



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 144 LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTA “LA PRADERA” CHALTURA, IMBABURA

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

**AUTORA:**

**Erika Carolina Caluguillin Quishpe**

**DIRECTORA:**

**Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.**

**Ibarra, febrero 2023**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

## EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 144 LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare* L.) 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/A AGROPECUARIO/A**

APROBADO:

Doris Chalampunte, PhD

**DIRECTOR**



FIRMA

Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

María José Romero, MS.c.

**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:	172611680-7	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Caluguillin Quishpe Erika Carolina	
DIRECCIÓN:	Avenida 17 Julio 296 - Parroquia La Dolorosa del Priorato	
EMAIL:	<a href="mailto:ecaluguillin@utn.edu.ec">ecaluguillin@utn.edu.ec</a>	
TELÉFONO FIJO:	022133070	TELÉFONO MÓVIL: 0990731558

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) en la granja experimental "La Pradera" Chaltura, Imbabura
AUTOR (ES):	Caluguillin Quishpe Erika Carolina
FECHA: DD/MM/AAAA	24/02/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores PhD

#### 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 24 días del mes de febrero de 2023

EL AUTOR:

Erika Carolina Caluguillin Quishpe

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Caluguillin Quishpe Erika Carolina, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 23 días del mes de febrero de 2023



---

Doris Chalampunte, PhD.

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 23 días del mes de febrero del 2023

**Erika Carolina Caluguillin Quishpe: Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en La Granja Experimental “La Pradera” Chaltura, Imbabura**

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 23 días del mes de febrero del 2023, 94 páginas.

**DIRECTOR (A):** Ing. Doris Salome Chalampunte Flores, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la adaptación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la Granja Experimental “La Pradera” Chaltura, Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Caracterizar 144 líneas promisorias de cebada maltera a través de descriptores morfológicos, determinar el rendimiento de 144 líneas promisorias de cebada maltera e identificar materiales promisorios con carácter deseable para la producción de cebada maltera en Imbabura.

Doris Chalampunte, PhD.

**Directora de Trabajo de Grado**

Erika Carolina Caluguillin Quishpe

**Autora**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	VII
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 .....	3
CAPITULO II .....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Importancia social y económica .....	4
2.2 Origen y distribución de la cebada .....	4
2.4 Descripción taxonómica .....	5
2.5 Descripción botánica .....	6
2.5.1 Raíz .....	6
2.5.2 Tallo .....	6
2.5.3 Hojas .....	6
2.5.4 Flor .....	6
2.5.5 Inflorescencias .....	6
2.5.6 Grano .....	6
2.6 Etapas fenológicas del cultivo .....	7
2.6.1 Germinación .....	7
2.6.2 Producción de hojas .....	7
2.6.3 Macollamiento .....	7
2.6.4 Encañado .....	8
2.6.5 Espigamiento y floración .....	8
2.6.6 Formación del grano .....	8
2.6.7 Indicadores de la maduración de la cebada .....	8
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.....	9
2.7.4 Cantidad de semilla .....	9
2.7.5 Fertilización.....	9
2.7.6 Manejo de arvenses .....	11
2.7.7 Cosecha.....	11
2.7.8 Almacenamiento.....	11
2.8 Plagas.....	11
2.9 Enfermedades .....	11
2.9.1 Roya amarilla.....	11
2.9.2 Roya de la hoja .....	12
2.10 Cebada maltera .....	12
2.10.1 Descripción varietal de la cebada maltera .....	12
2.10.2 Características fundamentales que debe reunir una variedad para ser elegida..	12
2.10.3 Clasificación varietal de la cebada .....	13
2.11 Industria cervecera.....	13
2.11.1 La cerveza en el Ecuador.....	13
2.11.2 Características de la calidad del grano para su comercial de la cebada cervecera .....	13
2.11.3 Peso hectolitro del grano .....	13
2. 12 Marco Legal.....	15
CAPITULO III .....	16
MARCO METODOLÓGICO .....	16
3.1 Caracterización del área de estudio .....	16
3.2 Características de la Grana “La Pradera” .....	17
3.3 Materiales, equipos, insumos y herramientas .....	17
3.4 Métodos .....	17
3.4.1 Factores en estudio .....	17
3.4.2 Diseño experimental .....	19
3.4.3 Características de la unidad experimental .....	20
3.4.4 Análisis estadístico .....	21

3.5 Variables evaluadas .....	21
3.5.1 Germinación .....	21
3.5.2 Desarrollo y Macollamiento .....	22
3.5.3 Espigado y llenado del grano .....	24
3.5.5 Madurez .....	25
3.5.6 Cosecha.....	28
3.5.7 Enfermedades .....	30
3.5.8 Criterio de selección de líneas promisorias de cebada maltera .....	31
3.6 Manejo del ensayo .....	31
3.6.1 Análisis de suelo.....	31
3.6.2 Preparación del suelo.....	31
3.6.3 Fertilización.....	32
3.6.4 Desinfección de la semilla.....	33
3.6.5 Siembra.....	33
3.6.6 Control de malezas, plagas y enfermedades .....	34
3.6.7 Cosecha.....	35
3.6.8 Trilla .....	36
CAPÍTULO IV .....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
4.1 Variables evaluadas en las 144 líneas previo a la selección de materiales promisorios. .....	37
4.1.1 Hábito de crecimiento.....	38
4.1.2 Acame.....	39
4.2 Líneas de cebada maltera seleccionadas como promisorias. ....	40
4.2.2 Porcentaje de Germinación.....	41
4.2.4 Número de Macollos por planta .....	42
4.2.5 Días al espigamiento.....	43
4.2.6 Días a la floración.....	44
4.2.7 Días a la madurez fisiológica.....	45
4.2.8 Número de espigas efectivas .....	46
4.2.18 Número de espigas por metro cuadrado .....	47
4.2.9 Altura de la planta.....	49
4.2.10 Longitud de la espiga.....	50

4.2.11 Número de filas por espiga.....	51
4.2.12 Número de granos por espiga .....	51
4.2.13 Peso Hectolítro .....	52
4.2.15 Peso de 1 000 granos .....	54
4.2.16 Calibre .....	56
4.2.1 Severidad e Incidencia al ataque de Roya .....	57
CAPÍTULO V .....	58
5.1 CONCLUSIONES.....	58
5.2 RECOMENDACIONES .....	58
Referencias .....	59

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Extracción de nutrientes del cultivo de cebada para 2 y 3.5 Tn/ha .....	10
<b>Tabla 2.</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 .....	10
<b>Tabla 3.</b> Materiales utilizados en la implementación del ensayo .....	17
<b>Tabla 4.</b> Líneas que serán utilizadas en el ensayo .....	17
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza “ADEVA” de los factores en estudio.....	21
<b>Tabla 6.</b> Escala modificada de COBB para severidad de ataque.....	30
<b>Tabla 9.</b> Variables tomadas en cuenta para la selección de materiales promisorios .....	31
<b>Tabla 7.</b> Valores encontrados en el análisis de suelos y fertilización utilizada en el cultivo de cebada en la siembra y fase de macollamiento.....	32
<b>Tabla 8.</b> Dosis y productos aplicados en el control de químico en el cultivo de cebada.....	34
<b>Tabla 10.</b> 30 líneas de cebada maltera seleccionadas como promisorias.....	41
<b>Tabla 11.</b> ADEVA de número de macollos presentes en el cultivo de cebada cervecera ...	42
<b>Tabla 12.</b> ADEVA del número de espigas efectivas en el cultivo de cebada cervecera .....	46
<b>Tabla 13.</b> ADEVA de la variable número de espigas por metro cuadrado en el cultivo de cebada cervecera.....	48
<b>Tabla 14.</b> ADEVA de la variable número de granos por espiga en el cultivo de cebada cervecera.....	51
<b>Tabla 15.</b> ADEVA de la variable peso hectolítrico en el cultivo de cebada cervecera .....	53
<b>Tabla 16.</b> ADEVA de la variable peso de 1 000 granos en el cultivo de cebada cervecera	54
<b>Tabla 17.</b> ADEVA de la variable calibre en el cultivo de cebada cervecera.....	56

### 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” .....	16
<b>Figura 4.</b> Croquis del ensayo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) .....	19
<b>Figura 5.</b> Diseño de producción de la unidad experimental .....	20
<b>Figura 6.</b> Delimitación de la parcela neta .....	21
<b>Figura 7.</b> Germinación de las 144 líneas de cebada maltera a los 10 días .....	22
<b>Figura 8.</b> Hábito de crecimiento del cultivo de cebada .....	23
<b>Figura 9.</b> Presencia de acame en una de las líneas de cebada .....	23
<b>Figura 10.</b> Número de macollos en el cultivo de cebada maltera.....	24
<b>Figura 11.</b> Presencia de espigas en una parcela de las 144 líneas .....	24
<b>Figura 12.</b> Presencia de flores en una de las parcelas de las 144 líneas de cebada .....	25
<b>Figura 13.</b> Madures del cultivo de cebada en una de las 144 parcelas .....	25
<b>Figura 14.</b> Toma de la altura de planta .....	26
<b>Figura 15.</b> Longitud de la espiga de cebada maltera .....	27
<b>Figura 16.</b> Escala para calificar el número de filas/ espiga de la cebada .....	27
<b>Figura 17.</b> Número de granos por espiga.....	28
<b>Figura 18.</b> Obtención del peso hectolítrico.....	28
<b>Figura 19.</b> Peso de 1 000 granos del cultivo de cebada maltera.....	29
<b>Figura 20.</b> Calibre de cebada maltera en zaranda 2.5 mm.....	29
<b>Figura 21.</b> Escala modificada de Cobb. A, porcentaje real ocupado por roya; b, grado de severidad de la roya (%) .....	30
<b>Figura 22.</b> Preparación del terreno para el cultivo de cebada.....	32
<b>Figura 23.</b> Fertilización del cultivo en fase de macollamiento.....	33
<b>Figura 24.</b> Desinfección y separación de la semilla para cada unidad experimental .....	33
<b>Figura 25.</b> Siembra del cultivo de cebada en cada una de las parcelas experimentales .....	34
<b>Figura 26.</b> Aplicación de insumos agroquímicos en el cultivo de cebada por medio de un DRON.....	35
<b>Figura 27.</b> Limpieza manual de los caminos entre los ensayos.....	35
<b>Figura 28.</b> Cosecha manual de cada una de las unidades experimentales.....	36
<b>Figura 29.</b> Trilla de cada uno de los costales donde se encontraban la cosecha de cada unidad experimental .....	36
<b>Figura 30.</b> Ciclo fenológico de la cebada vs temperatura y precipitación.....	37
<b>Figura 31.</b> Hábito de crecimiento presentado por las accesiones de cebada .....	38
<b>Figura 32.</b> Porcentaje de daño por acame en las 144 líneas de cebada .....	39
<b>Figura 33.</b> Número de macollos presentes en las 30 líneas de cebada maltera .....	42
<b>Figura 34.</b> Número de días transcurridos desde la siembra hasta el espigamiento .....	43
<b>Figura 35.</b> Número de días transcurridos desde la siembra hasta la floración.....	44
<b>Figura 36.</b> Días a la madures fisiológica obtenidos en las 30 líneas del cultivo de cebada maltera .....	45
<b>Figura 37.</b> Número de espigas efectivas presentado por las 30 líneas de cebada maltera ..	47
<b>Figura 38.</b> Número de espigas por metro cuadrado obtenido por las 30 líneas de cebada maltera evaluadas en campo .....	48
<b>Figura 39.</b> Altura presente en las 30 líneas de cebada maltera.....	49
<b>Figura 40.</b> Longitud de la espiga presente en las 30 líneas de cebada maltera .....	50

<b>Figura 41.</b> Número de granos por espiga obtenidos en el cultivo de cebada maltera .....	52
<b>Figura 42.</b> Peso hectolítrico obtenido por las 30 líneas de cebada maltera .....	53
<b>Figura 43.</b> Peso de 1 000 granos obtenidos por las 30 líneas evaluadas en campo .....	55
<b>Figura 44.</b> Calibre obtenido por las 30 líneas de cebada maltera evaluadas en campo .....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Tabla oficial para el peso hectolítrico en cereales .....	66
<b>Anexo 2.</b> Análisis de suelo del área seleccionada para la implementación del ensayo .....	68
<b>Anexo 3.</b> Ciclo fenológico de la cebada vs temperatura y precipitación .....	69
<b>Anexo 4.</b> Paquetes de las líneas de cebada maltera entregados por Cervecería Nacional ..	69
<b>Anexo 5.</b> Elaboración de surcos en las unidades experimentales .....	70
<b>Anexo 6.</b> Toma de datos .....	70
<b>Anexo 7.</b> Productos agroquímicos utilizados en el control de roya, arvenses y plagas en el cultivo de cebada maltera .....	71
<b>Anexo 8.</b> Incorporación de la mezcla en el DRON para la aplicación del producto .....	72
<b>Anexo 9.</b> Cultivo de cebada maltera en fase de macollamiento .....	73
<b>Anexo 10.</b> Cultivo de cebada maltera en fase de embuchamiento .....	74
<b>Anexo 11.</b> Cultivo de cebada maltera en fase de espigamiento .....	75
<b>Anexo 12.</b> Cultivo de cebada maltera en fase de floración .....	76
<b>Anexo 13.</b> Cultivo de cebada maltera en fase de maduración .....	77
<b>Anexo 14.</b> Cultivo de cebada maltera en estado de madurez .....	77
<b>Anexo 15.</b> Cultivo de cebada cosechado, separando cada línea en diferentes costales .....	78

**TÍTULO:** “Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L) en la Granja Experimental La Pradera Chaltura, Imbabura”

Caluguillin Carolina<sup>1</sup>; Chalampunte Doris<sup>1</sup> PhD; Prado Julia<sup>1</sup> PhD; Romero María José<sup>1</sup>  
Mcs; Ing. Mera Xavier<sup>2</sup>.

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

Cervecería Nacional<sup>2</sup>

[eccaluguillin@utn.edu.ec](mailto:eccaluguillin@utn.edu.ec)

### RESUMEN

La cebada es considerada uno de los cereales más importantes a nivel mundial, debido a su capacidad de adaptación a diferentes climas, su importancia en la alimentación y al ser la materia prima para la elaboración de la malta. En Ecuador se requiere de importaciones para suplir la demanda de este producto, esto debido a la baja producción a nivel nacional a causa de la falta de materiales genéticos sobresalientes. En colaboración de Cervecería Nacional y la Universidad Técnica del Norte se evaluó 144 líneas promisorias de cebada maltera, con el objetivo de identificar materiales promisorios que se puedan adaptar a las condiciones agroclimáticas de Imbabura. Para esto se utilizó un Diseño en Bloques Completos al Azar, donde se evaluaron 17 variables (1 cualitativas y 16 cuantitativas). Para la selección de los materiales promisorios se tomó en cuenta que estos no presenten acame y buenos rendimientos, se identificaron 30 materiales promisorios, de la cuales se destacan L58, L92, L21 y L138, para la variable número de macollos se obtuvo valores entre 10 a 5 macollos, con valores entre las 330 a 550 en cuanto a espigas por m<sup>2</sup>, presentando un peso de 1000 semillas que oscila entre 38 a 40 gr, en el caso de peso hectolítrico oscilan entre 60 y 66 kg/hl, valores deseables en variedades cerveceras, con las líneas seleccionadas como promisorias se pueden realizar nuevos estudios donde se compruebe que presentan una buena adaptabilidad al ambiente y rendimientos deseables en diferentes zonas de la sierra ecuatoriana.

**Palabras claves:** cebada, malta, líneas, caracterización agro morfológica, peso hectolítrico.

**TITLE:** "Agronomic evaluation of 144 promising lines of malting barley (*Hordeum vulgare* L.) at the La Pradera Experimental Chaltura Farm, Imbabura".

Caluguillin Carolina<sup>1</sup>; Chalampiente Doris<sup>1</sup> PhD; Prado Julia<sup>1</sup> PhD; Romero María José<sup>1</sup>  
Mcs; Ing. Mera Xavier<sup>2</sup>.

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

Cervecería Nacional<sup>2</sup>

[eccaluguillinq@utn.edu.ec](mailto:eccaluguillinq@utn.edu.ec)

### **ABSTRACT**

Barley is considered one of the most important cereals worldwide, due to its ability to adapt to different climates, its importance in food and as a raw material for malt production. Ecuador, imports are required to meet the demand due to the low national production. Unfortunately, the country faces a lack of outstanding genetic materials. In collaboration with Cervecería Nacional and the Universidad Técnica del Norte, 144 promising lines of malting barley were evaluated, with the aim of identifying promising materials that can be adapted to the agroclimatic conditions of Imbabura. For this, a Random Complete Block Design was used, where 17 variables were evaluated (1 qualitative and 16 quantitative). For the selection of promising materials, it was considered that they do not show lodging and good yields., The assessment allowed to identify 30 promising materials, of which L58, L92, L21 and L138 stand out, for the variable number of tillers (10 to 5 tillers), with values between 330 to 550 in terms of spikes per m<sup>2</sup>, presenting a weight of 1000 seeds that oscillates between 38 to 40 g. The hectoliter weight between 60 and 66 kg/hl. Desirable values in brewing varieties, with the lines selected as promising, were found. New studies can be carried out where it is verified that they present a good adaptability to the environment and desirable yields in different areas of the Ecuadorian highlands.

**Key words:** barley, malt, lines, agromorphological characterization, test weight.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La cebada es considerada como uno de los granos más importantes a nivel mundial, llegando a ocupar el cuarto lugar, esto debido a la capacidad de adaptación a diferentes zonas climáticas, como también su importancia en la alimentación humana y animal, otro de sus aportes es a la industria cervecera, ya que, es la materia prima para la elaboración de malta (Zhou, 2010).

