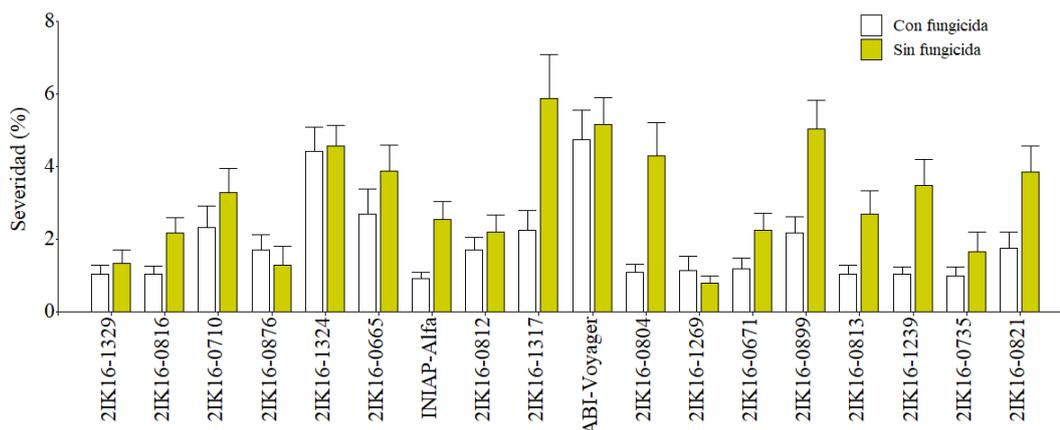
A través del análisis estadístico para la variable severidad de la enfermedad septoria, se puede observar que existen diferencias significativas entre las líneas estudiadas y el manejo fitosanitario, ver en la tabla 31 ( $F= 1.58$ ;  $G1= 17$ ;  $p=0.0334$ ).

**Tabla 31***Adeva para la severidad de septoria en el cultivo de cebada y el manejo fitosanitario*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Grados de Libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	17	1150	8.74	<0.0001
Manejo	1	1150	38.39	<0.0001
Líneas:manejo	17	1150	1.58	0.0334

En la figura 44, se reconoce que el porcentaje de severidad es inferior al 10% en todo el ensayo. Las líneas sin aplicación del fungicida 2IK16-1317, 2IK16-0899 y 2IK16-0804 alcanzaron un promedio de 5% de severidad convirtiéndose en las accesiones con mayor susceptibilidad a la enfermedad septoria. Para el manejo con fungicida, la línea 2IK16-1324 y ABI Voyager poseen una severidad media del 5% aproximadamente.

El 77.7% de las líneas que incluye manejo fitosanitario y el 88.8% de las líneas sin manejo, obtienen valores inferiores al 4%. También es importante recalcar que las líneas 2IK16-1329, 2IK16-0876 y 2IK16-1269 independientemente del manejo, obtienen una severidad inferior al 2% lo cual aparentemente este ligado una condición genética ante la tolerancia de estas líneas contra la enfermedad septoria. Para este caso, también se puede asumir que el fungicida lleva a cabo el control de un menor indicio de severidad en las líneas estudiadas.

**Figura 44***Severidad para el porcentaje de severidad de septoria en las líneas de cebada estudiadas en Chaltura – Imbabura.*

Pereyra (2013) reconoce a la septoriosis como una enfermedad relevante de la cebada, esta se da tras la presencia prolongada de agua sobre el follaje, especialmente cuando la planta se encuentra en fase de floración y espigamiento, para ello el autor recomienda el uso de fungicidas durante dichas fases lo que reduce la severidad de septoria sobre las plantaciones de cebadas. En Ecuador, los cultivos de cereales se ven altamente afectados por

enfermedades como la septoria, puesto que la enfermedad muta constantemente y con facilidad (Ponce et al., 2019).

Por lo general las manchas foliares provocadas por la presencia de septoria, se presentan cuando el clima es fresco (10-15°C) y prolongadamente húmedo con altas precipitaciones seguido de días parcialmente nublados, dado que las condiciones de Chaltura difieren a las requeridas para la proliferación de la enfermedad, se obtuvieron porcentajes bajos en el ensayo aquí desarrollado (Erreguerena et al., 2019).

#### 4.3.6 Correlaciones canónicas entre enfermedades y variables de rendimiento

##### a. Matriz de correlación

La tabla 32 muestra que existe una correlación entre las variables mancha de red y calibre de grano, es decir que el ataque de mancha de red influye en el crecimiento del grano pese a que el nivel de correlación es mínimo.

**Tabla 32**

*Matriz de correlación entre variables de rendimiento y el ataque de enfermedades*

	<b>Rendimiento</b>	<b>Calibre</b>	<b>Peso hectolítrico</b>	<b>Mancha en red</b>	<b>Escaldadura</b>
<b>Rendimiento</b>	1.00	0.08	0.04	-0.30	-0.29
<b>Calibre</b>	0.08	1.00	0.23	-0.43	-0.10
<b>Peso Hectolítrico</b>	0.04	0.23	1.00	-0.32	-0.13
<b>Mancha en red</b>	-0.30	-0,43	-0.32	1.00	0.29
<b>Escaldadura</b>	-0.29	-0.10	-0.13	0.29	1.00

##### b. Correlación canónica

En la tabla 33 corresponde a las correlaciones canónicas, presenta un valor de p inferior a 0.05 corroborando que existe una influencia entre el ataque de enfermedades con respecto al calibre de grano, no obstante, el valor de R<sup>2</sup> nos demuestra el porcentaje de correlación que poseen estas dos variables y al ser igual a 0.31 o el 31% significa que la correlación es parcialmente baja y que el 69% de la afección al calibre del grano es producido probablemente por otras variables como volcamiento, nutrición, manejo agronómico o por condiciones agrometeorológicas.

**Tabla 33***Correlaciones canónicas*

	<b>L(1)</b>	<b>L(2)</b>
<b>R</b>	0.56	0.20
<b>R<sup>2</sup></b>	0.31	0.04
<b>Lambda</b>	43.39	4.08
<b>GI</b>	6.00	2.00
<b>p-valor</b>	9.8E-08	0.13

**4.4. Costos de producción**

En la tabla 34 se observa un resumen de los resultados del costo de producción de cebada maltera por hectárea con aplicación antifúngica, los valores de los costos detallados se disponen en el anexo 3.