Existen aproximadamente 1 300 variedades de cebada, de las cuales para la industria cervecera son las más relevantes aquellas que presentan dos hileras, esto debido a los contenidos de almidones que estas poseen lo que ayuda a la elaboración de una malta de calidad (Solano, 2019).

Contantemente se realizan investigaciones relacionadas con el desempeño de diferentes líneas promisorias de cebada maltera en diversas zonas, lo cual tiene la finalidad de identificar que líneas se adaptan mejor a una zona específica, esto debido a que el comportamiento de la cebada en su producción depende en gran medida de las características varietales de la misma y como esta se desarrolla en las condiciones agroclimáticas de la zona en que se encuentre (Daba et al., 2019).

Las investigaciones en diferentes regiones han demostrado que existe una variabilidad genética, el estudio realizado en Albania que evaluó 20 accesiones de cebada mostro variabilidad en altura de planta, longitud de espiga, densidad de la espiga, cubrimiento de grano y peso de 1 000 granos, demostrando que las características que exprese una variedad depende del genotipo de la misma y el ambiente en el que se desarrolle (Velasco et al., 2020).

Países como México han realizado investigaciones para generar variedades de cebada con alto rendimiento y buena calidad maltera, permitiendo incrementar la superficie cultivada, también diversificar la agricultura del país, con sus investigaciones han logrado liberar 17 variedades de cebada maltera (Gonzales et al., 2020).

Para el caso de Ecuador se han realizado estudios en diversas provincias, una de ellas es la Universidad Estatal de Santa Elena, donde se han determinado que las etapas fenológicas son más cortas en la costa que en la sierra, donde el ciclo vegetativo vario ente 101 a 121 días y en cuanto al rendimiento se obtuvo 2 509,1 a 4 139,6 kg/ha respectivamente para cada región (Orrala, 2020).

## **1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Para Ecuador la producción de cebada es importante, debido a que se considera un producto de innegable connotación social, puesto que forma parte de la alimentación de la población, y es una de las materias primas para la elaboración de cerveza, sin embargo, la producción nacional no cubre la demanda de la industria cervecera, siendo necesaria la importación de la misma (INIAP, 2016).

Se estima que Ecuador importa hasta 40 000 t/año para poder suplir esta demanda (Banco Central del Ecuador , 2014 ). Para el año 2017 las importaciones de cebada fueron de 37606 toneladas de las cuales el 18% fueron cebada maltera, también se importó 16541 toneladas de malta invirtiéndose 9 millones de dólares en cebada y más de 8 millones de dólares en malta (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018). Para el año 2020 las importaciones fueron de 66 mil toneladas, las cuales están destinadas para la producción de malta, ya sea por parte de Cervecería Nacional, como también para la producción de cerveza artesanal (Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto Argentina , 2020).

No cualquier variedad de cebada es apta para la elaboración de cerveza de calidad, siendo una de las limitaciones de la industria cervecera, ya que existen una ausencia de variedades nacionales que cumplan con los estándares de calidad exigidos para la producción de malta (INIAP, 2010).

Entre los factores que afectan la producción de cebada se encuentran semillas de mala calidad, falta de nutrientes, mala distribución de agua en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, mal manejo de plagas y enfermedades y un deterioro del suelo (ASERCA Mx, 1995).

En el Ecuador la cebada destinada para la producción de malta se encuentra en el segundo lugar, después de la producción para consumo animal y humano, además cabe mencionar que la cebada para alimentación y para malta poseen requerimientos distintos, por lo cual son pocas las variedades de doble propósito, por tanto, existen pocas variedades malteras que se adapten a la sierra ecuatoriana (Ponce et al., 2019).

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La cebada es un cultivo de mucha importancia para la agricultura de conservación y adaptación al cambio climático, debido a que se ajusta bien a condiciones extremas, siendo tolerante a suelos pobres y compactados, a la sequía y a humedades marginales, además, la cebada es importante para la alimentación humana, animal y para la industria cervecera por su extracción de malta (Solano, 2019).

En Ecuador tiene un consumo de 7.2 litros per cápita, esto genera que el sector manufacturero de la industria cervecera genere el 1,2% de empleo nacional del país, por lo cual en la actualidad se ha empezado a cultivar cebadas con características malteras (Ponce et al., 2019).

Cervecería Nacional mediante el Programa Siembra por Contrato, pretende impulsar la reactivación económica, teniendo como objetivo generar 20 mil empleos directos y 60 mil indirectos, apoyándose también a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería, y del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, busca beneficiar a 178 mil personas, quienes formen parte del proyecto recibirán insumos, asesoría y acompañamiento para el desarrollo de cultivos de cebada, maíz amarillo y blanco, arrocillo y almidón de papa, para así garantizar la trazabilidad, además de una relación comercio justa y transparente con los productores en cada etapa del proceso.

Con esta investigación se busca ver el comportamiento de varias líneas de cebada maltera en la zona de Imbabura, para posterior a esto identificar materiales que se adapten a las condiciones agroclimáticas de dicha zona, presentando un buen desarrollo y producción, con la finalidad de poder proporcionar a los productores materiales genéticos de alto rendimiento y de esta manera incrementar la producción nacional de cebada maltera.

## **1.4 OBJETIVOS**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Evaluar la adaptación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la Granja Experimental “La Pradera” Chaltura, Imbabura.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

1. Caracterizar 144 líneas promisorias de cebada maltera a través de descriptores morfológicos en la Granja Experimental “La Pradera”.
2. Determinar el rendimiento de 144 líneas promisorias de cebada maltera.
3. Identificar materiales promisorios con carácter deseable para la producción de cebada maltera en Imbabura.

## **1.5 HIPÓTESIS**

### ***Hipótesis nula***

Ninguna de las líneas de cebada maltera se adapta a las condiciones de la Granja Experimental “La Pradera”.

### ***Hipótesis alternativa***

Al menos una de línea de cebada maltera se adapta a las condiciones agroclimáticas de la Granja Experimental “La Pradera”.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Importancia social y económica**

Según Baldoceca (2015) menciona que la cebada es considerada el cuarto cereal más producido en el mundo, después del trigo, maíz y el arroz, siendo considerada como uno de los cultivos más importantes para la humanidad, esto debido a su amplia adaptación ecológica y su diversidad de usos. En el año 2013 se sembraron 49 781.046 ha a nivel mundial, con un rendimiento de 2 907.8 kg/ha y una producción de 144 755.038 t, siendo los países de España, Canadá, Francia, Alemania y Rusia los de mayor producción en ese año (Basantes, 2015).

La producción nacional de cebada para el año 2015 disminuyó un 39% con respecto al año 2014, esta baja producción se reflejó en los precios a nivel de mayorista ya que estos experimentaron una reducción de 5.2%, esta baja producción en el año 2015 se relaciona con el descenso de 6.2% en el rendimiento y de un 34.35% de la superficie cosechada, los rendimientos más altos se observaron durante los años 2007 (24 762 t) y en el 2001 (24 704 t) (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca, 2017).

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

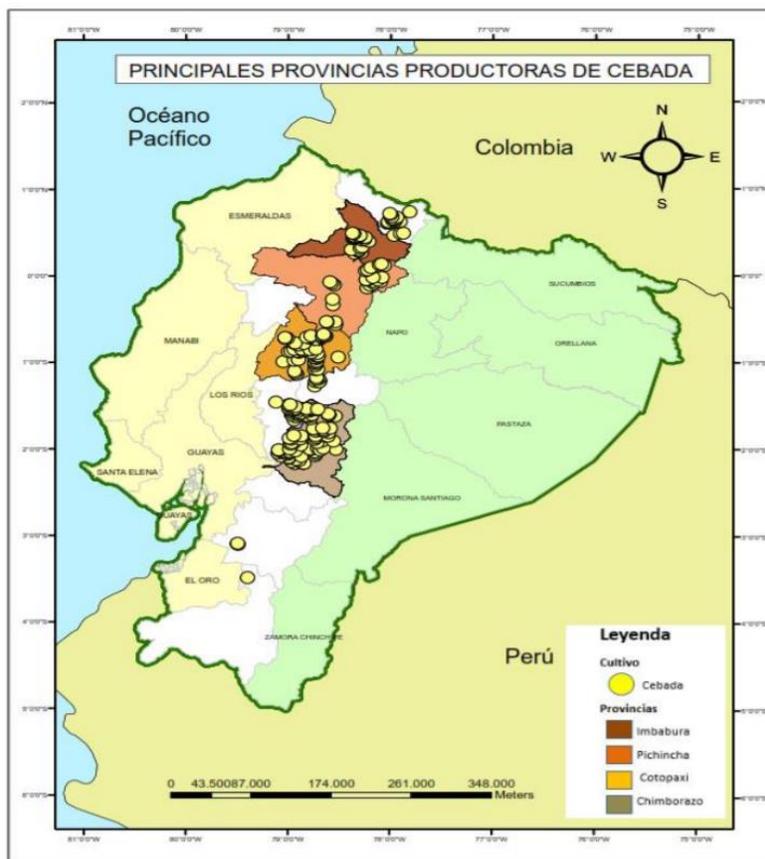
La cebada fue uno de los primeros cultivos en ser domesticados, se cree que tiene sus orígenes en el sur de Asia y África Septentrional, se han encontrado restos de cebada de 15000 de antigüedad (Chicaiza, 2014). Las zonas con mayor variedad genética de este cultivo son Israel, Jordania de donde se supone tubo origen y se difundió hacia el Mediterráneo, también existe diversidad genética en Etiopía, en el Tibet, Marruecos y Asia central (Cuesta, 2007).

En el caso de Ecuador la cebada tiene sus inicios con la llegada de la conquista española, siendo esta cultivada antes que el trigo, distribuyéndose en la región interandina, siendo uno de los principales insumos de la alimentación humana, destinándose un 40% a amplios sectores, aproximadamente 3 millones de habitantes, por otra parte, el sector industrial utiliza un 40% de cebada para la producción de cerveza y un 20% para la producción de forrajes (Coronel y Jiménez, 2011).

Entre las principales provincias productores de cebada en Ecuador se encuentran Imbabura, Pichincha y Chimborazo (Rivadeneira, 2005). Para el año 2018 el cultivo de cebada abarcó una superficie de 10124 ha, de las cuales se cosecharon 9479 con un total de 13674 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% (Figura 1) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos , 2018).

**Figura 1.**

*Mapa de la producción de cebada a nivel nacional.*



**Fuente:** Coque, (2020).

#### **2.4 Descripción taxonómica**

Baldoceda (2015) menciona que la descripción taxonómica de la cebada es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Pooideae

Tribu: Triticeae

Género: *Hordeum*

Especie: *Hordeum vulgare* L.

Nombre común: Cebada

## **2.5 Descripción botánica**

### **2.5.1 Raíz**

El sistema radicular que presenta la cebada es fasciculado, fibroso, de poca profundidad en comparación a otros cereales, se concentra en los primeros 20 a 30 cm del suelo, si se encuentra en condiciones favorables puede llegar alcanzar de 50 a 100 cm de profundidad (Quelal, 2014).

### **2.5.2 Tallo**

Es una caña hueca alargada, que consta de dos estructuras (nudos y entrenudos), sus 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).

### **2.5.3 Hojas**

Presenta hojas cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta, estrechas y de color verde, en la parte donde el limbo se separa del tallo, se desarrollan dos estípulas (auículas) entrecruzándose por delante del tallo y una corta lígula dentada, aplicada contra este (Molina, 1987).

### **2.5.4 Flor**

Denominada la flor perfecta, esto debido a que posee elementos reproductivos masculinos y femeninos, dando lugar a su polinización en la estructura que envuelve la flor, aunque las anteras salen debido al calor del ambiente, el polen fecundo a los óvulos de la misma flor (Molina, 1987).

### **2.5.5 Inflorescencias**

Las flores se encuentran agrupadas para formar una espiga, cada una de las espigas 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).

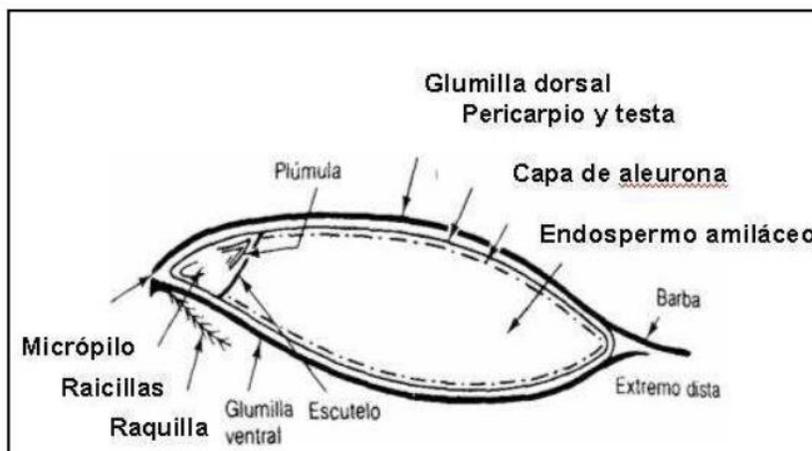
### **2.5.6 Grano**

Conocidos también como cariósides, 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 (Velasco et al., 2020).

## Figura 2.

*Partes del grano de cebada.*



Fuente: Alpusig, (2012).

## 2.6 Etapas fenológicas del cultivo

### 2.6.1 Germinación

La temperatura mínima para la geminación se encuentra entre los 34 a 36 °C, luego de la semilla absorber la humedad necesaria emerge la primera raíz (radícula), creciendo hacia abajo, proporcionando anclaje y absorbiendo agua y nutrientes, y eventualmente desarrolla ramas laterales. Otras raíces formadas al nivel de la semilla forman el sistema de raíces seminales (estarán presentes durante la temporada de crecimiento). Luego de la emergencia de la radícula emerge la primera hoja del brote principal (Molina, 1990)

### 2.6.2 Producción de hojas

Después de emerger la plántula, el coleoptilo deja de alargarse y aparece la primera hoja verdadera, posterior a esto las hojas seguirán apareciendo cada tres o cinco días. Cuando la planta presenta de dos a tres hojas, el ápice pasa a la fase vegetativa, donde se formarán las hojas, iniciando la formación de la espiga embrionaria (Yzarra y Francisco, 2011).

### 2.6.3 Macollamiento

Cuando la planta presente alrededor de cinco hojas, comienzan activarse las yemas ubicadas en las axilas de las hojas donde se originarán los macollos, esta fase es importante ya que permitirá a la planta adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes (Molina, 1987).

Los factores que influyen en el macollamiento se encuentran: el genotipo, la densidad de siembra, profundidad de siembra, nutrientes, temperatura y agua. Si dichas condiciones

son favorables y la densidad de siembra es reducida, se aumenta el número de macollos formados por planta, caso contrario al presentar una profundidad o densidad de siembra generalmente disminuye el número de macollos por planta, mientras que, si las temperaturas son bajas en las primeras etapas, si la densidad de población es baja, un nivel de nitrógeno en el suelo alto, se forma mayor cantidad de macollos por planta (Industry y Investment, 2010).

#### **2.6.4 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 dudo del tallo (Industry y Investment, 2010)

#### **2.6.5 Espigamiento y floración**

La emergencia de la espiga tiene lugar cuando la espiguilla apical de la misma ha emergido completamente de la vaina de la hoja bandera y cuando se da en el 50% de la población (Juskiw et al., 2001).

La floración comienza en las florecillas del centro de la espiga y continúa tanto hacia arriba como hacia debajo de la espiga. A medida que se aproxima la anthesis, los lodículos de la base del ovario se hinchan, la flor se abre y los filamentos se alargan, las anteras se abren a medida que emerge la flor, desparramándose su polen sobre el estigma puede presentarse una polinización cruzada si la flor se abre antes de que las anteras esparzan el polen (Industry y Investment, 2010).

#### **2.6.6 Formación del grano**

Se presenta la elongación mayor o menor del cuello de la espiga y por su curvatura, siendo la púnica parte de la espiga que continúa creciendo después de la emergencia de esta a medida que el llenado de grano, después de la fecundación el ovario va incrementando su tamaño y rellenando progresivamente la cavidad que forman las glumillas. Cuando el grano alcanza su máximo de longitud, el grano en formación comienza a engrosar como consecuencia de la continua aportación de fotostatos, procedentes de las partes verdes que aún son fotosintéticamente activas (Industry y Investment, 2010).

Una vez lleno el grano, su textura es aún blanda, casi acuosa (grano lechoso), entonces comienza a incrementarse simultáneamente el grosor y la densidad del grano (fase de grano pastoso) hasta llegar a un máximo a partir del cual no habrá más acumulación de materia seca y habrá alcanzado la madurez fisiológica, luego de esto perderá humedad por lo que reducirá su peso total hasta llegar a un contenido de humedad de 10 a 12%, siendo el momento oportuno para la cosecha (Juskiw et al., 2001).

#### **2.6.7 Indicadores de la maduración de la cebada**

Un indicador de la madurez de la cebada es la pérdida de todo el color verde de las glumas y del pedúnculo, otro indicador es cuando la humedad del grano a disminuido hasta

un 30 o 40% (alcanzado su madurez fisiológica), es esta fase no acumulara más materia seca adicional, mientras que si se presenta una humedad demasiado alta se puede segar y aventar, cuando la humedad del grano ha disminuido al 13 o 14% el grano de cebada está listo para el trillado (Molina, 1987).