**Tabla 34***Costo de producción de cebada maltera con fungicida*

	<b>Subtotal</b>	<b>%</b>
<b>Costos directos</b>	1284,44	80
<b>Costos indirectos</b>	361,41	20
<b>TOTAL</b>	<b>1645,85</b>	<b>100</b>

En la tabla 35 se observa un resumen de los resultados del costo de producción de cebada maltera por hectárea sin aplicación de fungicida, los valores de los costos detallados se observan en la sección del anexo 4.

**Tabla 35***Costo de producción de cebada maltera sin fungicida*

	<b>Subtotal</b>	<b>%</b>
<b>Costos directos</b>	1241,62	80,12
<b>Costos indirectos</b>	361,41	19,88
<b>TOTAL</b>	<b>1603,03</b>	<b>100</b>

A través de las tablas antes mencionadas que explican los costos de producción y es posible determinar que entre tratamientos fitosanitarios existe diferencia en el costo de producción, pues el manejo que incluye fungicidas resulta 42.82\$ más costoso al sumar el precio de los insumos antifúngicos y de la mano de obra.

**Tabla 36***Ingresos estimados de líneas con mayor rendimiento*

<b>Líneas Promisorias</b>	<b>2IK16-0804</b>	<b>2IK16-0899</b>	<b>2IK16-0812</b>	<b>2IK16-1324</b>
<b>Rendimiento kg/ha</b>	3380	3490	3640	3980
<b>Quintales/ha</b>	75,11	77,56	80,89	88,44
<b>P.V.P</b>	22	22	22	22
<b>Total</b>	1652,44	1706,22	1779,56	1945,78
<b>Costo producción</b>	1629,41	1629,41	1629,41	1629,41
<b>Utilidad</b>	23,03	76,81	150,15	316,37
<b>Relación b/c</b>	1,01	1,05	1,09	1,19
<b>Costo unitario por sacco</b>	21,69	21,01	20,14	18,42
<b>Ingreso por sacco</b>	0,31	0,99	1,86	3,58

En la tabla 36 se observa un análisis y comparativa de los ingresos entre las líneas que alcanzaron el mayor rendimiento, cabe mencionar que todas ellas llevan incluido el manejo antifúngico. La línea la cual se espera tener un mayor retorno monetario resulta la **2IK16-1324** ya que alcanza los 3.58\$ de ganancia por sacco producido, así mismo una relación beneficio costo de 1.19.

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

El estudio de 18 líneas de cebada maltera mostró que el tratamiento fitosanitario tuvo un impacto significativo en varias variables, incluyendo la fenología, el rendimiento y la calidad del grano. A pesar de que el tratamiento fitosanitario retrasó y aceleró ligeramente el ciclo de crecimiento de las plantas en sus diferentes fases fenológicas, al final, en la fase de maduración no existió diferencias significativas por la influencia del fungicida, con esto se puede asumir que el manejo fitosanitario no influye en la precocidad de las líneas.

El experimento revela que, durante el ciclo del cultivo, el volcamiento fue la principal causa de la disminución del rendimiento, y el tratamiento fitosanitario no tuvo un impacto significativo en la variable de rendimiento, con un 78% de las líneas que no alcanzaron cifras superiores a 4 toneladas por hectárea, con la excepción de INIAP-Alfa. En cuanto al peso hectolítrico, el 88% de las líneas tratadas con fungicida superaron el estándar de calidad de 60.3 kg/hl, destacando con la accesión 2IK16-0804. Para el peso de 1000 granos, alrededor del 38% de las líneas con fungicida superaron el valor óptimo estándar, llegando incluso a 60g con la línea 2IK16-0671. Para el calibre de grano, el 94% de las accesiones sin fungicida y el 78% con fungicida no cumplieron con el diámetro adecuado, principalmente debido al acame y su impacto en el llenado del grano.

A pesar de las enfermedades comunes en Ecuador, como la roya, la mancha de red, la escaldadura y la septoria, la severidad de estos ataques se redujo significativamente con la aplicación de fungicida en todas las líneas de cebada maltera estudiadas. La escaldadura fue la enfermedad más prevalente, afectando al 27.78% de las líneas, pero no tuvo un impacto significativo en la producción. Tras un análisis económico, se encontró que los costos de producción para los tratamientos fitosanitarios variaban ligeramente, con un incremento de 31\$ en el tratamiento con fungicida en comparación con el tratamiento sin fungicida. La relación beneficio-costo más alta la obtuvo la línea 2IK16-1324 debido a su alto desempeño en cuanto a rendimiento y resistencia a enfermedades. En resumen, las líneas destacadas en aspectos agronómicos, fitosanitarios y económicos son 2IK16-0899, 2IK16-0821 y 2IK16-1324, con esta última sobresaliendo como la líder en el estudio (Anexo 5 y 6).

## 5.2. Recomendaciones

Se recomienda comparar si las líneas elegidas como promisorias presentan resultados similares o mejores en otras condiciones agroclimáticas y sobre eso establecer las próximas accesiones candidatas a nuevo ciclo de evaluación. Las líneas aptas para la repetición del ensayo corresponden a: 2IK16-0899, 2IK16-0821, 2IK16-1324, 2IK16-0804 2IK16-0671, y 2IK16-1317 mismas que fueron seleccionadas por su alto desempeño en el rendimiento y en su tolerancia ante enfermedades fúngicas.

A pesar de no alcanzar una media deseada en la variable rendimiento (t/ha), en la próxima selección de líneas de cebada maltera se recomienda repetir las líneas varietales con el mayor rendimiento alcanzado siendo estas: 2IK16-0899, 2IK16-1324, entre otras. Se recomienda reforzar la dosis de fertilización especialmente en nitrógeno para aumentar la producción, dado que es un cultivar demandante de dicho macroelemento con el fin de determinar el potencial genético de cada material.

Se recomienda realizar ensayos donde se prueben diferentes concentraciones de nutrimentos para poder identificar el potencial varietal de las líneas en base a variables como: peso hectolítrico, calibre, peso de 1000 semillas, macollamiento, y el desarrollo óptimo de la planta, de esta forma poder seleccionar la variedad y la dosis más adecuadas.

## REFERENCIAS

- Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. (2022). Índices y escalas utilizadas en ciertas tecnologías de la prestación ortoprotésica (Protetización del Sistema Osteoarticular) AETS. Informe técnico del Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad y Consumo Madrid. <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=07/11/2012-c27c8b55c2>
- Agricultura Razonable. (2018). El cultivo de la Cebada . West Analítica y Servicios .
- Amaguaya, G. (2022). Evaluación de la adaptación y comportamiento productivo de ciento cuarenta y cuatro líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la estación experimental Tunshi. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17218/1/13T01000.pdf>
- Abinbev,. Taylor, J. (2021). Manual de cultivo de Cebada Cervecera. Industria Bavaria Colombia. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20de%20cebada%20-%20Colombia..pdf>
- Aldaba, I. (2013). Identificación de líneas mutantes de cebada (*Hordeum vulgare* L.) Con valor agronómico y calidad en una población m8 de la variedad una - la molina 96 desarrollada con radiación gamma. Tesis de pregrado Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima- Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1497/F30-A42-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Acan, S. (2022). Evaluación de tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), en la estación experimental Tunshi. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17456/1/13T01024.pdf>
- Alpusig, M. (2012). Desarrollo y evaluación de la elaboración de una sopa instantánea a partir del arroz de cebada (*Hordeum vulgare*) tostada y sin tostar con dos centraciones de harina quinua y trigo, y dos saborizantes artificiales (res y pollo). Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/jspui/bitstream/27000/2649/1/T-UTC-00185.pdf>
- Ayo , R. (2015). Evaluación de la resistencia a Roya Amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. hordei) y Roya de la hoja (*Puccinia hordei*) en el Germoplasma Promisorio de Cebada (*Hordeum vulgare* L.) del INIAP en dos localidades. Tesis de pregrado, Pichincha Quito, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4539>
- Benalcazar Teran, D. I. (2010). Introducción y evaluación agronómica de 7 cultivares y 2 líneas promisorias de 86 trigo (*triticum vulgare* L.) en 3 localidades de la provincia de Chimborazo. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/664/1/13T0687%20.pdf>
- Cajamarca, B., Montenegro, S, (2015). Selección de una línea promisorio de cebada (*Hordeum vulgare* L.) Bio – fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur ecuatoriana. Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca facultad

- de Ciencias Agropecuarias carrera de Ingeniería Agronómica. Cuenca- Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23473>
- Caluguillin Quishpe, E. C. (2023). Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum Vulgare* L.) en La Granja Experimenta “La Pradera” Chaltura, Imbabura. Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13683>
- Calvo, A. (2020). Guía rápida para el cultivo de cebada. Agrotima Blog de Agricultura. <https://www.agroptima.com/es/blog/guia-rapida-para-el-cultivo-de-cebada/>
- Campuzano, F., Avendaño, Y Luque, Y. (2022). Comportamiento productivo y estabilidad fenotípica de *Hordeum vulgare* L. en Colombia. *Artículo científico Scielo ,Agronomía Mesoamericana*, 33(1). <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v33n1/2215-3608-am-33-01-00002.pdf>
- Carrillo, F., y Minga, E. (2021). Caracterización agronómica de 16 variedades de cebada maltera realizadas en el centro experimental Tunshi. *Revista Científico-Académica Multidisciplinaria* ISSN: 2550-682X. <https://www.polodelconocimiento.com/>
- Castillo, L. (2020). Adaptación de setenta y dos líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) accesión 02 – 2019 ABE inbev en la granja experimental Tunshi, cantón Riobamba. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17175/1/13T00987.pdf>
- Chicaiza, K. (2014). Evaluación del efecto del fraccionamiento del nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano y validación de fungicidas y épocas de aplicación para el control de enfermedades en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.) en el Laguacoto III, cantón Guaranda. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda. <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1125>
- Coronel, J. y Jiménez, C. (2011). Guía práctica para los productores de cebada de la sierra sur. Boletín divulgativo N° 404. INIAP, Estación experimental Austro. Cuenca-Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1106/1/404.PDF>
- Coque, K., (2020) Evaluación de la calidad maltera para la elaboración de cerveza con la línea promisoriosa CM-09-003 procedente de siete localidades Quito-Ecuador. Tesis de pregradi, Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22364/1/T-UCE-0004-CAG-276.pdf>
- Couretot, L., Parisi, L., Jecke, F., Fernández, M., y Magnone, M. (2015). Respuestas a la aplicación de un fungicida (triazol+ estobilurina+ carboxamida) para el control de enfermedades foliares en trigo y cebada. Actas XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Sta Fe, 2015, 186. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/6615/Tesis.pdf?sequence=1>
- De la Cuadra, C. (2018). Germinación, latencia y dormicion de las semillas. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Artículo del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo

agrario. Corazón de María, 8- 28002- Madrid.  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf)

- Erreguerena, A., Carpaneto, B., Samoiloff, A., y Couretot, L. A. (2019). Parastagonospora nodorum: un patógeno re-emergente en trigo y ahora también en cebada. Ediciones Intituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [https://www.researchgate.net/profile/IgnacioErreguerena/publication/343769013\\_Parastagonospora\\_nodorum\\_un\\_patogeno\\_reemergente\\_en\\_trigo\\_y\\_ahora\\_tambien\\_en\\_cebada\\_Parastagonospora\\_nodorum\\_on\\_barley\\_in\\_Argentina/links/5f3e7cc6a6fdcccc43d88f17/Parastagonospora-nodorum-un-patogeno-reemergente-en-trigo-y-ahora-tambien-en-cebada-Parastagonospora-nodorum-on-barley-in-Argentina.pdf](https://www.researchgate.net/profile/IgnacioErreguerena/publication/343769013_Parastagonospora_nodorum_un_patogeno_reemergente_en_trigo_y_ahora_tambien_en_cebada_Parastagonospora_nodorum_on_barley_in_Argentina/links/5f3e7cc6a6fdcccc43d88f17/Parastagonospora-nodorum-un-patogeno-reemergente-en-trigo-y-ahora-tambien-en-cebada-Parastagonospora-nodorum-on-barley-in-Argentina.pdf)
- Flores, A. (2023) Evaluación del desempeño agronómico y la adaptabilidad de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la Granja Experimental “La Pradera”, Chaltura, Imbabura. Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte.
- Florez, C. (2018). Evaluación de la aptitud cervecera de cebadas (*Hordeum distichum*) producidas en el departamento de Boyaca. Tesis de pregrado, Universidad de Pamplona. [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4675/1/Florez\\_2018\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4675/1/Florez_2018_TG.pdf)
- Garrido, A. (2017). Evaluación del comportamiento agronómico y cinco niveles de fertilización en dos variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en Tunshi, provincia de Chimborazo (Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8177/1/13T0856.pdf>
- González, M., Zamora, M., & Solano, S. (2016). Evaluación agronómica y física en líneas avanzadas de cebada maltera. *Rev. Mex. Cien. Agríc.*, 7(1):159- 171. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342016000100159&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342016000100159&script=sci_abstract&tlng=es)
- González, S. (2018). Plan De Negocio para Cerveza Artesanal. Tesis Ingeniero Químico, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales: Universidad Politécnica de Madrid. Madrid España. 112-115 p. [https://oa.upm.es/49755/1/TFG\\_BORJA\\_GONZALEZ\\_SANZ.pdf](https://oa.upm.es/49755/1/TFG_BORJA_GONZALEZ_SANZ.pdf)
- Gonzalez, A., Moreyra, F., Conti, A., Vallati A., y Gimenez, F. J. (2020). Validación del gen de resistencia a “escaldadura” Rrs2 en los cultivares de cebada cervecera con mayor difusión en Argentina. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 46(1), 81-87. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S166923142020000100081&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S166923142020000100081&script=sci_arttext)
- González, V. (2018). Las enfermedades de los cereales de invierno en Aragón. Situación actual y perspectivas. Artículo del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón . [https://citarea.cita-aragon.es/bitstream/10532/4083/1/2018\\_217.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/bitstream/10532/4083/1/2018_217.pdf)
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Antonio Ante. (2020). Datos de humedad y precipitación.