## **2.6 Requerimientos Edafoclimáticos**

La cebada se desarrolla en altitudes desde 2 400 a 3 500 msnm, requiere precipitaciones entre los 500 a 700 mm durante el ciclo, con una temperatura promedio entre los 10 a 20 °C. Se adapta bien a todo tipo de suelo, pero prefiere suelos profundos y con un buen drenaje para evitar encharcamientos, con un pH entre 5.5 a 7.5 (Peñaherrera, 2011).

## **2.7 Manejo del cultivo**

### **2.7.1 Preparación del terreno**

Se realiza un pase de arado y dos de rastra, este proceso debe realizarse con dos meses de anticipación, para permitir que las malezas se descompongan y se incorporen al suelo (Falconi et al., 2010).

### **2.7.2 Siembra**

La siembra se debe realizar a inicio de la época de lluvias, y que la época de cosecha coincida con la época seca. El método que se usa para la siembra de manera manual es al voleo, la profundidad de siembra no debe ser mayor a 5 cm, para evitar el ahogamiento y muerte de plántulas (Falconi et al., 2010).

### **2.7.3 Semilla**

Se debe utilizar semilla de calidad, con el fin de asegurar un buen porcentaje de germinación de las plantas de cebada (Falconi et al., 2010).

### **2.7.4 Cantidad de semilla**

La calidad de semilla de cebada para la siembra es de 135 kg/ha (Falconi et al., 2010).

### **2.7.5 Fertilización**

El tipo de fertilización aplicarse depende varios factores como las condiciones climatológicas y edafológicas, rotación de cultivo y objetivo de uso del producto cosechado, en el caso de la cebada cervecera se caracteriza por un bajo contenido de nitrógeno y un elevado contenido de almidón, por lo cual requiere un abundante abastecimiento de fósforo y potasio (Franzen y Goos, 2019).

La dosis de abono y la fecha de aplicación varían según la finalidad del cultivo, en el caso de cebada para malta debe disminuiré las dosis de nitrógeno, ya que este elemento está relacionado con el contenido de proteína, la cual determina la aptitud del grano para elaborar malta, es por ello que las aportaciones deben realizarse en dos dosificaciones, la primera mitad con la siembra y la segunda al final del ahijamiento (Gispert, 2002).

En el caso de P y K la dosificación dependerá del nivel de fertilidad del suelo, es para ello importante tener en cuenta los niveles de extracción del cultivo y un análisis del suelo, en el caso de no disponer de uno, se recomienda hacer una fertilización basada en la extracción de nutrientes que el cultivo de cebada toma del suelo (Tabla 1), por lo general se requiere 60 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo, 30 kg de Potasio y 20 Kg de Azufre, tomando en cuenta este requerimiento se pueden incorporar cuatro sacos de 10-30-10 a la siembra y luego, al macollamiento (30-45 días después de la siembra), un saco de urea de 50 kg/ha aplicado al voleo con humedad en el suelo (Guerrero, 2000).

**Tabla 1.**

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

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

**Fuente:** AGRO RURAL, (2018 ).

**Tabla 2.**

*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.*

Nutriente	Cebada
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

Se recomienda usar herbicidas como Metsulfurón metil, en dosis de 10 gramos por hectárea de 20 a 30 días después de la siembra, o 2.4 D éster en dosis de 2.5 a 3 litros por hectárea a los 45 días después de la siembra, la otra opción que se puede aplicar es de forma manual o deshierbe, teniendo en cuenta que esta labor se realizará cuando el cultivo no tenga más de 45 a 50 días (Rivadeneira, 2003).

### 2.7.7 Cosecha

Se debe realizar cuando la planta haya alcanzado su madurez completa, en la sierra ecuatoriana la forma más utilizada es manualmente y se realiza utilizando una hoz, para cortar las espigas y formar gavillas, las mismas que son agrupadas para formar parvas, con el fin de conservar la cebada en el campo, para luego proceder a la trilla. Para realizar esta labor se debe tener muy en cuenta las épocas secas, para que el grano no absorba humedad y pueda mantenerse en buenas condiciones cuando sea almacenado (Rivadeneira, 2003).

### 2.7.8 Almacenamiento

La semilla debe ser almacenada en un lugar seco, con buena ventilación y libre de roedores, con el fin de que esta no se dañe y se mantenga en buen estado, se debe almacenar con un contenido de humedad de 13%, con una temperatura de 18 °C a 38 °C, siendo la primera la temperatura óptima (Rivadeneira, 2003).

## 2.8 Plagas

Entre las plagas que con mayor frecuencia atacan a la cebada se encuentran: gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), saltarin (*Elasmopalpus lignosellus*), barrenadores (*Agrotis* spp) (*Cephuscinctus*), también se encuentra el gusano peludo (*Agrotis* spp), eliotero (*Heliothis* spp), pulgones (*Rhopalosiphum padi*) (*Rhopalosiphum maidis*) (*Sitovionavenae*), entre otros (Chicaiza, 2014).

## 2.9 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).

### 2.9.1 Roya amarilla

También conocida como roya lineal es producida por el hongo *Puccinia striiformis*, el cual aparece formando líneas amarillas en las hojas, dichas líneas están conformadas de pústulas producidas por el mismo hongo, se manifiesta a partir de 70-90 días después de la siembra, también ataca a la espiga (Falconi et al., 2010).

### **2.9.2 *Roya de la hoja***

Conocida también como roya parda es producida por el hongo *Puccinia hordei*, el cual aparece en forma de pústulas que se desarrollan en forma desordenada en la superficie de la hoja, presenta una coloración amarillo-ladrillo, los ambientes que favorecen a esta enfermedad son húmedos y templados (Coronel y Jiménez, 2011).

## **2.10 Cebada maltera**

### **2.10.1 *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 (Molina, 1987).

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

Según Guerrero (1999) menciona que entre las características fundamentales que es necesario tener en cuenta para elegir una variedad son:

- a) **Productividad:** la productividad dependerá de los suelos y el clima en que se va a cultivar la cebada, es por ello 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 seco.
- b) **Factor de regularidad de los rendimientos:** entre estos factores se encuentran

**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.

- c) **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.

### **2.10.3 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, 2016).

La cebada de dos hileras es considerada como cervecera, mientras que la de seis hileras es denominada forrajera, sin embargo existen cebadas de dos hileras que no poseen calidad industrial (Arias, 1991).

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).

## **2.11 Industria cervecera**

### **2.11.1 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.

### **2.11.2 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 (Burger y LaBerge, 1985)

### **2.11.3 Peso hectolítro 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 (Hoyle et al., 2019).

#### **a) 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 (Carrera et al., 2005).

**b) 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 (Arias, 1991).

**c) 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 del mismo, 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 (Arias, 1991).

**d) 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 (Carrera et al., 2005).

**e) 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 (Etchevers et al., 1976 ).

**f) 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 (Hoyle et al., 2019).

**g) 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 (United States Department of Agriculture, 2016).

**h) 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 (Wade et al., 2003).

## **2. 12 Marco Legal**

Tomando en cuenta la Constitución de la República del Ecuador con el artículo 281 numeral 3 que señala que la soberanía alimentaria 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 (Asamblea Nacional, 2008).

También de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria artículo 10 que hace referencia a la institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas (Asamblea Nacional, 2010).

Amparada por la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de Agricultura, en el artículo 1 que tiene como objetivo la proteger, revitalizar, multiplicar y dinamizar la agrobiodiversidad en lo relativo a los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura; fomento e investigación científica y la regulación de modelos de agricultura sustentable; respetando la diversas identidades, saberes y tradiciones a fin de garantizar la autosuficiencia de alimentos sanos, diversos, nutritivos y culturales apropiados para alcanzar la soberanía alimentaria y contribuir al Buen Vivir o Sumak Kawsay (Asamblea Nacional , 2017).

Garantiza el uso, producción, fomento, conservación e intercambio libre de la semilla campesina que comprende las semillas nativas y tradicionales; y la producción, certificación, comercialización, importación, exportación y acceso a la semilla certificada, mediante la investigación y el fomento de la agricultura sustentable (Asamblea Nacional, 2017).

### CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

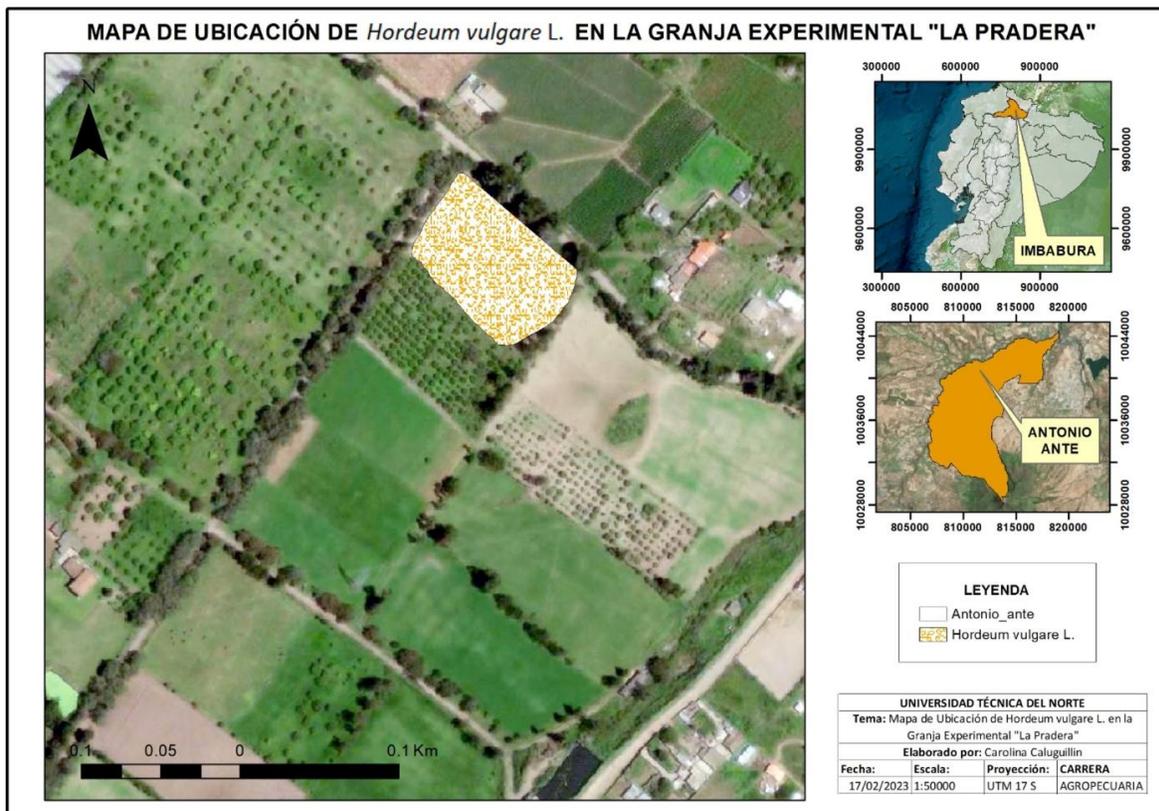
#### 3.1 Caracterización del área de estudio

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 elaboración del mapa de ubicación se realizó mediante la sincronizar el programa para trabajar sistemas de información geográfica llamado QGIS 3.26 con el servicio de imágenes satelitales de alta resolución QuickMapServices, específicamente con el satélite Bing, se obtuvo la imagen con las siguientes propiedades: 3 325x1 412 pixeles y con una resolución 215 ppp. Los Shapefiles usados para identificar cada una de las provincias y cantones del país pertenecen al Instituto Geográfico Militar con una escala de 1:50000, una vez juntada toda la información se establece el área de estudió, el cual tiene un color amarillo con fondo blanco.

**Figura 3.**

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



### 3.2 Características de la Grana “La Pradera”

Según el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Antonio Ante (2020), el área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante, parroquia San José de Chaltura, en la Granja Experimental La Pradera, se encuentra a una altitud de 2267 m s.n.m, latitud 00°21’32.37” Norte y longitud 78°12’14.95” Oeste, con una temperatura media de 14 a 16°, humedad relativa entre 10 a 40% y cuenta con una precipitación promedio de 500 a 750 mm en el año.

### 3.3 Materiales, equipos, insumos y herramientas

Los materiales e insumos que se utilizaron en la presente investigación se detallan en los siguientes apartados (Tabla 3):

**Tabla 3.**

*Materiales utilizados en la implementación del ensayo.*

<b>Materiales oficina</b>	<b>de Materiales campo</b>	<b>de Maquinaria</b>	<b>Insumos</b>
Computadora	Estacas	Tractor	144 líneas de cebada maltera
Registros	Cinta métrica	Trilladora	Fertilizantes
Cámara fotográfica	Piola		Pesticidas
Celular	Azadón		
Libro de campo	Pala		
	Rastrillo		
	Letreros		
	Fundas		

### 3.4 Métodos

#### 3.4.1 Factores en estudio

Los factores en estudio en la presente investigación fueron las 144 líneas promisoras de cebada maltera, las cuales fueron proporcionadas por parte de Cervecería Nacional, que se encontraron distribuidas en las respectivas parcelas (Tabla 4).

**Tabla 4.**

*Líneas que serán utilizadas en el ensayo.*

<b>N°</b>	<b>Variety -Line Name</b>	<b>N°</b>	<b>Variety -Line Name</b>	<b>N°</b>	<b>Variety -Line Name</b>
1	2IK16-0651	49	2IK16-0764	97	2IK16-0883
2	2IK16-0652	50	2IK16-0765	98	2IK16-0892
3	2Ik16-0653	51	2IK16-0768	99	2IK16-0894
4	2IK16-0654	52	2IK16-0769	100	2IK16-0895

5	2IK16-0656	53	2IK16-0772	101	2IK16-0896
6	2IK16-0657	54	2IK16-0773	102	2IK16-0897
7	2IK16-0658	55	2IK16-0775	103	2IK16-0898
8	2IK16-0660	56	2IK16-0776	104	2IK16-0899
9	2IK16-0663	57	2IK16-0800	105	2IK16-0900
10	2IK16-0664	58	2IK16-0801	106	2IK16-0901
11	2IK16-0665	59	2IK16-0803	107	2IK16-0902
12	2IK16-0666	60	2IK16-0804	108	2IK16-0905
13	2IK16-0668	61	2IK16-0806	109	2IK16-0915
14	2IK16-0669	62	2IK16-0810	110	2IK16-1168
15	2IK16-0670	63	2IK16-0811	111	2IK16-1169
16	2IK16-0671	64	2IK16-0812	112	2IK16-1179
17	2IK16-0675	65	2IK16-0813	113	2IK16-1183
18	2IK16-0686	66	2IK16-0814	114	2IK16-1184
19	2IK16-0689	67	2IK16-0815	115	2IK16-1185
20	2IK16-0691	68	2IK16-0816	116	2IK16-1190
21	2IK16-0696	69	2IK16-0818	117	2IK16-1193
22	2IK16-0702	70	2IK16-0819	118	2IK16-1197
23	2IK16-0703	71	2IK16-0820	119	2IK16-1206
24	2IK16-0710	72	2IK16-0821	120	2IK16-1207
25	2IK16-0713	73	2IK16-0938	121	2IK16-1209
26	2IK16-0714	74	2IK16-0822	122	2IK16-1210
27	2IK16-0715	75	2IK16-0824	123	2IK16-1211
28	2IK16-0717	76	2IK16-0825	124	2IK16-1213
29	2IK16-0727	77	2IK16-0826	125	2IK16-1235
30	2IK16-0729	78	2IK16-0827	126	2IK16-1239
31	2IK16-0730	79	2IK16-0828	127	2IK16-1255
32	2IK16-0731	80	2IK16-0830	128	2IK16-1256
33	2IK16-0735	81	2IK16-0831	129	2IK16-1259
34	2IK16-0738	82	2IK16-0832	130	2IK16-1261
35	2IK16-0740	83	2IK16-0834	131	2IK16-1269
36	2IK16-0741	84	2IK16-0835	132	2IK16-1301
37	2IK16-0742	85	2IK16-0836	133	2IK16-1305
38	2IK16-0743	86	2IK16-0838	134	2IK16-1306
39	2IK16-0744	87	2IK16-0839	135	2IK16-1309
40	2IK16-0745	88	2IK16-0847	136	2IK16-1316
41	2IK16-0747	89	2IK16-0855	137	2IK16-1317
42	2IK16-0748	90	2IK16-0860	138	2IK16-1324
43	2IK16-0749	91	2IK16-0861	139	2IK16-1329

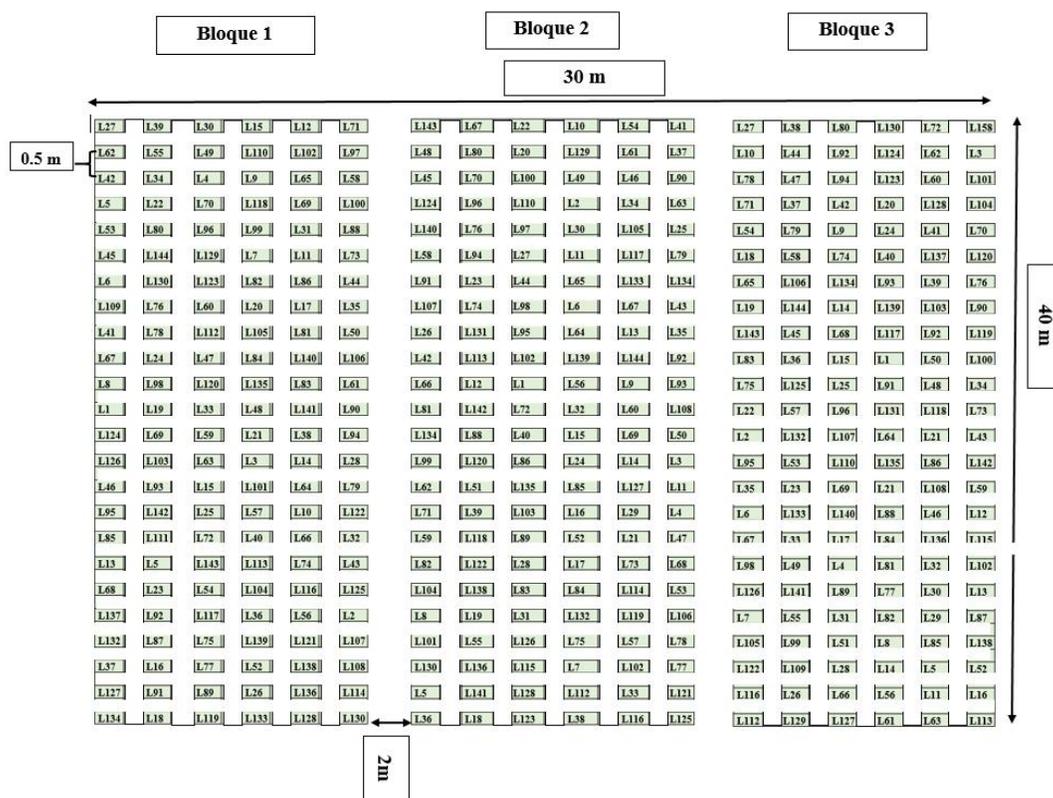
44	2IK16-0751	92	2IK16-0862	140	2IK16-1339
45	2IK16-0752	93	2IK16-0867	141	2IK16-1343
46	2IK16-0753	94	2IK16-0875	142	2IK16-1351
47	2IK16-0759	95	2IK16-0876	143	2IK16-1375
48	2IK16-0760	96	2IK16-0880	144	2IK16-1376

### 3.4.2 Diseño experimental

Para esta investigación se implementó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), que constó de tres, los cuales se separaron a una distancia de 2 m, en cada bloque se ubicaron parcelas de 1 m<sup>2</sup> con surcos de 0.25 m (4 surcos por parcela), mientras que la distancia entre cada parcela fue de 0.5 m (Figura 4).

**Figura 4.**

*Croquis del ensayo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)*



#### 3.4.2.1 Características del experimento.

El experimento consiste en un diseño en bloques completos al azar con 144 líneas promisoras de cebada maltera, las cuales estuvieron distribuidas en tres bloques, con un área total del ensayo de 1040.25 m<sup>2</sup> (28.5 m x 36.5 m).

- Bloques: 3
- Número de tratamientos: 144
- Número de unidades experimentales: 432

### 3.4.3 Características de la unidad experimental

Cada unidad experimental está constituida de 4 surcos, los cuales tuvieron una separación de 0.25 m. De los 4 surcos 2 (surcos centrales) serán evaluados, de estos surcos se seleccionó en la parte central 0.20 m en los cuales se remarcó el área y se contabilizó el número de plantas presentes en esta área y en la misma se tomaron los datos. Cada unidad experimental tuvo un área de 1 m<sup>2</sup>.

- Número de plantas evaluadas: 10
- Número de surcos en la parcela neta: 4
- Número de surcos de efecto borde: 2
- Área de la unidad experimental: 1 m<sup>2</sup>
- Distancia entre surcos: 0.25 m

Cada parcela tuvo un área de 1 m<sup>2</sup>, los surcos se separaron cada 0.25 m (cuatro surcos en total), las franjas negras representaron el número de surcos, de los cuales los que se encuentran en los extremos son el efecto borde y los que estuvieron dentro del rectángulo blanco los surcos a evaluar (Figura 5).

**Figura 5.**

Diseño de producción de la unidad experimental



### 3.4.4 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos recolectados se utilizó el programa estadístico INFOSTAT versión 2020 en cada una de las variables a evaluar (Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Análisis de varianza “ADEVA” de los factores en estudio*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloques	2
Líneas	143
Error experimental	286
Total	431

Al encontrarse diferencias significativas en los tratamientos se utilizó la prueba de Fisher al 5%.

### 3.5 Variables evaluadas

Para determinar el área de la parcela neta se procedió a remarcar un área que abarcó los dos surcos centrales, la misma que constó de 0.25 m de ancho, en la cual se seleccionaron al azar 10 plantas en las cuales se tomó datos como: altura de planta, número de espigas, número de granos por espiga, entre otras (Figura 6).

**Figura 6.**

*Delimitación de la parcela neta.*



#### 3.5.1 Germinación

##### a) Porcentaje de germinación

Tomando en cuenta el Instructivo Agronómico Bavaria I\_D (2019), en el caso de porcentaje de germinación se registró los días transcurridos después de la siembra cuando la parcela presentó un 80% de plantas germinadas (Figura 7).

**Figura 7.**

*Germinación de las 144 líneas de cebada maltera a los 10 días.*



**3.5.2 Desarrollo y Macollamiento**

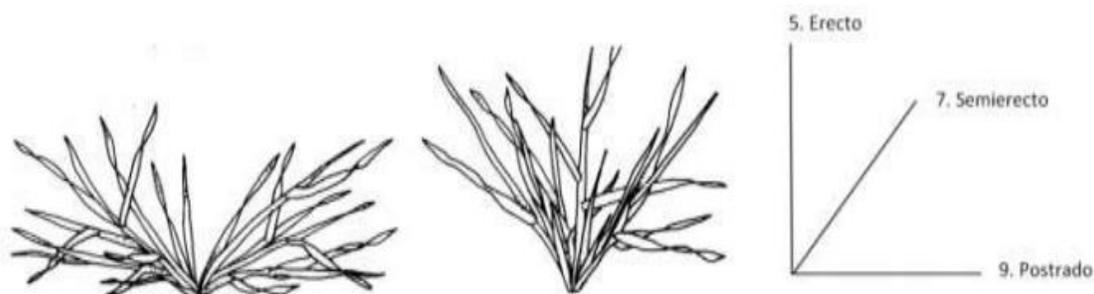
**a) Hábito de crecimiento**

Esta variable se evaluó el área seleccionada en el centro de la parcela neta, mediante observaciones en campo a los 60 días y se calificó de acuerdo a la siguiente escala propuesta por IPGRI (1994) (Figura 8).

Erecto	1
Semi erecto	2
Postrado	3

## Figura 8.

*Hábito de crecimiento del cultivo de cebada.*



**Fuente:** Amaguaya, (2022)

### b) Resistencia al acame

Esta variable se evaluó mediante observación directa en campo después de la fase de macollamiento del cultivo, para lo cual se dividió en cuadrantes la parcela para identificar el porcentaje de daño (Figura 9).

## Figura 9.

*Presencia de acame en una de las líneas de cebada.*



### c) Número de macollos por planta

Esta variable se evaluó mediante una observación directa en la parcela neta cuando el 50% de la parcela experimental presentó el desarrollo de un brote secundario (macollo), tomando como referencia el área seleccionada en medio de los dos surcos centrales, donde

se contabilizó el número de macollos presentes en cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar (Figura 10).

**Figura 10.**

*Número de macollos en el cultivo de cebada maltera.*



**3.5.3 Espigado y llenado del grano**

**a) Días al espigamiento**

Tomando en cuenta el Instructivo Agronómico de Bavaria I\_D (2019), para la variable días al espigamiento, se registró el número de días transcurridos desde la emergencia hasta que aproximadamente el 50% de las plantas de cada unidad experimental presentó espigas (Figura 11).

**Figura 11.**

*Presencia de espigas en una parcela de las 144 líneas.*



**b) Días a la floración**

Mediante observación directa se registró en número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando las parcelas presenten un 50% de floración (Figura 12).

**Figura 12.**

*Presencia de flores en una de las parcelas de las 144 líneas de cebada.*



**3.5.5 Madurez**

**a) Días a la madurez fisiológica**

Tomando en cuenta el Instructivo Agronómico de Bavaria I\_D (2019), en el caso de esta variable se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que un aproximado del 80% del endosperma de los granos de la espiga perdió su coloración verdosa (Figura 13).

**Figura 13.**

*Madures del cultivo de cebada en una de las 144 parcelas.*



### **b) Número de espigas efectivas**

En el caso del número de espigas efectivas en el área seleccionada en los dos surcos centrales de cada unidad experimental, se contabilizó el número de espigas que presentaron granos formados en cada una de las plantas seleccionadas al azar (10).

### **c) Número de espigas por metro cuadrado**

Para esta variable se tomó en cuenta el área seleccionada en los dos surcos centrales, en estas plantas se procedió a contar el número de espigas, posterior a esto se aplicó la siguiente fórmula para obtener el rendimiento de espigas por metro cuadrado.

$$\text{Espigas m}^{-2} = \frac{\text{EML} * 100}{\text{DS (cm)}}$$

Donde:

EML: número de espigas obtenido de las 20 plantas.

DS: distancia de siembra en cm.

### **d) Altura de la planta**

Para la altura de la planta en el área que se seleccionó en los dos surcos centrales de cada unidad experimental, se midió la distancia en centímetros desde el suelo hasta el ápice del tallo más largo, sin tomar en cuenta las aristas (barbas), en las 10 plantas se seleccionaron al azar (Figura 14).

### **Figura 14.**

*Toma de la altura de planta.*



### a) Longitud de la espiga

Para medir la longitud de la espiga se utilizó un calibrador desde la base de la espiga hasta la espiguilla terminal, la medición se realizó en el área seleccionada en los dos surcos centrales de cada unidad experimental, se tomaron en cuenta 10 plantas (Figura 15).

### Figura 15.

*Longitud de la espiga de cebada maltera.*

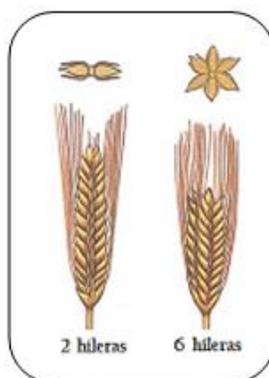


### b) Número de filas por espiga

En el caso del número de filas por espiga se evaluó en el área seleccionada en los dos surcos centrales de cada unidad experimental, en las cuales se contabilizó el número de filas/ espiga en cada una de las plantas, tomando como referencia la escala del IPGRI (1994) (Figura 16).

### Figura 16.

*Escala para calificar el número de filas/ espiga de la cebada.*



**Fuente:** recuperado de (IPGRI, 1994)

c) **Número de granos por espiga**

En la variable número de granos por espiga se contabilizó en el área seleccionada en los dos surcos centrales de cada unidad experimental, se tomó 10 pantas seleccionadas al azar (Figura 17).

**Figura 17.**

*Número de granos por espiga.*



**3.5.6 Cosecha**

a) **Peso hectolítrico**

Para esta variable se usó una jarra de medida de 1/4 litro, en la cual se procedió a llenarla de granos y luego se pesó en una balanza con un valor en gramos, luego con la ayuda de la tabla oficial de pesos hectolítricos para cereales balanza tipo Schopper se transformó el valor de gramos en 1/4 de litro a kilos en un hectolitro (Figura 18) (Anexo).

**Figura 18.**

*Obtención del peso hectolítrico.*



### b) Peso de 1 000 granos

Se determinó la variable peso de 1 000 granos después de la cosecha, para lo cual se tomó una muestra al azar de 1 000 granos de cada tratamiento y se pesó en una balanza, obteniendo el peso en gramos de la muestra (Figura 19).

#### Figura 19.

*Peso de 1 000 granos del cultivo de cebada maltera.*



### c) Calibre del grano

Para esta variable se pesó 100 g de cada línea, luego se pasó por la zaranda de calibre de 2.5 mm con movimientos que provoquen que las semillas de menor tamaño y las basuras caigan por ella, posterior a esto se procedió a pesar las semillas que quedaron sobre la zaranda (Figura 20).

#### Figura 20.

*Calibre de cebada maltera en zaranda 2.5 mm.*



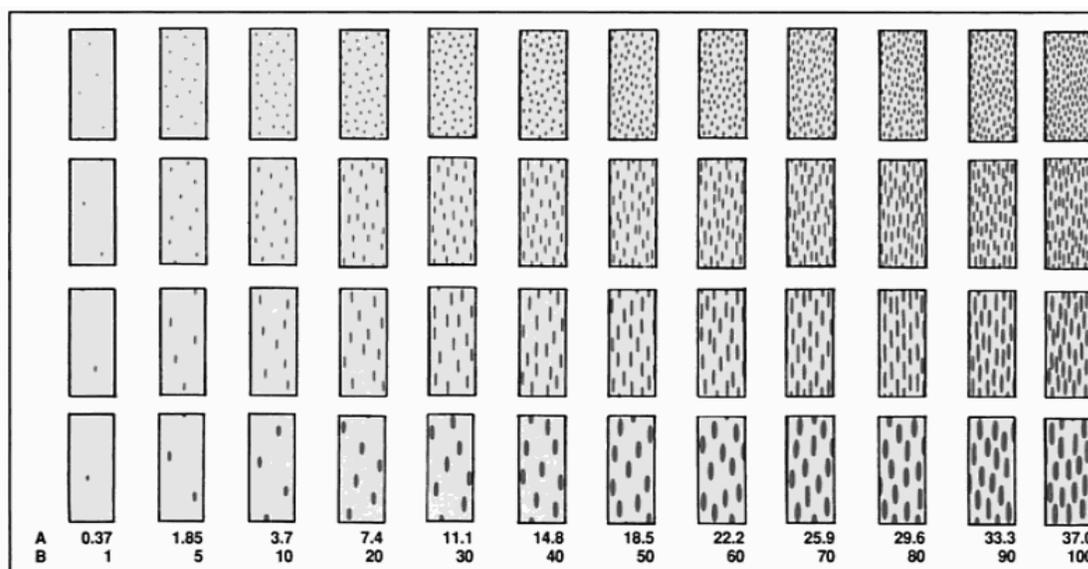
### 3.5.7 Enfermedades

#### d) Severidad e Incidencia al ataque de Roya

Se realizó una evaluación de la respuesta de la planta frente a la infección de roya de la hoja (*Puccinia hordei* G.) y roya amarilla (*Puccinia striiformis* W.). El método recomendado por Saucedo, Lugo, Villaseñor, Partida y Reyes (2015) que se empleó es la escala modificada de Cobb, que determina el porcentaje del tejido que puede ser infectado por la enfermedad e incluye el grado de severidad medida en porcentaje (figura 21) y la respuesta del cultivo (tabla 5).

**Figura 21.**

Escala modificada de Cobb. A, porcentaje real ocupado por roya; b, grado de severidad de la roya (%).



Fuente: (CIMMYT, 2007 ).

**Tabla 6.**

Escala modificada de COBB para severidad de ataque.

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

**Fuente:** Centro de Investigación y Mejoramiento de Maíz y Trigo, (2007).

### **3.5.8 Criterio de selección de líneas promisorias de cebada maltera**

Luego de la incorporación de las líneas en campo y de tomar los datos de cada una de ellas, se tomó en cuenta los siguientes aspectos (Tabla 9) para la selección de los materiales promisorios, teniendo como referencia el Manual del cultivo de cebada cervecera proporcionado por la empresa Cervecería Nacional y los parámetros establecidos para una cebada cervecera mencionados por Vivar,( 2021) y Daba et al., (2019).

**Tabla 7.**

*Variables tomadas en cuenta para la selección de materiales promisorios.*

<b>Variables</b>	<b>Promedios deseados para una variedad maltera</b>
Número de plantas por metro cuadrado	100 plantas
Número de macollos por planta	4.5 macollos
Número de espigas efectivas	80% de los tallos
Número de granos por espiga	20 granos
Calibre 2.5 mm	> a 80 %
Peso de 1000 granos	> a 45 g
Peso hectolítrico	> a 58 kg/hl
Acame	0%
Habito de crecimiento	Erecto o Semi-erecto

Las líneas que se seleccionaron como promisorias obtuvieron valores iguales o superiores a los establecidos en la Tabla 9.

## **3.6 Manejo del ensayo**

### **3.6.1 Análisis de suelo**

Para realizar el análisis de suelo primero se realizó la selección del lote, el cual no debía haber sido sembrado con anterioridad con ningún cereal; se envió una muestra de suelo para análisis de laboratorio en la Estación Experimental Santa Cataliza del INIAP, para lo cual se tomó una muestra de suelo en forma de Z en todo el terrero (Anexo 2)

### **3.6.2 Preparación del suelo**

Para la preparación del terreno se realizó dos pases de arado y dos de rastra, con el propósito de que el suelo este completamente mullido y que garantice una descomposición de las malezas. Para la elaboración de los surcos del ensayo se realizó de manera manual con una distancia de 0.25 m entre surco (Figura 22).

**Figura 22.**

*Preparación del terreno para el cultivo de cebada, a) Terreno sin preparar, b) Elaboración de surcos.*



### **3.6.3 Fertilización**

Para una adecuada fertilización se realizó un análisis del suelo y en base a este se formuló las dosis de fertilizantes necesarias para el cultivo de cebada (Tabla 6). El fertilizante se aplicó en el momento de la siembra para lo cual se usó el fertilizante sembrador en una dosis de 0.012 kg/m<sup>2</sup>, mientras que en el macollamiento se utilizó urea al 46% en una dosis de 0.012 kg/m<sup>2</sup> (Figura 23).