- Grefa, M., 2021 Respuesta del maíz blanco harinoso tipo chazo a las condiciones agroclimáticas de Cevallos, Tungurahua, Ecuador. Tesis de maestría. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33066/1/006%20Nutricion%20Vegetal%20Grefa%20Yumbo%20Mireya.pdf>
- Gutiérrez, L., & Pérez, L. (2020). Caracterización y evaluación de 20 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) procedente del banco nacional de germoplasma del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/4048/1/tnf30g984a.pdf>
- INEC. (2018). Superficie según producción y ventas de cebada por región y Provincia. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Industry & Investment. (2010). Barley Growth y Development. Orange, N.S.W.: Industry & Investment. Editorial PROCROP series. [https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0003/516180/Procrop-barley-growth-and-development.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0003/516180/Procrop-barley-growth-and-development.pdf)
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2010). Sistema agroalimentario de la cebada. Quito, ECU. [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2014). Convenio de Cooperación Técnica Interinstitucional CORPONIAP Y Cervecería Nacional. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2022). <https://www.iniap.gob.ec/nuevas-variedades-de-papa-y-cebada-para-aumentar-la-produccion/>
- Laiton, Y., Pulido, A., Morillo, C. (2022). Morphoagronomic characterization of accessions of *Triticum aestivum* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 39(SPE), 69-84. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012001352022000300069&script=sci\\_arttext&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012001352022000300069&script=sci_arttext&lng=en)
- Layme Escobar, B. (2013). Evaluación de Parámetros de Rendimiento de Cultivares y Líneas de Cebada (*Hordeum Vulgare* L) En Paucará - Acobamba - Huancavelica. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica. [http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/141/TP - UNH AGRON.0025.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/141/TP-UNH-AGRON.0025.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Laureano, R. G. (2020). Caracterización y control la plagas en áreas edificadas y ajardinadas. UF1505. Editorial TUTOR FORMACIÓN. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9BcREAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=Laureano,+R.+G.+\(2020\).+Caracterizaci%C3%B3n+y+control+la+plagas+en+%C3%A1reas+edificadas+y+ajardinadas.+UF1505.+TUTOR+FORMACI%C3%93N.&ots=0M2BBsqXZ&sig=Firm8oasoyxlcOWFQAHQdVQ4DQ#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9BcREAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=Laureano,+R.+G.+(2020).+Caracterizaci%C3%B3n+y+control+la+plagas+en+%C3%A1reas+edificadas+y+ajardinadas.+UF1505.+TUTOR+FORMACI%C3%93N.&ots=0M2BBsqXZ&sig=Firm8oasoyxlcOWFQAHQdVQ4DQ#v=onepage&q&f=false)

- Lema-Aguirre, A. C., Basantes-Morales, E. R., & Pantoja-Guamán, J. L. (2017). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 97-102. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212017000100007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212017000100007&script=sci_arttext)
- León., S. (2010). Evaluación del rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradicional, de Cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. BS thesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2011. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/668/1/13T0691%20.pdf>
- López, P., Rodríguez, F., Wong, J., Ramírez, F., Rueda, E., y López, A. (2019). Influencia de la fertilización en rendimiento y calidad de grano del centeno en la zona árida de Sonora, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(6), 1219-1230. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342019000601219&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342019000601219&script=sci_arttext)
- Mariscal, L. A., Villaseñor-Mir, H. E., Solís-Moya, E., Rosa, H. S., & Martínez-Cruz, E. (2020). Efecto de fungicidas sobre caracteres agronómicos, rendimiento y tizones foliares en trigo de temporal en México. *Revista fitotecnia mexicana*, 43(1), 71-78. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802020000100071&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802020000100071&script=sci_arttext)
- Medina, P. (2017). Efecto de fungicidas sistemicos en el control del quemado (*Pyricularia grisea*) (Cooke) Sacc.) del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo riego, var. "capirona" en Tingo María. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva Perú. [https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2098/TS\\_ACPEM\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2098/TS_ACPEM_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Montes, C., Psmiño, A., y Cadena, A. (2012). Infestación e incidencia de broca, roya y mancha de hierro en cultivo de café del departamento del Cauca. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 98-108. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S169235612012000100012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S169235612012000100012&script=sci_arttext)
- Moya, P., & Sisterna, M. N. (2012). Estudios preliminares de biocontrol de mancha en red de la cebada en semilla, con cepas de *Trichoderma* spp. Ensayos in vitro. *Revista Sanidad de Semillas*. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/74886/Documento\\_Completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/74886/Documento_Completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1)
- Ministerio de Agricultura. (2016). Obtenido de <https://www.sag.gob.cl/>
- Navarrete, D. (2015). Rendimiento y calidad de grano en líneas experimentales de cebada de dos hileras (*Hordeum distichum* L). Tesis de maestría, Instituto de enseñanza e investigación de las ciencias agrícolas. [http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2623/Navarrete\\_Rojas\\_D\\_MC\\_Edafologia\\_2015.pdf?sequence=1](http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2623/Navarrete_Rojas_D_MC_Edafologia_2015.pdf?sequence=1)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.fao.org/3/ca6030es/CA6030ES.pdf>