**Tabla 8.**

*Valores encontrados en el análisis de suelo y fertilización utilizada en el cultivo de cebada en la siembra y fase de macollamiento.*

<b>Etapa fenológica</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor análisis</b>	<b>Fertilización Kg/ha</b>	<b>Fuente</b>
Siembra	P suelo ( 0-20 cm)	37.96 Kg/ha (medio)		
	N suelo (0-20 cm)	102.2 Kg/ha (medio)		
	K suelo (0-20 cm)	1002.14 Kg/ha (alto)	168 kg/ha	Sembrador 15-30-15 kg/ha
	N suelo (0-20 cm)		50 kg/ha	Urea N 46%

### **Figura 23.**

*Fertilización del cultivo en fase de macollamiento.*



#### **3.6.4 Desinfección de la semilla**

Se realizó 8 días antes de la siembra con Vitavax 300 en dosis de 1g/kg de semilla, se dejaron secar durante ocho minutos (Figura 24).

### **Figura 24.**

*Desinfección y separación de la semilla para cada unidad experimental.*



#### **3.6.5 Siembra**

Se realizó de forma manual, con una distribución uniforme de la semilla (a chorro continuo), en cada parcela se incorporó 15 g, luego se removió el suelo con un rastrillo para cubrir a la semilla (Figura 25).

## Figura 25.

*Siembra del cultivo de cebada en cada una de las parcelas experimentales.*



### **3.6.6 Control de malezas, plagas y enfermedades**

El control se realizó en la etapa de macollamiento utilizando productos agroquímicos los cuales se encuentran especificados en la tabla 8.

**Tabla 9.**

*Dosis y productos aplicados en el control de químico en el cultivo de cebada.*

<b>Producto</b>	<b>Función</b>	<b>Ingrediente activo</b>	<b>Dosis</b>
Agua	Ninguno	Ninguno	7 l
L100	Regulador de pH	Ninguno	1 cm <sup>3</sup> /l
Kresco	Herbicida	Fomaxodone	7.5 g
Soporte	Fungicida	Azoxystrobin	200 cm <sup>3</sup>
Orthene	Insecticida	Acefato	100 g
		<b>Total</b>	<b>7 litros</b>

Los productos se aplicaron con ayuda de un Dron (Figura 26).

**Figura 26.**

*Aplicación de insumos agroquímicos en el cultivo de cebada por medio de un DRON.*



Por último, se realizó una limpieza manual de los caminos (Figura 27).

**Figura 27.**

*Limpieza manual de los caminos entre los ensayos.*



### **3.6.7 Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual con ayuda de una hoz y se almacenó en costales previamente señalados, esto para cada una de las unidades experimentales (Figura 28).

**Figura 28.**

*Cosecha manual de cada una de las unidades experimentales.*



**3.6.8 Trilla**

Se realizó con la maquina trilladora y luego se separaron las impurezas con ayuda del viento (Figura 29).

**Figura 29.**

*Trilla de cada uno de los costales donde se encontraban la cosecha de cada unidad experimental.*



## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de 144 líneas de cebada maltera, las cuales fueron proporcionadas por la empresa Cervecería Nacional bajo las condiciones agroclimáticas de Chaltura Imbabura.

### 4.1 Variables evaluadas en las 144 líneas previo a la selección de materiales promisorios.

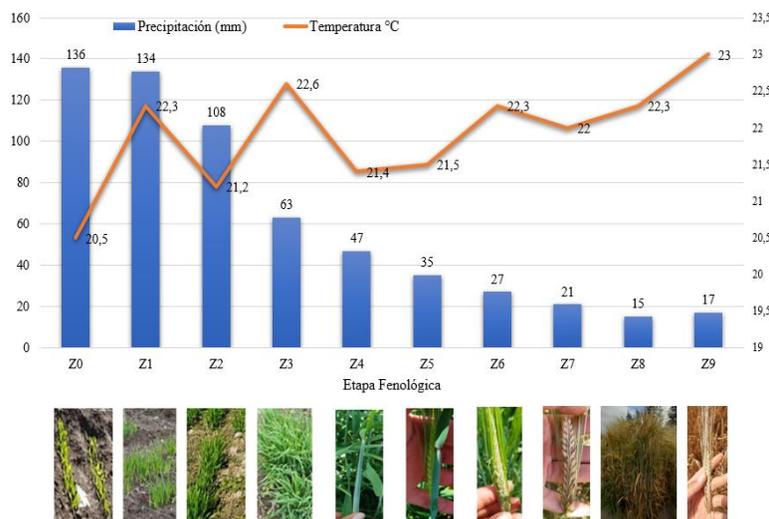
Para la selección de los materiales promisorios de cebada maltera se tomó en cuenta variables como hábito de crecimiento (erecto y semi erecto) y el porcentaje de acame, esto debido a que plantas con presencia de acame y hábito de crecimiento semi erecto presentan mayor dificultad al momento de realizar actividades de campo (cosecha), como también menor rendimiento, además se tomó en cuenta que las líneas seleccionadas tuvieran valores iguales o superiores a los establecidos en la tabla (9).

En la figura 30 se observa la precipitación y temperatura que se presentó en cada etapa fonológica del cultivo, esta información fue tomada de Weather Spark , (2021). Al inicio se presentó una temperatura de 20 °C y precipitación de 136 mm, a lo largo del ciclo fonológico se vio un aumento en la temperatura y una disminución de la precipitación, para la etapa de secado se tuvo una temperatura de 23 °C y una precipitación de 17 mm.

Las condiciones climáticas que se presentaron en las etapas fonológicas del cultivo permitieron identificar como reaccionó cada una de las accesiones, ya que la temperatura y precipitación tienen influencia en desarrollo y las características varietales que van a expresar cada una de las líneas (García, 2017). Es decir, para algunas líneas las condiciones climáticas ayudaron a tener buenos rendimientos mientras que para otras no.

**Figura 30.**

*Ciclo fonológico de la cebada vs temperatura y precipitación.*

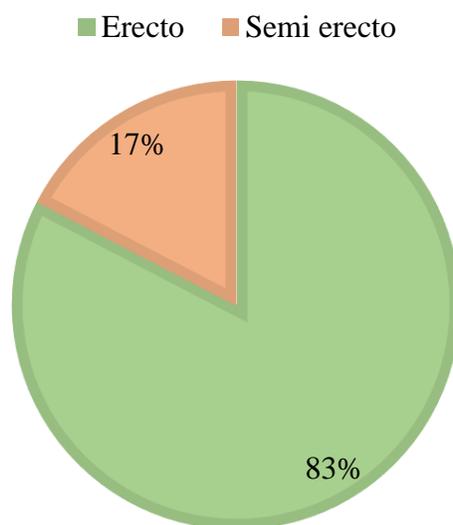


#### 4.1.1 Hábito de crecimiento

En la figura 31 se puede observar los dos hábitos de crecimiento presentados por las 144 líneas, donde el 83% (119 líneas) fue erecto y el 17% (25 líneas) semi erecto.

**Figura 31.**

*Hábito de crecimiento presentado por las accesiones de cebada.*



Según Vivar, (2021) el hábito de crecimiento, como las condiciones ambientales son fundamentales para un buen desarrollo del cultivo, ya que las plantas que son semi erectas tienden a presentar una mayor probabilidad de sufrir acame, en especial en fuertes lluvias y vientos. Castiñeda, (2004) menciona que la temperatura afecta al crecimiento y la expansión foliar, en temperaturas diurnas y nocturnas entre 25 a 15 °C favorece el porcentaje de cebada con crecimiento erecto, en el caso de Chaltura las temperaturas que se presentaron a lo largo del ciclo productivo fueron de 20 a 23 °C (Figura 30), lo que favoreció a que el 83% de las accesiones presentaran un hábito de crecimiento erecto.

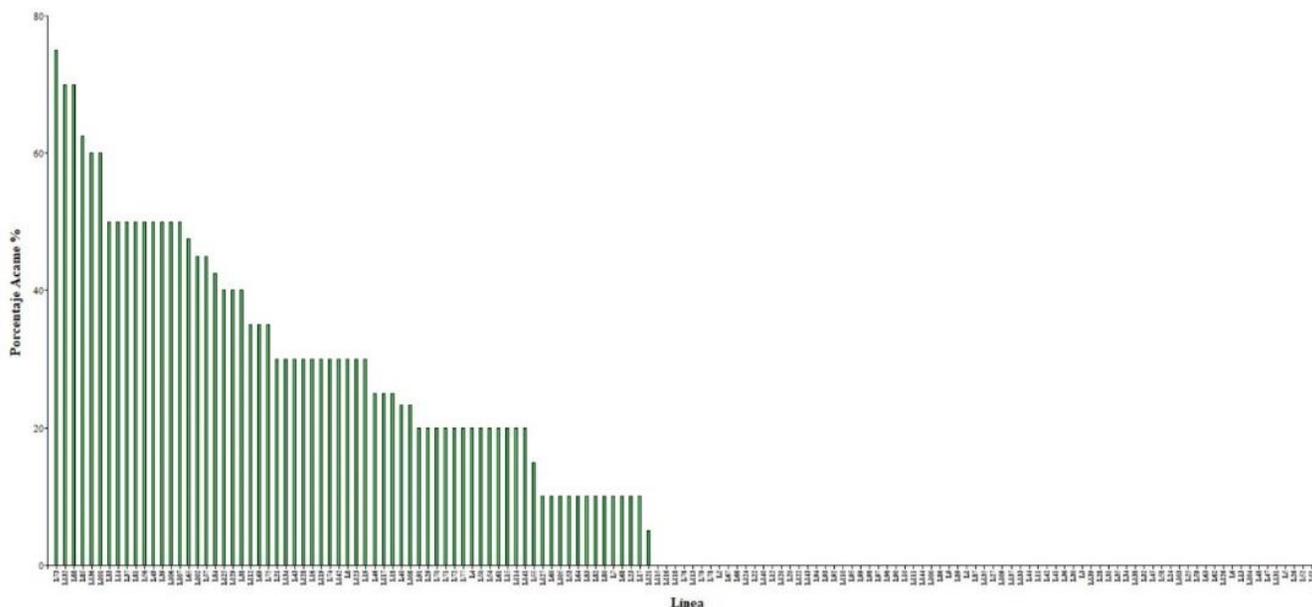
El hábito de crecimiento puede ser un obstáculo para las labores de cosecha, siendo los materiales erectos los que presentan una mayor facilidad al momento de realizar las labores agronómicas e igualmente estos tienden a no presentar acame (Ríos et al., 2011). Corroborado por Velasco et al., (2020) quien menciona que la presencia de materiales semi erectos aumenta la probabilidad de sufrir acame, sin embargo, en el estudio realizado de las 25 accesiones que presentaron hábitos de crecimiento semi erectos el 24% presentaron daño por acame, mientras que del 83% de las líneas con hábito de crecimiento erecto el 47% presentaron acame, siendo las líneas semi erectas las que menos acame presentaron. Tomando en cuenta que en el acame se ven influenciados otros factores como son la capacidad del tallo para soportar el peso de la espiga y una altura menor a un metro (Amaguaya, 2022)

### 4.1.2 Acame

Una de las primeras características que se tomó en cuenta para determinar si una línea es promisoría es el porcentaje de daño causado por acame, en la figura 32 se muestra las líneas que presentaron un mayor y menos daño, los mismos que varían entre 75 y 5%, con el 47% de las líneas afectadas (L4, L7, L8, L14, L15, L16, L17, L18, L19, L21, L23, L29, L33, LL37, L37, L38, L39, L40, L43, L46, L49, L50, L53, L54, L55, L56, L57, L60, L61, L64, L65, L68, L69, L70, L71, L72, L73, L74, L75, L77, L80, L81, L82, L83, L84, L85, L88, L91, L101, L102, L105, L106, L107, L108, L112, L114, L117, L119, L121, L123, L125, L128, L129, L132, L134, L136, L141, L142).

**Figura 32.**

*Porcentaje de daño por acame en las 144 líneas de cebada.*



Según Gutiérrez y Pérez, (2020) las plantas con mayor altura son más propensas a sufrir acame, esto puede deberse a la competencia por la luz entre el cultivo y las malezas, lo que provoca entrenudos más largos, tallos más delgados y plantas más altas. Corroborado por Gonzáles et al., (2016) mencionan que cuando los materiales presentan una mayor altura existe mayor susceptibilidad al acame. Según Vivar, (2021) plantas que presentan alturas inferiores a un metro suelen soportar mejor el acame, sin embargo, esto también depende del grosor del tallo y las características varietales. Esto demuestra que las accesiones que presentaron alturas superiores a un metro son más propensas a presentar acame, encontrándose daños entre un 30% y 70% de acame, mientras que las accesiones menores a un metro mostraron más resistencia.

Lo expuesto en el párrafo anterior no es una regla, así por ejemplo la línea L40 presento una altura de planta de 107 cm y 45% de daño por acame en los tres bloques, mientras que L21 con 110 cm de altura no presentó un daño por acame, dando a entender que el daño por acame depende de las características varietales de cada una de las líneas, ya que en algunos casos presentan tallos más gruesos que evitan el daño.

Una razón más por las cuales se presentó el acame puede deberse a las altas lluvias ya que según Pérez et al., (2016) el hábito de crecimiento que presente el cultivo y las condiciones ambientales son fundamentales en el desarrollo del mismo, en especial en épocas de fuertes lluvias, debido a que esto favorece a la presencia de acame en las plantas.

Las condiciones agroclimáticas que presentó la investigación para el caso de precipitación fue de 136 mm a 35 mm en las etapas de germinación y formaciones de la espiga, para floración, llenado del grano y madurez las precipitaciones se encontraron entre 27 mm a 17 mm, siendo de baja intensidad y sin embargo para la etapa de llenado de grano fue la época donde mayor presencia de acame se pudo observar en diversas accesiones, por lo cual la precipitación no tuvo gran influencia en la presencia de acame.

#### **4.2 Líneas de cebada maltera seleccionadas como promisorias.**

De las 144 líneas evaluadas en campo se seleccionaron 30 líneas, las cuales cumplen con características como porcentaje cero en acame, buenos resultados en cuanto a variables como: número de macollos por planta, días al espigamiento, floración y madurez fisiológica, número de espigas efectivas, número de granos por espiga, peso hectolítrico, peso de 1 000 granos y calibre. En la Tabla 10 se encuentran los valores obtenidos por las líneas seleccionadas en las variables ya antes mencionadas.

**Tabla 10.**

30 líneas de cebada maltera seleccionadas como promisorias.

Código	Línea	N.M	D.E	D.F	D.M	N.E	L.E	N.G	A.P	P.H	P.G	C
2IK16-0656	L5	7	61	72	115	5	9.5	29	105.3	57.9	38.3	80
2IK16-0663	L9	5	61	69	115	3	9.3	27	101.3	59	39.3	84
2IK16-0664	L10	7	54	65	115	5	9.3	30	92.7	69.1	39.7	75.3
2IK16-0666	L12	10	61	76	120	4	7.6	23	87.2	68.7	40.3	76.3
2IK16-0710	L24	6	57	76	115	5	8.6	23	99.7	63.1	37.7	77
2IK16-0714	L26	7	54	65	120	5	9.6	24	95.3	59.4	39	87.3
2IK16-0715	L27	7	61	65	115	5	8.7	24	87	68.1	39	84
2IK16-0727	L29	5	61	69	120	3	9.4	27	105.2	60.9	36.7	88
2IK16-0729	L30	8	61	76	115	5	8.5	25	89	66.6	39.7	76.7
2IK16-0747	L41	7	65	76	115	5	8.2	29	86	66.2	40.3	66
2IK16-0749	L43	6	65	76	115	3	9.9	32	102	56.3	37	90.7
2IK16-0753	L46	6	61	69	115	4	7.5	27	90	57.5	37.7	89.3
2IK16-0768	L51	13	61	74	115	5	8.9	29	112.3	65.8	41	79.7
2IK16-0800	L57	8	61	79	115	4	9.2	25	104.0	59.7	40	90.3
2IK16-0801	L58	8	57	64	115	7	8.9	31	103.7	63	40	86.3
2IK16-0810	L62	6	65	76	115	4	8.5	25	90	58.6	40.3	85.7
2IK16-0813	L65	9	57	69	115	4	9.0	25	90	69.5	38	83
2IK16-0824	L75	5	65	74	115	3	8.4	29	105	62.5	37.3	91.3
2IK16-0827	L78	6	61	74	115	4	8.5	29	103	59.5	37.7	83.3
2IK16-0847	L88	10	61	65	120	4	7.6	26	87	63.6	36.7	76
2IK16-0862	L92	7	54	69	115	4	7.8	30	91.7	60.8	37.7	82.3
2IK16-0875	L94	7	65	74	115	4	6.9	23	82.7	56.5	38	52.7
2IK16-0880	L95	8	61	76	120	5	9.3	29	99	60.8	39.7	76.3
2IK16-0892	L98	6	61	69	115	3	9.1	28	88.7	57.6	39.7	77
2IK16-0898	L103	6	61	74	115	3	8.2	29	87.3	61.6	38.3	81.3
2IK16-1209	L121	7	61	74	120	3	9.1	31	110.0	63.5	39	92.3
2IK16-1301	L132	7	57	65	115	5	8.6	25	103.3	60.4	37	75.3
2IK16-1317	L137	7	61	69	120	4	8.9	31	104.3	62.9	38.7	85
2IK16-1324	L138	9	65	74	120	6	9.8	31	107.7	66.1	38.7	90
2IK16-1329	L139	7	65	76	120	5	8.6	29	73.3	60.1	38.3	76.3

**Nota:** N.M: número de macollos por planta, D.E: días al espigamiento, D.F: días a la floración, D.M: días a la madurez fisiológica, N.E: número de espigas efectivas, L.G: longitud de la espiga (cm), N.G: número de granos por espiga, A.P: altura de planta (cm), P.H: peso hectolítrico (kg/hl), P.G: peso de 1 000 granos (gr), C: calibre (gr).

#### 4.2.2 Porcentaje de Germinación

No se presentaron diferencias entre líneas, ya que el 100% presentaron emergencia en el 80% de la parcela a los 10 días después de la siembra, comparado con los estudios de Amaguaya, (2022) y Carrillo & Minga, (2021) en Chimborazo en la estación experimental

Tunshi, donde presentaron 8 y 10 días respectivamente, encontrando resultados similares en comparación con la investigación realizada en Chaltura.

Carrillo & Minga, (2021) menciona que la emergencia debe estar en un 97% luego de los 10 días después de la siembra en campo abierto para considerarse materiales precoces, para lo cual las líneas evaluadas deben estar con mismas características del suelo como humedad y temperatura como resultado de la interacción con el ambiente.

#### 4.2.4 Número de Macollos por planta

Una vez realizado el análisis estadístico se muestra que existe diferencias significativas entre las líneas ( $F= 41.92$ ;  $gl= 29,58$ ;  $p <0.0001$ ) (Tabla 11).

**Tabla 11.**

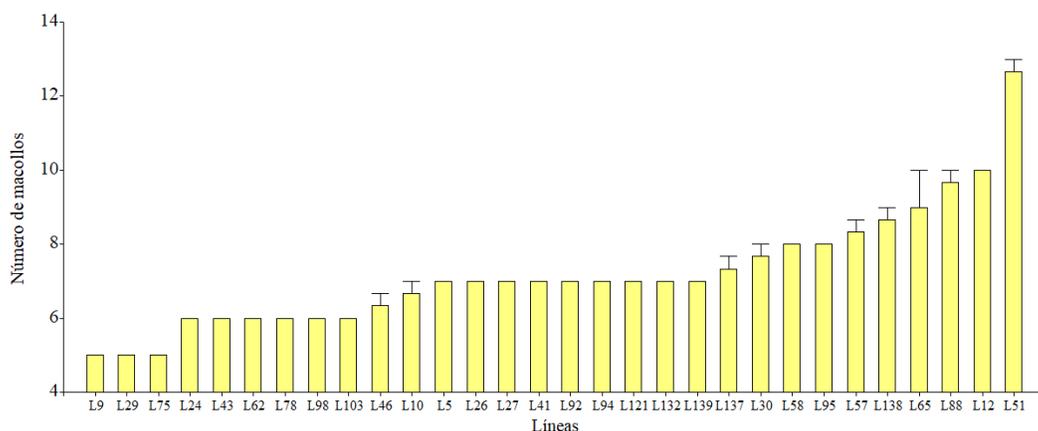
*ADEVA de número de macollos presentes en el cultivo de cebada cervecera.*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Líneas	29	58	41.92	<0.0001

En la Figura 33, se observa el número de macollos que presentaron las líneas seleccionadas, existe una diferencia de 7 macollos entre las líneas L9, L29 y L75 (5 macollos) respecto a la línea L51 (12 macollos), siendo esta la diferencia que más prevalece entre el grupo de las líneas evaluadas, por su parte las líneas L24, L43, L62, L78, L98 y L103 presentando un promedio de 6 macollos/ planta, presentandose en el 26,66% de las accesiones, mientras que valores como 12 y 10 macollos por planta se presentan solo en el 3,33% de accesiones.

**Figura 33.**

*Número de macollos presentes en las 30 líneas de cebada maltera.*



La media que presentaron las 30 líneas seleccionadas es de 7.7 macollos por planta, en el estudio de Orrala et al., (2013) donde se evaluaron 6 variedades de cebada cervecera se obtuvo una media de 4,71 macollos, presentando menor número de macollos, este estudio se realizó en la provincia de Santa Elena con una temperatura de 22 °C para los periodos de mayo a diciembre, el autor menciona que el poco número de macollos se podría compensar con una mayor densidad de siembra, para el caso de Chaltura la temperatura presente fue similar con valores entre los 20 y 23 °C a lo largo del ciclo del cultivo, sin embargo, en comparación a la media obtenida en la investigación el valor es superior. Según García, (2017) esto se debe a las diferencias varietales que presentan cada una de las accesiones lo que hace que su desarrollo y producción sea diferente aun presentando condiciones (temperatura) similares.

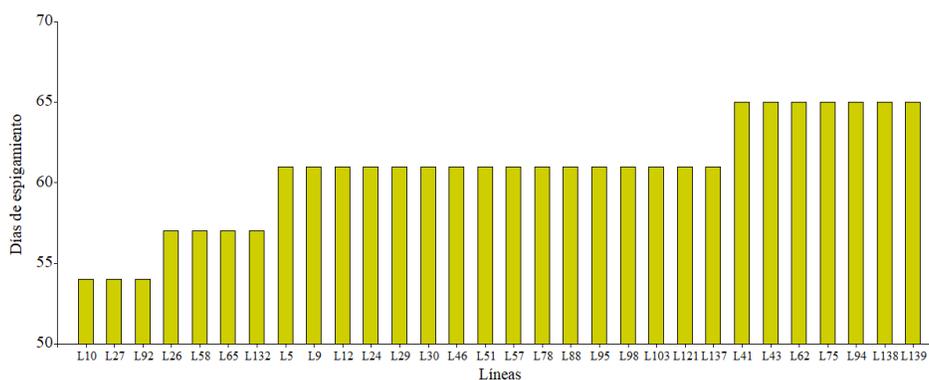
En la presente investigación realizada las temperaturas que se presentaron fueron favorable como es el caso de la línea L51 con 13 macollos, mientras que para L9 se presentaron 5 macollos, dando a notar que los genotipos evaluados reaccionaron de diferentes maneras en las mismas condiciones climáticas. Corroborado por Velasco et al., (2020) quien menciona que la etapa de macollamiento está influenciada por las características genotípicas, condiciones del terreno, densidad de siembra, rotación de cultivos y fotoperiodo.

#### 4.2.5 Días al espigamiento

En la figura 34 se presenta los días desde la siembra hasta el espigamiento, las líneas L41, L43, L62, L75, L94, L138, L139, resultaron ser más tardías, por lo que requieren cerca de 65 días para alcanzar el espigamiento, mientras que las líneas L10, L27 y L92 se destaca por ser más precoces, presentando una diferencia de 11 días. Para el caso de las líneas L5, L12, 24, L29, L30, L46, L51, L57, L78, L88, L95, L103, L121 y L137 se obtuvo una diferencia de siete días en comparación con las líneas más precoces, las líneas L26, L58, L65 y L32 presentaron una diferencia de tres días respecto al grupo de materiales determinados como precoces.

**Figura 34.**

*Número de días transcurridos desde la siembra hasta el espigamiento.*



El estudio realizado por (Amaguaya, 2022) en 144 líneas de cebada maltera en el centro experimental Tunshi, Chimborazo presentó valores entre los 58 y 62 días en cuanto al espigamiento, mientras que en el estudio realizado en la zona de Chaltura los valores oscilan entre los 54 y 65 días, presentando valores relativamente similares, siendo la zona de Chaltura más precoz en cuanto al 27% de sus accesiones en comparación con Tunshi.

En otro estudio realizado por Carrillo y Minga, (2021) en la provincia de Chimborazo los valores para esta variable oscilaron entre 61 a 68 días, con relación a lo presentado en esta investigación que los valores oscilaron entre 54 y 65 días, existe una mayor precocidad, esto se debe a las diferentes condiciones climáticas, ya que, el sector de Chaltura en el momento de la evaluación presentó una temperatura entre los 20 a 22 °C a comparación con Chimborazo que la temperatura suele ser de 17 °C.

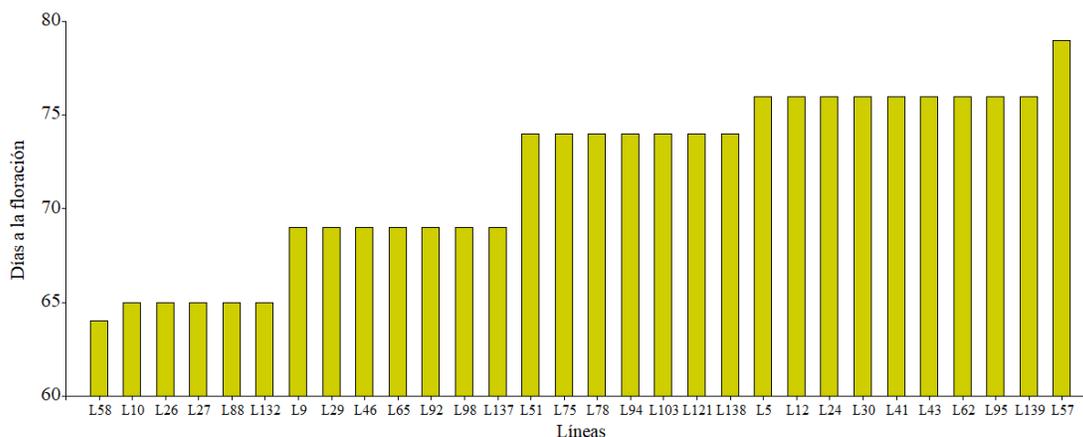
Según Ruíz, (2018) la fase de espigamiento se encuentra determinada en función del tiempo del fotoperiodo determinado por el gen de precocidad intrínseca que representa el número mínimo de días al espigamiento, siendo genes de respuesta al fotoperiodo, por lo que el control genético da la respuesta a todos los factores ambientales que influyen en la fecha de aparición de la floración, así interrelacionados directamente con la fecha de espigamiento.

#### 4.2.6 Días a la floración

En la figura 35 se muestra los días transcurridos desde la siembra hasta que las líneas presentaron floración; así, por ejemplo, la línea L58 presentó una mayor precocidad con 64 días después de la siembra, con una diferencia de 15 días en comparación con la línea L57 (79 días), siendo esta la línea más tardía bajo las condiciones de Chaltura. Por su parte las líneas L5, L12, L24, L30, L41, L43, L62, L95 y L139 presentaron un promedio de 76 días para llegar a floración.

**Figura 35.**

*Número de días transcurridos desde la siembra hasta la floración.*



En la evaluación realizada por Navarrete, (2015) en diferentes líneas experimentales de cebada maltera se presentaron promedios de días a la floración que varían entre 48 y 77

días, las características agroclimáticas del sitio presentaban temperaturas de 12 a 16 °C, con precipitaciones entre 300 y 600 mm anuales y a una altitud de 2605 m s.n.m. las cuales tienen similitud con las condiciones climáticas presentadas en esta evaluación (temperatura entre 20 a 23 °C, precipitación media anual de 500 a 7590 mm y altitud de 2402 m s.n.m.), sin embargo, para este caso se presentaron intervalos entre 64 y 79 días, presentando una floración más tardía teniendo 13 días de diferencia.

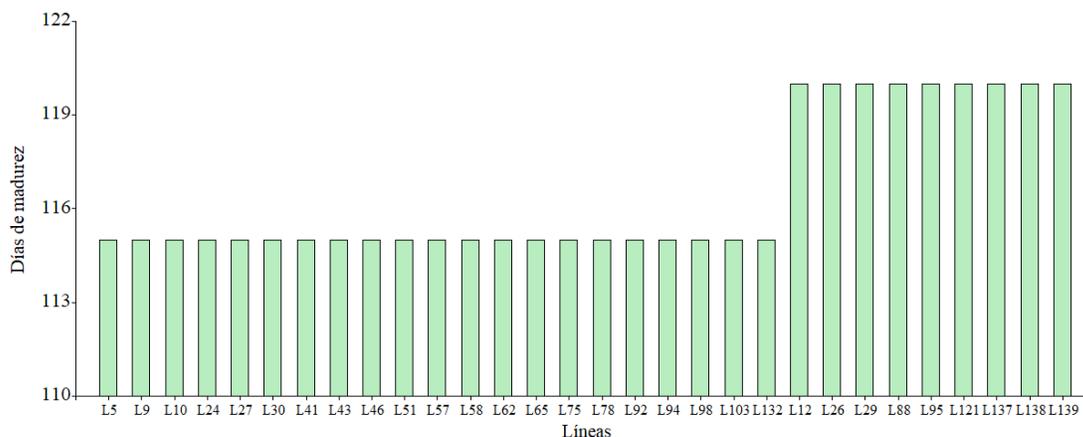
Entre los factores que afectan y determinan la floración en el cultivo de cebada son la respuesta a la temperatura, el fotoperiodo y la precocidad intrínseca (Ruíz, 2018). Cabe mencionar que el fotoperiodo es un factor importante, ya que en el caso de la cebada el proceso de floración se acelera en respuesta a incrementos en la duración del día, si se llega a presentar fotoperiodos menores a 8 o 10 horas, la floración no ocurrirá de ninguna manera, es por ello que dependiendo la zona en donde esta se encuentre la floración puede ser más larga o corta dependiendo las condiciones del ambiente (Grignola, 2018). En el caso de la zona de Chaltura se presentan 12 horas luz que según lo mencionado anteriormente se encuentra dentro del fotoperiodo adecuado para que se presente la floración en cebada. En el estudio realizado por Carrillo y Minga, (2021) donde se evaluaron 16 líneas de cebada maltera en Riobamba se presentaron valores entre los 61 y 77 días a la floración, similares a los presentados en este estudio (64 a 79 días), lo que quiere decir que al tener el mismo fotoperiodo los días transcurridos a la floración presentan valores similares.

#### 4.2.7 Días a la madurez fisiológica

En la figura 36 se muestran los días transcurridos desde la siembra hasta que el cultivo se encuentre en su etapa de madurez, los días transcurridos varían entre 115 y 120, el 70% de las muestras en evaluación presentaron mayor precocidad (5 días de diferencia).

**Figura 36.**

*Días a la madurez fisiológica obtenidos en las 30 líneas del cultivo de cebada maltera.*



En el estudio los 115 días a la madurez representan el 70%, siendo este el valor precoz, según la escala utilizada por Duarte et al., (2014) los materiales evaluados serían

tardíos, esto puede deberse a las condiciones agroclimáticas, en el caso de algunas variedades donde la presencia de lluvias es indispensable, sin embargo, se considera que los cultivos de ciclos tardíos tienden a presentar un mayor rendimiento.

En el estudio realizado por Garrido, (2017) en la estación experimental Tunshi en Chimborazo obtuvo valores entre los 107 y 105 días en variedades de cebada maltera (Scarlett y Cañicapa) presentando precocidad, en comparación con la investigación desarrollada, los valores obtenidos serían tardíos, cabe mencionar que las condiciones climáticas entre las zonas son notables, ya que Chimborazo presenta temperaturas de 13 °C y precipitaciones de 469 mm anuales, mientras que Chaltura presenta una temperatura de 20 a 23 °C, con precipitaciones entre los 500 a 750 mm anuales, el autor también menciona que el ciclo de los cultivos se suele ver acelerado cuando no se proporciona una adecuada nutrición, al presentar una baja disponibilidad de nutrientes y abastecimiento de agua.

#### 4.2.8 Número de espigas efectivas

El análisis de varianza para la variable número de espigas efectivas muestra que existen diferencias significativas entre las líneas estudiadas ( $F= 39.75$ ;  $gl= 29,58$ ;  $p < 0.0001$ ) (Tabla 12).

**Tabla 12.**

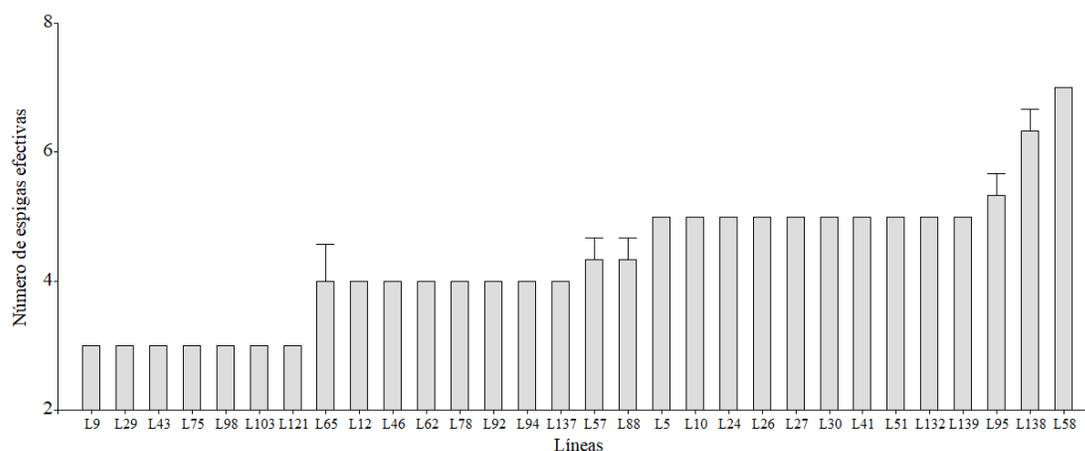
*ADEVA del número de espigas efectivas en el cultivo de cebada cervecera.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Grados de libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	29	58	39.75	<0.0001

En la figura 37, se muestra como varía el número de espigas efectivas obtenido por cada una de las líneas, presentando una media de 4.34 espigas efectivas por planta. De las líneas seleccionadas se puede destacar que la línea L58 es la que presenta mayor número de espigas, con un promedio de 7 espigas por planta, presentando una diferencia con las líneas L9, L29, L43, L75, L98, L103 y L121 (3 espigas efectivas por plantas), las cuales representan el 23.33% de las accesiones que presentaron este valor.