- Oleaginosas (2019) Guías para productores. Ficha Técnica de la Roya de la Soya. [http://www.oleaginosas.org/art\\_18.shtml](http://www.oleaginosas.org/art_18.shtml)
- Orrala, S., Antonio, K. (2020). Valoración agronómica de 120 líneas promisoras de cebada cervecera en el azúcar–Santa Elena (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2020). <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5402/1/UPSE-TIA-2020-0013.pdf>
- Paladines, O. (2007). Recursos forrajeros para los sistemas de producción pecuarios. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2007, p. 22.
- Pereyra, S. (2013). Herramientas disponibles para el manejo de dos enfermedades relevantes de la pasada zafra: Fusariosis de la espiga en trigo y Ramularia en cebada. Actividades Difusion INIA, 720, 33-41. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/971/1/T-UCE-0004-9.pdf>
- Pérez, A., Arreola, J., Triomphe, B., Butista, A., & Lices, P. 2012. Implementación de la siembra directa para producción de cebada maltera en el estado de Guanajuato. *Revista México Ciencias Agrícolas*, 3(8): 1509-15011. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342012000800003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342012000800003&script=sci_abstract&tlng=pt)
- Pérez-Ruiz, Juan A., Zamora-Díaz, Mauro, Mejía-Contreras, José A., Hernández-Livera, Adrián, y Solano-Hernández, Salomón. (2016). Evaluación de 10 genotipos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en cinco fechas de siembra y dos ciclos agrícolas. *Revista Agrociencia*, 50(2), 201-213. Recuperado [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000200201&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000200201&script=sci_arttext)
- Ponce, L., y Garófalo, L., (2019) Parámetros de evaluación y selección en cereales. En manual No 111. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>.
- Sauceda, C., (2015). Un método preciso para medir severidad de roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriksson) en trigo. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(4), 427-434. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018773802015000400011](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773802015000400011)
- Pallo, C. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisoras de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP bajo las condiciones agroecológicas en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021-2022. Tesis de licenciatura Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). <http://repositorio.utc.edu.ec/jspui/bitstream/27000/9468/1/PC-002419.pdf>
- Ponce, L., Noroña, P., Campaña, D., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C. y Cruz, E. (2019). La Cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Primera edición. Manual No. 116. INIAP, Programa de Cereales, Estación Experimental Santa Catalina. Quito-Ecuador. 52 p. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5587>

- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., Noroña, P., Coronel, J., Jimenez, C., y López, V. (2022). Boletín INIAP Alfa Quito, EC: INIAP-EESC, 2022. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5972>
- Quelal, N. (2014). Evaluación del fraccionamiento y épocas de aplicación de nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en las variedades de cebada maltera scarlett y metcalfe (*Hordeum vulgare* L.) Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/2814/1/03%20AGP%20172%20TESIS.pdf>
- Ramírez, G. M. (2013). Efecto del fotoperíodo y la temporada sobre el ciclo ontogénico de dos variedades de cebada cervecera (Scarlett y C61). Tesis de pregrado, Universidad Católica de Argentina. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/298/1/doc.pdf>
- Rao, K., Hanson, J., Dulloo, E., Ghosh, K., Nowell, D., y Larinde, M. (2007). Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para bancos de germoplasma. Revista Biocity International Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/1946/1261.pdf?sequence=2>
- Rivas, F. (2020). Estudio de los efectos de la variedad y el calibre de la semilla sobre la emergencia y el crecimiento inicial del trigo candeal. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Sur]. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5274/Rivas,%20Facundo%20Trabajo%20de%20Intensificaci%C3%B3n.pdf?sequence=1>
- Rodríguez, M., Gonzales, M. (2020) Evaluación de fungicidas contra roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) en seis variedades de cebada. *Revista mexicana de fitopatología* vol.39 no.3 Texcoco sep. 2021 Epub 13-Dic-2021. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018533092021000300414&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018533092021000300414&script=sci_arttext)
- Ruscitti, M., Arango, M., Ronco, M. y Beltrano, J. (2011). La inoculación con hongos micorrízicos modifica el metabolismo de la prolina y aumenta la tolerancia al cromo en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Revista Brasileña de Fisiología Vegetal, 23, 15-25. <https://www.scielo.br/j/bjpp/a/nGNCDZqSSRPmJmhZD5vKcPJ/?lang=en>
- Simbaña Chiluisa, E. K. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico de 15 variedades mejoradas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) liberadas por el INIAP. 2023. Tesis de Licenciatura. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37623>
- Suárez, W. (2013). Comportamiento Agronómico de Seis Variedades de Cebada (*Hordeum vulgare*) en San Vicente de Loja, Cantón Santa Elena. Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena. <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/906>
- Tocho, E. F. (2010). Identificación y caracterización de la resistencia a *Schizaphis graminum* (Rondani)(Hemíptera: Aphididae) ya *Diuraphis noxia* (Hemíptera: Aphididae) en cebada

- cervecera (*Hordeum vulgare*). 2010. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/82879>
- Unda Palma, J. F. (2022). Evaluación de líneas diferenciales para royas (*Puccinia graminis*) en avena (*Avena sativa* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) del INIAP, bajo las condiciones ambientales en el campus Salache UTC 2021-2022. Tesis de licenciatura, Ecuador: Latacunga (Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/jspui/bitstream/27000/9620/1/PC-002439.pdf>
- Vahamidis, P., Stefopoulou, A., Lagogianni, C. S., Economou, G., Dercas, N., Kotoulas, V., Kalivas, D., & Tsitsigiannis, D. I. (2020). *Pyrenophora teres* and *Rhynchosporium secalis* establishment in a mediterranean malt barley field: Assessing spatial, temporal and management effects. *Agriculture*, 10(11), Article 553. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110553>
- Velasco. Y., Sana, W., Morillo, A., (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Municipio de Chivatá Boyacá, Colombia. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 2020.103-117, DOI:[http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(18\)103-116](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(18)103-116)
- Yzarra, W., & Francisco, L. (2011). Manual de Observaciones Fenológicas. Lima-Perú: Ministerio de Agricultura. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/272>
- Zamora, M., Pérez, J., Huerta, R., López, M., Gómez, R., & Rojas, I. (2017). Maravilla: a variety of forage barley for High Valleys of Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (8) 1449.1454. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342017000601449&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342017000601449&script=sci_arttext&tlng=en)

## ANEXOS

### Anexo 1

*Tabla de peso hectolítrico para cereales "Balanza tipo Schopper"*

**TABLA OFICIAL DE PESOS HECTOLITRICOS PARA CEREALES  
BALANZA TIPO SCHOPPER**

AVENA				CEBADA			
GRAMOS en 1/4 de litro	KILOS en un hecto litro						
101,0	39,55	136,0	54,15	126,0	49,65	161,5	64,45
101,5	39,75	136,5	54,35	126,5	49,85	162,0	64,65
102,0	39,95	137,0	54,55	127,0	50,05	162,5	64,85
102,5	40,15	137,5	54,80	127,5	50,30	163,0	65,10
103,0	40,35	138,0	55,00	128,0	50,50	163,5	65,30
103,5	40,60	138,5	55,20	128,5	50,70	164,0	65,50
104,0	40,80	139,0	55,40	129,0	50,90	164,5	65,70
104,5	41,00	139,5	55,60	129,5	51,10	165,0	65,90
105,0	41,20	140,0	55,80	130,0	51,30	165,5	66,10
105,5	41,40	140,5	56,05	130,5	51,55	166,0	66,35
106,0	41,65	141,0	56,25	131,0	51,75	166,5	66,55
106,5	41,85	141,5	56,45	131,5	51,95	167,0	66,75
107,0	42,05	142,0	56,65	132,0	52,15	167,5	66,95
107,5	42,25	142,5	56,85	132,5	52,35	168,0	67,15
108,0	42,45	143,0	57,10	133,0	52,55	168,5	67,35
108,5	42,65	143,5	57,30	133,5	52,80	169,0	67,60
109,0	42,90	144,0	57,50	134,0	53,00	169,5	67,80
109,5	43,10	144,5	57,70	134,5	53,20	170,0	68,00
110,0	43,30	145,0	58,00	135,0	53,40	170,5	68,20
110,5	43,50	145,5	58,10	135,5	53,60	171,0	68,40
111,0	43,70	146,0	58,35	136,0	53,80	171,5	68,60
111,5	43,90	146,5	58,55	136,5	54,05	172,0	68,85
112,0	44,15	147,0	58,75	137,0	54,25	172,5	69,05
112,5	44,35	147,5	58,95	137,5	54,45	173,0	69,25
113,0	44,55	148,0	59,15	138,0	54,65	173,5	69,45
113,5	44,75	148,5	59,35	138,5	54,85	174,0	69,65
114,0	44,95	149,0	59,60	139,0	55,05	174,5	69,85
114,5	45,20	149,5	59,80	139,5	55,30	175,0	70,10
115,0	45,40			140,0	55,50	175,5	70,30
115,5	45,60			140,5	55,70	176,0	70,50
116,0	45,80			141,0	55,90	176,5	70,70
116,5	46,00			141,5	56,10	177,0	70,90
117,0	46,20			142,0	56,30	177,5	71,10
117,5	46,45			142,5	56,55	178,0	71,35
118,0	46,65			143,0	56,75	178,5	71,55
118,5	46,85			143,5	56,95	179,0	71,75
119,0	47,05			144,0	57,15	179,5	71,95
119,5	47,25			144,5	57,35	180,0	72,15
120,0	47,45			145,0	57,55	180,5	72,35
120,5	47,70			145,5	57,80	181,0	72,60
121,0	47,90			146,0	58,00	181,5	72,80
121,5	48,10			146,5	58,20	182,0	73,00
122,0	48,30			147,0	58,40	182,5	73,20
122,5	48,50			147,5	58,60	183,0	73,40
123,0	48,75			148,0	58,80	183,5	73,60
123,5	48,95			148,5	59,05	184,0	73,85
124,0	49,15			149,0	59,25	184,5	74,05
124,5	49,35			149,5	59,45	185,0	74,25
125,0	49,55			150,0	59,65	185,5	74,45
125,5	49,75			150,5	59,85	186,0	74,65
126,0	50,00			151,0	60,05	186,5	74,85
126,5	50,20			151,5	60,30	187,0	75,10
127,0	50,40			152,0	60,50		
127,5	50,60			152,5	60,70		
128,0	50,80			153,0	60,90		
128,5	51,00			153,5	61,10		
129,0	51,25			154,0	61,35		
129,5	51,45			154,5	61,55		
130,0	51,65			155,0	61,75		
130,5	51,85			155,5	61,95		
131,0	52,05			156,0	62,15		
131,5	52,25			156,5	62,35		
132,0	52,50			157,0	62,60		
132,5	52,70			157,5	62,80		
133,0	52,90			158,0	63,00		
133,5	53,10			158,5	63,20		
134,0	53,30			159,0	63,40		
134,5	53,55			159,5	63,60		
135,0	53,75			160,0	63,85		
135,5	53,95			160,5	64,05		
				161,0	64,25		