**Figura 37.**

*Número de espigas efectivas presentado por las 30 líneas de cebada maltera.*



De las 30 líneas se presenta una media de 4.33 espigas efectivas, según Velasco et al., (2020) se espera que del 80% de los macollos presenten espigas efectivas, es decir que de 4.5 macollos se debería tener 3.6 espigas efectivas. En las 30 líneas evaluadas la media de macollos por planta fue de 7.7, el valor esperados sería de 6.16 espigas efectivas, sin embargo, el número de espigas efectivas no es el adecuado comparando las medias entre las dos variables, de las líneas evaluadas el 40% de las accesiones cumplen con este valor, mientras que el 60% presentan un alto valor de macollos por planta pero una baja cantidad de espigas efectivas (L51: 13 macollos por plant, 5 espigas efectivas por planta).

Castro et al., (2011) menciona que la baja tasa de espigas efectivas puede verse influenciada por la temperatura, ya que esta es un factor importante para la acumulación de materia seca al momento de la elongación del tallo y la floración, lo que se refleja en un aumento o disminución de el número de espigas efectivas, conciderando como óptima una temperatura que oscile entre los 10 a 20 °C, para el caso del estudio la temperatura que se presentó fue de 20 a 23 °C a lo largo del ciclo, siendo esto un factor que pudo afectar en el número de espigas efectivas.

#### **4.2.18 Número de espigas por metro cuadrado**

El análisis de varianza para la variable número de espigas por metro cuadrado muestra que existe una diferencia significativa entre las líneas estudiadas ( $F= 18.51$ ;  $gl= 29,58$ ;  $p < 0.001$ ) (Tabla 13)

**Tabla 13.**

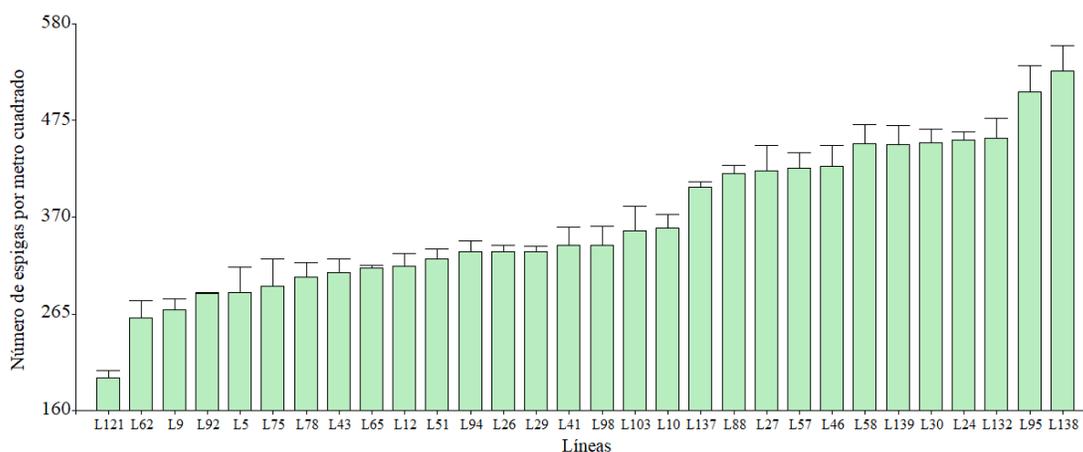
*ADEVA de la variable número de espigas por metro cuadrado en el cultivo de cebada cervecera.*

Fuentes de variación	de Grados de libertad	de Grados de libertad Error	de Valor F	Valor P
Líneas	29	58	18.51	<0.0001

En la figura 38 se observa los valores obtenidos por cada una de las accesiones, presentan una media de 364,58 espigas por metro cuadrado, la línea L121 presenta una producción baja en cuenta a esta variable con un valor de 195 espigas por m<sup>2</sup>, mientras que las líneas L62, L9, L92 y L5 presentan el 13,33% de accesiones que tiene un valor menor a 300 espigas por m<sup>2</sup>, mayores a este valor se presentan el 40% de las líneas (L75, L78, L43, L65, L12, L51, L94, L26, L29, L41, L98, L103 y L10) y el 46,67% representa los valores superiores a 400 espigas efectivas por m<sup>2</sup>, siendo L138 la mayor con 529 espigas por m<sup>2</sup>.

**Figura 38.**

*Número de espigas por metro cuadrado obtenido por las 30 líneas de cebada maltera evaluadas en campo.*



La media presentada por las líneas evaluadas fue de 364.58 espigas por m<sup>2</sup>, con valores que oscilan entre los 529 – 195 espigas por m<sup>2</sup>. Se espera que de 100 plantas por m<sup>2</sup> se obtenga 450 macollos y 350 tallos efectivos (Andrade, 2020). De las 30 líneas el 46% entran en el rango de adecuado.

Según (Amaguaya, 2022) el número de espigas por m<sup>2</sup> puede variar dependiendo de la época de siembra y condiciones agroclimáticas de la zona, como también los resultados se ven influenciados por las características varietales de cada accesión. Corroborado por

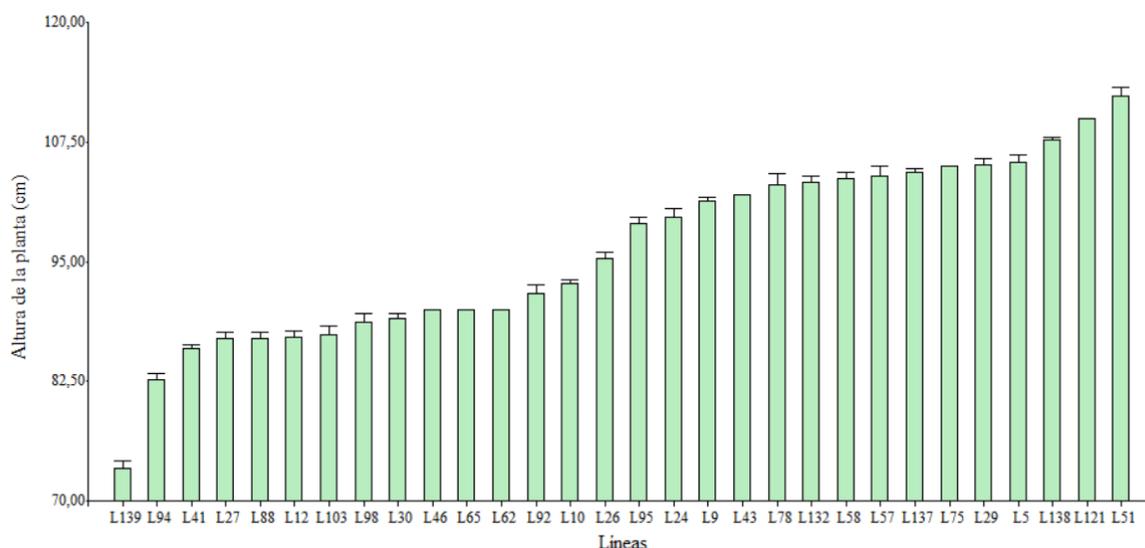
Baldoceda, (2015) quien menciona que el número de espigas se ve influenciado por las condiciones ambientales, como también la fecha en que se estableció el cultivo, la densidad de siembra y el abonamiento. Portilla, (2019) menciona que la cebada crece adecuadamente en lugares con climas templados y fríos con temperaturas que oscilan entre los 10 a 20 °C, a una altura entre los 2400 a 3500 m s.n.m, por lo que el ensayo se desarrolló en los meses de abril- agosto con temperaturas entre los 20 a 23 °C y con lluvias relativamente bajas, sin embargo, el 54% de las accesiones no entran en la categoría de óptimo, lo cual puede deberse a que necesitan climas más fríos.

#### 4.2.9 Altura de la planta

La figura 39 se puede observar la altura obtenida por cada una de las 30 líneas seleccionadas, donde se puede destacar a L139 con 73.3 cm siendo esta la línea más pequeña, con relación a L51 (112 cm) presenta una diferencia de 39 cm. Para la altura la media entre todas las líneas es de 96 cm, el 26, 66% de las líneas (L94, L41, L88, L27, L12, L103, L98 y L30) presentaron valores superiores a 80 cm, mientras que 20% presenta valores superiores a 90 cm (L46, L62, 65, L92, L10 y L26) y el 40% de las líneas obtuvo valores mayores a 100 cm.

**Figura 39.**

*Altura presente en las 30 líneas de cebada maltera.*



La media presentada en cuanto a la altura fue de 0.96 m, de las 30 líneas seleccionadas 13 presentan alturas mayores a un metro. Se estima que al seleccionar plantas de menor altura se puede obtener mejores rendimientos, tomando como una altura adecuada aquella que oscila de 0,67 a 1 m (Escobar, 2018). La altura es una característica morfológica que está determinada por el cultivar y que frecuentemente está influenciada por las condiciones ambientales, se considera también que en alturas menores a un metro es menos probable la presencia de acame por vientos al momento de riego o excesivas lluvias (Alam et al., 2007).

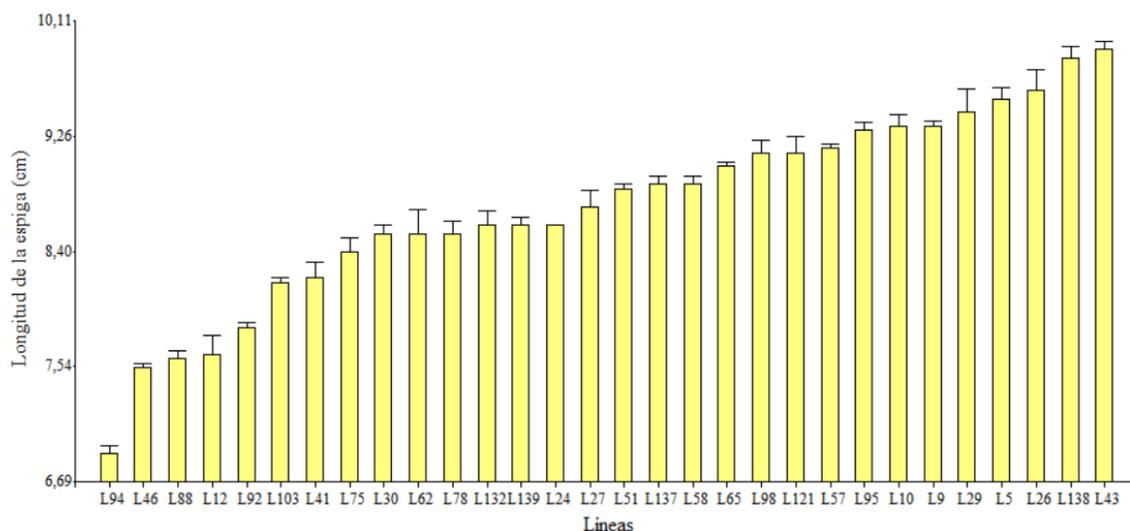
En el estudio realizado por Amaguaya, (2022) en Riobamba se evaluaron 144 líneas de cebada maltera, para el caso de altura se obtuvieron valores que oscilan entre 85 a 95 cm, los cuales menciona se encuentran dentro de los esperados, con realización a la investigación realizada en Chaltura las condiciones agroclimáticas fueron diferentes, ya que en el estudio realizado en Riobamba se presentaron una temperatura de 13.6 °C, precipitación de 491.3 mm anuales y humedad relativa de 71,5%, mientras que en Chaltura la temperatura fue de 20 a 23 °C, precipitación media anual de 500 a 750 mm y una humedad relativa de 10 a 40%, razón por la cual existen diferencias en cuanto a la altura en los dos estudios. Corroborado por Gonzáles et al., (2016) quien menciona que la diferencia de porte se ve influenciada por los distintos genes expresados por cada material en respuesta a la adaptación climatológica de la zona.

#### 4.2.10 Longitud de la espiga

La figura 40 muestra el valor obtenido por las 30 líneas en cuanto a la longitud de la espiga, teniendo una media entre todas las variedades de 8.7 cm. La longitud de menor valor la presenta la línea L94 con 6.9 cm, mientras que valores superiores a 7 cm representan el 13.33% de las líneas (L44, L88, L12 y L92), con valores mayores a 8 cm se encuentran un 46.66% de las líneas (L103, L141, L75, L30, L62, L78, L132, L139, L24, L27, L51, L137 y L58), final un 43.33% de las líneas de encuentran con valores superiores a 9 cm (L65, L98, L121, L57, L95, L10, L9, L29, L5, L26, L138 y L43).

**Figura 40.**

*Longitud de la espiga presente en las 30 líneas de cebada maltera.*



La línea L43 se registró con la máxima longitud de la espiga con 9,8 cm y L94 con 6.9 cm, con una media de 8,7 cm, en el estudio realizado por Garrido, (2017) en Riobamba donde se evaluaron dos variedades de cebada maltera (Scarlett y Cañicapa) los valores

oscilan entre 9 y 8.67 cm, con relación a las 30 líneas se puede notar que se presentan líneas de longitudes menores.

Las diferencias que se presentan entre las líneas de cebada y en comparación a otras variedades (Scarlett y Cañicapa) pueden deberse a los cambios en las condiciones climáticas como la genética que presenten cada una. Maroto, (2008) menciona que la temperatura tiene influencia clara en todos los procesos físicos y fisicoquímicos de la planta, como también en diversos estadios del crecimiento de la planta. La investigación tuvo lugar en los periodos de abril y agosto del año 2021 con temperaturas entre los 20 a 23 °C, encontrándose dentro de lo óptimo, ya que según Peñaherrera, (2011) la temperatura óptima se encuentra entre los 10 a 20 °C.

#### 4.2.11 Número de filas por espiga

Para esta variable se encontró que el 100% de los germoplasmas evaluados presentaron 2 filas. Las variedades de dos hileras suelen tener mejor calidad para la elaboración de malta para cerveza en la etapa de clarificación, porque produce más azúcares fermentables y presenta menor contenido de proteína (Carrillo & Minga, 2021). Es destinada también a la industria cervecera debido a que posee una mayor uniformidad en el tamaño de los granos, además estas variedades deben tener también una gran regularidad en la germinación, bajo nivel de proteínas y alto poder diastásico (medida de la actividad de las enzimas de la malta para romper los carbohidratos complejos en azúcares reducidas durante el proceso de macerado) característica que se asemeja a la variedad silvestre (*Hordeum spontaneum*) (Pérez, 2016).

#### 4.2.12 Número de granos por espiga

El análisis de varianza para la variable número de granos por espiga muestra que existen diferencias significativas entre las líneas estudiadas ( $F= 14.92$ ;  $gl= 29,58$ ;  $p < 0.001$ ) (Tabla 14).

**Tabla 14.**

*ADEVA de la variable número de granos por espiga en el cultivo de cebada cervecera.*

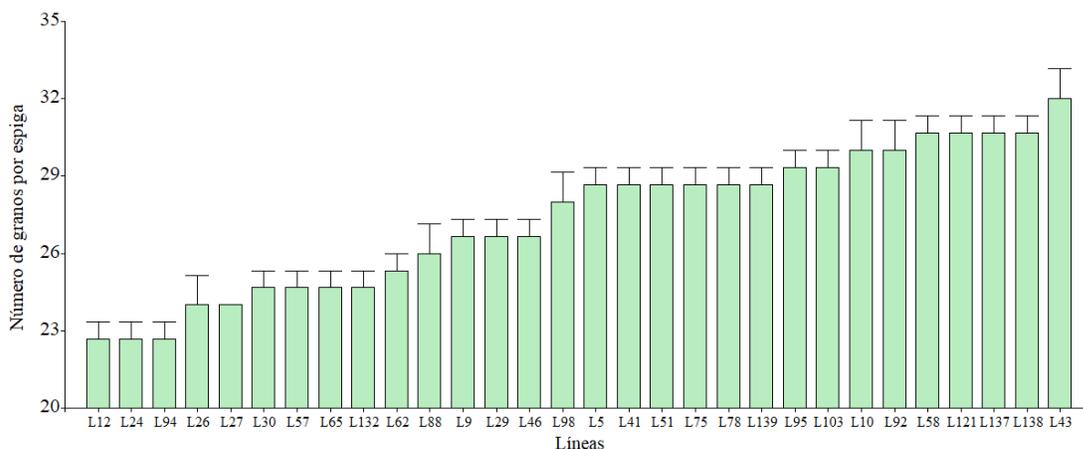
<b>Fuentes de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Grados de libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	29	58	14.92	<0.0001

La figura 41 muestra los valores obtenidos por las 30 líneas seleccionadas en campo, con una media de 28 granos por espiga, L43 se encuentra con el valor más alto con 32 granos y con el valor más bajo se encuentra L12 (22 granos por espiga), con valores similares se encuentran las líneas L24 y L94, mientras que para las líneas L26, L27, L30, L57, L65 y L132 presentan valores superiores o iguales a 24 granos por espiga, un 17% de las líneas se

encuentran con valores entre los 25 a 26 granos por espiga (L62, L88, L9, L29 y L46), para el caso de L103 y L95 presentan 29 granos y con valores superiores a 30 se encuentran L10, L92, L58, L121, L137 y L138 representando el 20% de las líneas con este valor.

**Figura 41.**

*Número de granos por espiga obtenidos en el cultivo de cebada maltera.*



El mayor número de granos obtenidos por espiga fue de la línea L43 con 32 granos y con el menor valor se encuentra L12 con 23 granos por espiga. Ríos et al., (2011) menciona que se debe tomar en cuenta que la variable número de granos por espiga está ligada a longitud de la espiga, debido a la relación con el número de granos, donde mientras mayor sea la longitud de la espiga mayor número de granos se tendrá, en la investigación las líneas que presentaron mayor longitud de espiga también poseían un mayor número de granos (L43 longitud de espiga: 9.9 cm, granos por espiga: 32). Corroborado por Ambula et al., (2022) en su estudio el número de granos por espiga depende de la longitud de la misma, sin embargo, encontró que el aumento de los granos de la espiga en algunos casos disminuye el peso del grano, en la investigación para la línea que mayor longitud y número de granos por espiga presentó (L43) su peso de 1000 granos fue de 37 g siendo bajo. Ryan et al., (2009) afirma que las diferencias genotípicas, ambiente en el que se desarrollan y el manejo que se da al cultivo, afectan al desarrollo y los rendimientos que presenten. Según Anderson et al., (1995) menciona que las altas temperatura y déficit de agua en la etapa de polinización puede llegar a ser un factor que afecte en el número de granos que se formen, lo que ocasiona una disminución en el rendimiento.