TRIGO						CENTENO	
GRAMOS en 1/4 de litro	KILOS en un hecto litro						
110,0	39,90	145,5	55,90	181,0	71,85	164,0	65,00
110,5	40,15	146,0	56,10	181,5	72,10	164,5	65,25
111,0	40,35	146,5	56,35	182,0	72,30	165,0	65,45
111,5	40,60	147,0	56,55	182,5	72,50	165,5	65,65
112,0	40,80	147,5	56,80	183,0	72,75	166,0	65,90
112,5	41,05	148,0	57,00	183,5	72,95	166,5	66,10
113,0	41,25	148,5	57,25	184,0	73,20	167,0	66,30
113,5	41,50	149,0	57,45	184,5	73,40	167,5	66,50
114,0	41,70	149,5	57,70	185,0	73,65	168,0	66,75
114,5	41,95	150,0	57,90	185,5	73,85	168,5	66,95
115,0	42,15	150,5	58,15	186,0	74,10	169,0	67,15
115,5	42,40	151,0	58,35	186,5	74,30	169,5	67,40
116,0	42,60	151,5	58,60	187,0	74,55	170,0	67,60
116,5	42,85	152,0	58,80	187,5	74,75	170,5	67,80
117,0	43,05	152,5	59,05	188,0	75,00	171,0	68,05
117,5	43,30	153,0	59,25	188,5	75,20	171,5	68,25
118,0	43,50	153,5	59,50	189,0	75,45	172,0	68,45
118,5	43,75	154,0	59,70	189,5	75,65	172,5	68,70
119,0	43,95	154,5	59,95	190,0	75,90	173,0	68,90
119,5	44,20	155,0	60,15	190,5	76,10	173,5	69,10
120,0	44,40	155,5	60,40	191,0	76,35	174,0	69,35
120,5	44,65	156,0	60,60	191,5	76,55	174,5	69,55
121,0	44,85	156,5	60,85	192,0	76,80	175,0	69,75
121,5	45,10	157,0	61,05	192,5	77,00	175,5	70,00
122,0	45,30	157,5	61,30	193,0	77,25	176,0	70,20
122,5	45,55	158,0	61,50	193,5	77,45	176,5	70,40
123,0	45,75	158,5	61,75	194,0	77,70	177,0	70,65
123,5	46,00	159,0	61,95	194,5	77,90	177,5	70,85
124,0	46,20	159,5	62,20	195,0	78,15	178,0	71,05
124,5	46,45	160,0	62,40	195,5	78,35	178,5	71,30
125,0	46,65	160,5	62,65	196,0	78,60	179,0	71,50
125,5	46,90	161,0	62,85	196,5	78,80	179,5	71,70
126,0	47,10	161,5	63,10	197,0	79,00	180,0	71,90
126,5	47,35	162,0	63,30	197,5	79,25	180,5	72,15
127,0	47,55	162,5	63,50	198,0	79,45	181,0	72,35
127,5	47,80	163,0	63,75	198,5	79,70	181,5	72,55
128,0	48,00	163,5	63,95	199,0	79,90	182,0	72,80
128,5	48,25	164,0	64,20	199,5	80,15	182,5	73,00
129,0	48,45	164,5	64,40	200,0	80,35	183,0	73,20
129,5	48,70	165,0	64,65	200,5	80,60	183,5	73,45
130,0	48,90	165,5	64,85	201,0	80,80	184,0	73,65
130,5	49,15	166,0	65,10	201,5	81,05	184,5	73,85
131,0	49,35	166,5	65,30	202,0	81,25	185,0	74,10
131,5	49,60	167,0	65,55	202,5	81,50	185,5	74,30
132,0	49,80	167,5	65,75	203,0	81,70	186,0	74,50
132,5	50,05	168,0	66,00	203,5	81,95	186,5	74,75
133,0	50,25	168,5	66,25	204,0	82,15	187,0	74,95
133,5	50,50	169,0	66,45	204,5	82,40	187,5	75,15
134,0	50,70	169,5	66,70	205,0	82,60	188,0	75,40
134,5	50,95	170,0	66,90	205,5	82,85	188,5	75,60
135,0	51,15	170,5	67,15	206,0	83,05	189,0	75,80
135,5	51,40	171,0	67,35	206,5	83,25	189,5	76,05
136,0	51,60	171,5	67,60	207,0	83,50	190,0	76,25
136,5	51,85	172,0	67,80	207,5	83,70	190,5	76,45
137,0	52,05	172,5	68,05	208,0	83,95	191,0	76,70
137,5	52,30	173,0	68,25	208,5	84,15	191,5	76,90
138,0	52,50	173,5	68,50	209,0	84,40	192,0	77,10
138,5	52,75	174,0	68,70	209,5	84,60	192,5	77,30
139,0	52,95	174,5	60,95	210,0	84,85	193,0	77,55
139,5	53,20	175,0	69,15	210,5	85,05	193,5	77,75
140,0	53,40	175,5	69,40	211,0	85,30	194,0	77,95
140,5	53,65	176,0	69,60	211,5	85,50	194,5	78,20
141,0	53,85	176,5	69,85	212,0	85,75	195,0	78,40
141,5	54,10	177,0	70,05	212,5	85,95	195,5	78,60
142,0	54,30	177,5	70,30	213,0	86,20	196,0	78,85
142,5	54,55	178,0	70,50	213,5	86,40	196,5	79,05
143,0	54,75	178,5	70,75	214,0	86,65	197,0	79,25
143,5	55,00	179,0	70,95	214,5	86,85	197,5	79,50
144,0	55,20	179,5	71,20	215,0	87,10	198,0	79,70
144,5	55,45	180,0	71,40	215,5	87,30	198,5	79,90
145,0	55,65	180,5	71,65	216,0	87,55		
				216,5	87,75		
				217,0	88,00		

Anexo 2

Análisis de suelo para lote de evaluación de cebada maltera



GOBIERNO AUTÓNOMO  
DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA  
**BOLIVAR**

**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE  
SUELOS AGRÍCOLAS**



**MUESTRA DE SUELO-ANTONIO ANTE-IMBABURA**

Nombre del propietario: \*\*\*\*\* Fecha: 2022/04/07

Fecha de ejecución del análisis: 2022/04/04 Fecha de entrega de análisis: 2022/04/07

**ANÁLISIS QUÍMICO**

Nutrientes	Nomenclatura			Unidad	Nivel
	NH3	NH3-N	NH4		
Amonio	2,5	3	3,5		
	NO3-N		NO3		
Nitrato	16		68		
	Nitrógeno				
Fósforo	P	PO4-3	P2O5	ppm	Bajo
	3	9	6,5		
Potasio	K	K2O		ppm	Bajo
	18	22			

NH3: Amoniaco  
 NH3-N: Nitrógeno amoniacal  
 NH4: Amonio  
 P: Fósforo  
 PO4-3: Anión Fosfato  
 P2O5: Óxido de Fósforo

NO3-N: Nitrato Nitrógeno  
 NO3: Nitrato  
 K: Potasio  
 K2O: Óxido de potasio

**RECOMENDACIONES DEL CULTIVO DE CEBADA**

MACRONUTRIENTES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS					
N	P	K	Ca	Mg	S
(Kg/ha)	(Kg/ha)	(Kg/ha)	(Kg/ha)	(Kg/ha)	(Kg/ha)
18,5	3	18	0	0	0
ANÁLISIS DE SUELO					
62,16	10,08	60,48	0	0	0
REQUERIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBADA					
-	69,92	-	0	0	0

**RECOMENDACIÓN:**

- 152,91 Kg o 3,04 qq de **18-46-00 (DAP)**. Dosis recomendada para una hectárea.



Firmado digitalmente por:  
JULIO ANDRÉS  
CLAVIJO  
CAMPOVERDE

---

Ing. Agr. Andrés Clavijo Campoverde  
**TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS**

**Anexo 3***Costos de producción cebada maltera con la aplicación fitosanitaria*

<b>COSTOS DE PRODUCCION CEBADA MALTERA</b>						
<b>CON FUNGICIDA</b>						
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
Fases y actividades	Nombre	Unidad	Cantidad	P Unit USD	Sub Total USD	%
	Preparación de suelo				<b>205</b>	<b>13</b>
Análisis de suelo	Análisis	Muestra	1	25	25	
Arada	Tractor	Hora	4	20	80	
Rastrada 2 pases	Tractor	Hora	3	20	60	
Cruzas	Tractor	Hora	2	20	40	
	Siembra y Fertilización				<b>359</b>	<b>23</b>
Semilla	Líneas	Kg	100	0,78	78	
Siembra	Mano de obra	Jornal	2	12	24	
Fertilizantes	DAP	Kg	150	0,9	135	
	SULFOMAG	Kg	100	0,7	70	
	Mano de obra	Jornal	1	12	12	
Flete Semillas y abono	Transporte	Flete	1	20	20	
Tapado de semillas	Tractor	Hora	1	20	20	
	Labores Culturales				<b>200,44</b>	<b>11</b>
Control Malezas Emergencia	Metsulfuron Metil	Unidad	2	9,62	19,24	
	Mano de obra	Jornal	1	12	12	
Control Fitosanitario	Tebuconazole	Unidad	1	21,2	21,2	
	Mano de obra	Jornal	1	12	12	
Fertilización complementaria	Urea	Kg	100	1	100	

	Mano de obra	Jornal	1	12	12		
Deshierbe	Mano de obra	Jornal	2	12	24		
	Cosecha y postcosecha				<b>456</b>	<b>29</b>	
Cosecha y postcosecha	Mano de obra	Jornal	10	12	120		
Trilladora	Alquiler	Sacos	80	3	240		
Secado	Mano de obra	Jornal	2	12	24		
Limpieza, claseado y ensacado	Mano de obra	Jornal	4	12	48		
	Envase	Sacos	80	0,3	24		
	Comercialización				<b>64</b>	<b>4</b>	
Venta en mercado	Transporte	Flete	80	0,5	40		
	Mano de obra	Jornal	2	12	24		
<b>SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>					<b>1284,44</b>	<b>80</b>	
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>							
Nombre	Unidad	Cantidad	P Unit USD	Sub Total USD	%		
Administración	%CD	5		61,85			
Arrendamiento Tierra	\$/ha/ciclo	1	200	200			
Interés Capital	%CD	5		61,85			
Imprevistos	%CD	3		37,71			
<b>SUBTOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>361,41</b>	<b>20</b>	
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>1645,85</b>	<b>100</b>	

**Anexo 4***Costos de producción cebada maltera sin aplicación de fungicida*

<b>COSTOS DE PRODUCCION CEBADA MALTERA</b>						
<b>SIN APLICACIÓN DE FUNGICIDA</b>						
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
Fases y actividades	Nombre	Unidad	Cantidad	P Unit USD	Sub Total USD	%
	Preparación de suelo				<b>205</b>	<b>13,11</b>
Análisis de suelo	Análisis	Muestra	1	25	25	
Arada	Tractor	Hora	4	20	80	
Rastrada 2 pases	Tractor	Hora	3	20	60	
Cruzas	Tractor	Hora	2	20	40	
	Siembra y Fertilización				<b>359</b>	<b>22,9</b>
Semilla	Líneas	kg	100	0,78	78	
Siembra	Mano de obra	Jornal	2	12	24	
Fertilizantes	DAP	kg	150	0,9	135	
	SULFOMAG	kg	100	0,7	70	
	Mano de obra	Jornal	1	12	12	
Flete Semillas y abono	Transporte	Flete	1	20	20	
Tapado de semillas	Tractor	hora	1	20	20	
	Labores Culturales				<b>157,62</b>	<b>11</b>
Control Malezas Emergencia	Metsulfuron Metil	Unidad	1	9,62	9,62	
	Mano de obra	Jornal	1	12	12	
2da fertilización	Urea	kg	100	1	100	
	Mano de obra	Jornal	1	12	12	
Deshierbe	Mano de obra	Jornal	2	12	24	
	Cosecha y postcosecha				<b>456</b>	<b>29,1</b>
Cosecha y postcosecha	Mano de obra	Jornal	10	12	120	
Trilladora	Alquiler	sacos	80	3	240	
Secado	Mano de obra	Jornal	2	12	24	
Limpieza y ensacado	Mano de obra	Jornal	4	12	48	
	Envase	Sacos	80	0,3	24	
Comercialización					<b>64</b>	<b>4,01</b>
Venta en mercado	Transporte	flete	80	0,5	40	
	Mano de obra	Jornal	2	12	24	
					<b>1241,62</b>	<b>80,12</b>

---

**SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS**

---

**COSTOS INDIRECTOS**

Nombre	Unidad	Cantidad	P Unit USD	Sub Total USD	%
Administración	%CD	5		61,85	
Arrendamiento Tierra	\$/ha/ciclo	1	200	200	
Interés Capital	%CD	5		61,85	
Imprevistos	%CD	3		37,71	
<b>SUBTOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>361,41</b>	<b>19,88</b>
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>1603,03</b>	<b>100</b>

---

## Anexo 5

*Líneas de cebada maltera que alcanzaron cifras prometedoras en cuanto a variables de rendimiento como tolerancia a enfermedades*

Rendimiento	Peso hl	1000 grano	Calibre	Acame	Días flora	Días madurez	Roya amarilla	Mancha red	Escaldadura
2IK16-1324	2IK16-0804	2IK16-0671	2IK16-0899	2IK16-0671	2IK16-0816	2IK16-1317	2IK16-0821	2IK16-1324	2IK16-0899
2IK16-0816	2IK16-1317	2IK16-1329	2IK16-0812	2IK16-0821	2IK16-0821	2IK16-0816	2IK16-0813	2IK16-0812	2IK16-1317
2IK16-0812	2IK16-1239	2IK16-0804	2IK16-1324	2IK16-0812	2IK16-1269	2IK16-0804		2IK16-0899	2IK16-0821
2IK16-0899	2IK16-0821	2IK16-0813	2IK16-0671	2IK16-0710	2IK16-0804	2IK16-1269			2IK16-0813
2IK16-0804	2IK16-0899	2IK16-0821				2IK16-1324		2IK16-0812	2IK16-0899
		2IK16-0899				2IK16-0899		2IK16-1317	2IK16-1317
								2IK16-1324	2IK16-1324

**Anexo 6**

*Selección de líneas promisorias las cuales, mediante repeticiones en ambos aspectos: de rendimiento y tolerancia a enfermedades.*

<b>Líneas promisorias</b>	<b>Sumatoria de repeticiones</b>
2IK16-0899	5
2IK16-0821	6
2IK16-1324	4
2IK16-0812	3