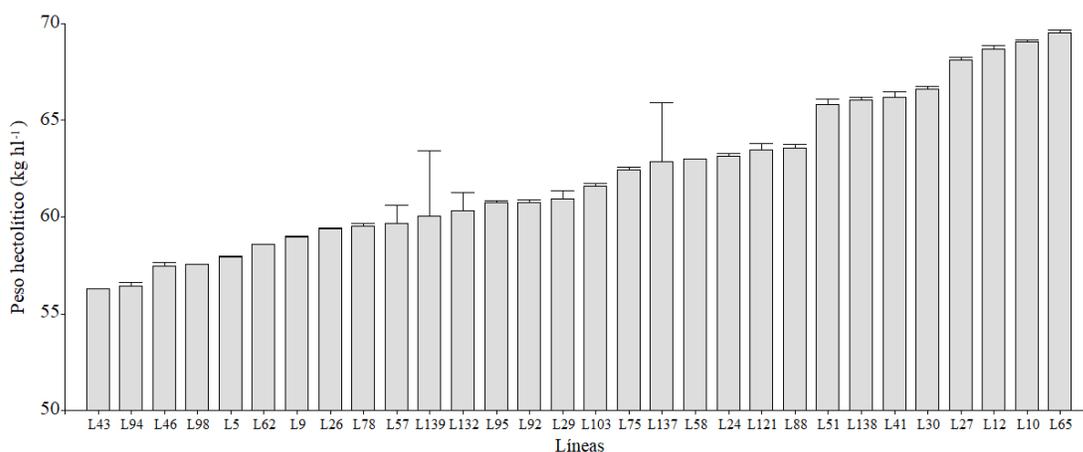
#### **4.2.13 Peso Hectolítrico**

El análisis de varianza para la variable peso hectolítrico muestra que existe diferencias significativas entre las líneas estudiadas ( $F= 19.64$ ;  $gl= 29,58$ ;  $p < 0.001$ ) (Tabla 15).

**Tabla 15.***ADEVA de la variable peso hectolítrico en el cultivo de cebada cervecera.*

Fuentes de variación	de Grados de libertad	de Grados de libertad Error	de Valor F	Valor P
Líneas	29	58	19.64	<0.0001

En la figura 42, se observa los valores obtenidos dentro del grupo de las 30 líneas evaluadas oscilan entre 56 y 69 kg/hl, la línea con menor peso fue L43 (56.3 kg/hl), teniendo una diferencia de 13.22 kg/hl con relación a L65 que representó el valor más alto (69.51 kg/hl). Las líneas con pesos menores a 60 kg/hl representan un 33% (L43, L94, L46, L98, L5, L62, L9, L26, L78 y L57), en un rango de 60 a 65 kg/hl se encuentra el 43% de las líneas (L139, L132, L92, L95, L29, L103, L75, L137, L58, L24, L121, L88 y L51) y para el caso de los pesos entre 66 a 70 kg/hl representan el 23% de las líneas (L138, L41, L30, L27, L12, L10 y L65).

**Figura 42.***Peso hectolítrico obtenido por las 30 líneas de cebada maltera.*

El peso hectolítrico es importante en la industria de la cebada maltera, ya que sus valores influyen en la calidad y rendimiento de los productos terminados (malta) (González et al., 2016). Mientras que otros autores consideran que el peso hectolítrico del grano de cebada debe estar en un promedio de 60.3 kg/hl, este parámetro es fundamental en la determinación de la densidad del cultivo por hectáreas sembradas (Andrade, 2020). La investigación en cuanto a esta variable presentó una media de 62,16 kg/hl, encontrándose dentro del rango adecuado, sin embargo, el 33% de las accesiones se encuentran con un valor

menor al 60,3% no llegando a cumplir con el requerimiento adecuado para la industria cervecera. Navarrete, (2015) menciona que el tamaño del grano tiene un efecto importante sobre el peso hectolítrico, granos redondos y pequeños presentarían un mejor peso hectolítrico, por lo que la diferencia de valores entre las accesiones está relacionada a variaciones en la morfología del grano.

Cabe recalcar que Rani y Bhardwaj, (2021) consideran que cualquier cosa que afecte el transporte de nutrientes al grano durante el llenado reduce el peso hectolítrico, lo cual pesos altos de las muestras de cebada indican un grano sano que se desempeña bien en el proceso de malteado.

#### **4.2.15 Peso de 1 000 granos**

El análisis de varianza para la variable peso de 1 000 granos muestra que existe diferencias significativas entre las líneas estudiadas ( $F= 2.2$ ;  $gl= 29,58$ ;  $p <0.0053$ ) (Tabla 16).

**Tabla 16.**

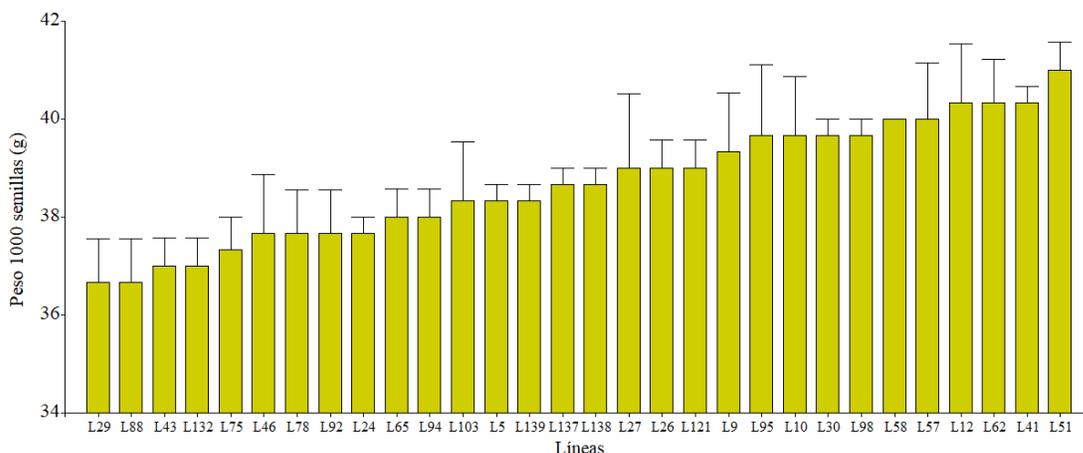
*ADEVA de la variable peso de 1 000 granos en el cultivo de cebada cervecera.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Grados de libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Líneas	29	58	2.2	<0.0053

En la figura 43, se observa la diferencia entre los valores obtenidos en cuanto a la variable peso de 1 000 granos en las 30 líneas seleccionadas. La diferencia más notoria se presenta entre las líneas L29, L88 (37 g) y L51(41 g) con 4.33 g, el 80% de las líneas se encuentran en rangos de 36 a 39 g de peso (L29, L88, L43, L132, L75, L46, L92, L24, L78, L65, L94, L103, L5, L139, L37, L138, L27, L26, L121, L9, L95, L10, L98 y L30), mientras que con un 20% se encuentran líneas con valores superiores a los 40 g (L57, L58, L41, L12, L62 y L51), acercándose estas líneas a los valores considerandos como óptimos en cuenta a esta variable.

**Figura 43.**

*Peso de 1 000 granos obtenidos por las 30 líneas evaluadas en campo.*



La investigación realizada por Velasco et al., (2020) donde se evaluaron 83 accesiones de cebada de la colección de germoplasma de FENALCE en Chivitá, Colombia, con una temperatura entre los 11 a 14°C y precipitaciones anuales de 1000 mm, para la variable peso de 1000 granos obtuvieron valores entre 40,5 a 70,4 g, con una media de 69,16 gr, considerando como óptimo un valor de 55g. En comparación con la presente investigación, aun cuando las condiciones climáticas varían un poco en cuanto a precipitación (temperatura entre 14 y 16 °C y precipitaciones entre 500 a 750 mm por año) los valores obtenidos son mucho menores con una media de 38,68 g con el mayor peso en L51 con 41 g, esto en parte se ve relacionado a las características varietales de cada accesión y la adaptabilidad al ambiente.

Según Hasan et al., (2018) el peso de mil granos es un parámetro significativo del rendimiento, el cual se usa para criterio de selección indirecta, por su heredabilidad y adaptabilidad en el ambiente, es decir que cada una de las variedades pueden presentar valores diferentes dependiendo del ambiente en el que se desarrollen y sus características varietales.

En el estudio de Rani y Bhardwaj, (2021) mencionan que el peso de 1000 granos debe ser superior a 45 g para la cebada de dos hileras, de las 30 líneas evaluadas solo el 20% llegan a un peso entre los 40 y 41 g, no encontrándose dentro del rango óptimo. Según Pérez et al., (2016) menciona que la calidad física del grano se desarrolla de mejor manera cuando este se encuentra en ambientes con temperaturas frescas, ya que el tiempo para la acumulación de materia seca es mayor y la humedad en el suelo puede ser mayor, porque la evapotranspiración se reduce, caso contrario si el cultivo se desarrolla en ambientes con temperaturas altas el peso de 1000 granos suele ser menor debido a que disminuye el peso individual del grano. A lo largo de la investigación se presentaron temperaturas entre los 20

a 23 °C y con una humedad de entre el 10 a 40%, siendo relativamente baja razón por la cual el peso del grano pudo verse disminuido.

#### 4.2.16 Calibre

El análisis de varianza para la variable calibre muestra que existen diferencias significativas entre las líneas estudiadas ( $F= 26.66$ ;  $gl= 29,58$ ;  $p < 0.0001$ ) (Tabla 17).

**Tabla 17.**

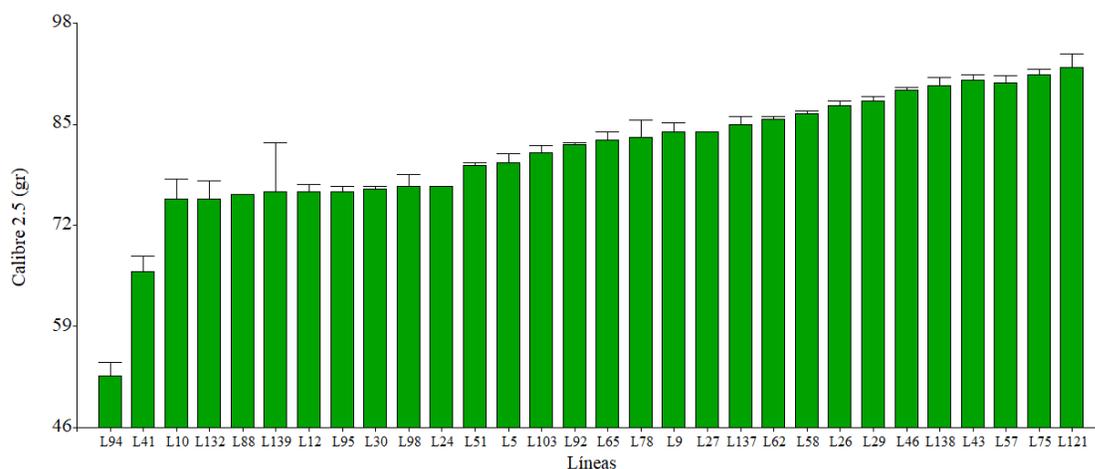
*ADEVA de la variable calibre en el cultivo de cebada cervecera.*

Fuentes de variación	de Grados libertad	de Grados libertad Error	de Valor F	Valor P
Líneas	29	58	26.66	<0.0001

La figura 44 muestra los valores obtenidos por las 30 líneas con relación a la variable calibre, la media es de 81.3 g, la línea L121 presenta el peso más alto (92.33 g), mientras que L94 presenta el peso más bajo (52.67 g) con una diferencia de 39.66 g, el 33 % de las líneas (L41, L10, L132, L88, L12, L139, L95, L30, L98, y L24) se encuentran en un rango de 66 a 77 g de peso, mientras que en un intervalo de 79 a 89 g se encuentran un 47% de las líneas (L51, L5, L103, L92, L65, L72, L9, L27, L137, L62, L58, L26, L29 y L46), estando dentro de los rangos más deseables para esta variable, de igual manera que las líneas que llegan a valores superiores a 90 g (L138, L57, L43, L75 y L121) que representan el 17% de las líneas evaluadas.

**Figura 44.**

*Calibre obtenido por las 30 líneas de cebada maltera evaluadas en campo.*



El calibre es una variable que se considera para identificar una variedad apta para la obtención de malta, los granos de cebada deben tener un calibre mayor a 2.5 mm, el cual se mide sobre la zaranda 2.5 mm, se considera óptimo cuando el 80% de los granos evaluados quedaron sobre la zaranda (de 100 g evaluados 80 g quedaron sobre la zaranda), es decir la variedad presenta pocos granos delgados o quebrados (Rivas, 2020). En el ensayo de las 30 líneas seleccionadas el 64% de las líneas presentaron valores iguales o superiores a 80% encontrándose dentro del rango óptimo, sin embargo, el 36% de las accesiones no llegaría al valor óptimo esperando. Según Capellades, (2015) las temperaturas que se presenten a lo largo del cultivo van a determinar el desarrollo del grano, con temperaturas entre los 15 °C se tiene un adecuado desarrollo del mismo, también menciona que la fertilización juega un papel importante en el calibre que se obtenga del grano, para el estudio en la etapa de llenado del grano se presentó una temperatura de 22°C, lo que afectó a presentar un bajo porcentaje en líneas como L94 con 52 g, mientras que para L121 se presentó un peso de 92,3 g.

#### ***4.2.1 Severidad e Incidencia al ataque de Roya***

En las 144 líneas no se registró presencia de roya a lo largo del ciclo productivo, las condiciones ambientales durante la campaña 2021 (abril-agosto) fueron de 20 a 23 °C de temperatura y con precipitaciones que oscilan entre los 136 y 17 mm que se registraron a lo largo del ciclo. González et al., (2013) 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 para que ocurra la infección hospedera, el cultivo tiene que presentar de 6 a 8 horas en estas condiciones.

A pesar de presentar las condiciones climáticas adecuadas para la presencia de roya, ninguna de las 144 líneas presentó esta enfermedad, esto debido al manejo que se tuvo del ensayo, ya que antes de la siembra se realizó una desinfección de la semilla, también en la etapa de macollamiento se realizó un control preventivo y la eliminación de malezas, de igual manera el área donde se ubicó el cultivo era un terreno lejos de otros cultivos de cereales y tenía un tiempo de barbecho, cada uno de estos aspectos favoreció a que no se presentara roya en las 144 líneas. Betrán et al., (2017) menciona que el manejo preventivo como los mencionados anteriormente ayudan a disminuir o no presentar enfermedades y plagas en los cultivos, también menciona que los tratamientos deben ser adecuados a la evolución de las condiciones (temperatura y humedad), ya que el daño causado por la enfermedad puede aumentar a medida que las condiciones climáticas cambien.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

De acuerdo a las condiciones agroclimáticas de la granja experimental La Pradera en Chaltura, provincia de Imbabura en la campaña agrícola abril –agosto del año 2021, se presentó adaptabilidad en las 144 líneas promisorias de cebada maltera conforme a los descriptores cualitativos y cuantitativos, sin embargo, el 47% de las accesiones presentó susceptibilidad al acame como el caso de L85 con 42% de daño, por lo cual no pueden ser consideradas promisorias, ya que el acame dificulta la cosecha del cultivo y en etapas tempranas puede presentarse atrofia de las espigas disminuyendo el rendimiento.

Los rendimientos presentados por las 144 líneas demuestran que para el caso de la variable número de granos todas las accesiones presentan los valores óptimos (20 granos), en peso hectolítrico el 42% de las líneas obtuvieron valores menores al adecuado (58 kg/hl), para calibre 2.5 mm el 42% de las accesiones presentaron valores inferiores al óptimo (80 g), mientras que para peso de 1000 granos ninguna de las líneas superó el valor óptimo (45 g), para el caso de algunas variables la temperatura, fertilización y altitud jugaron un papel importante en los rendimientos obtenidos.

De las 144 líneas evaluadas 30 fueron seleccionadas como promisorias al presentar buenos rendimientos encontrándose dentro de lo óptimo para una variedad cervecera y con nulo acame, de las cuales se destacan L58, L92, L21 y L138 siendo las que mejores resultados mostraron.

#### **5.2 RECOMENDACIONES**

De las 30 líneas seleccionadas realizar ensayos en extensiones más grandes de terreno para poder observar de mejor manera el comportamiento de las líneas, de igual manera incrementar el número de variables evaluadas para poder identificar mejor los aspectos en cuanto a rendimiento y desempeño.

Realizar ensayos donde se prueben diferentes tipos de fertilización, ya que en variables como: peso hectolítrico, calibre, peso de 1000 semillas, macollamiento, y el desarrollo óptimo de la planta la nutrición juega un papel fundamental, para identificar qué tipo de fertilización ayuda a mejorar el rendimiento.

Evaluar diferentes densidades de siembra, ya que en variables como presencia de acame, número de macollos, peso de 1000 granos, altura, entre otras, la densidad de siembra puede afectar al buen rendimiento que se obtenga debido a la competencia nutrientes entre plantas.

## Referencias

- Bekele, S., Yoseph, T., & Ayalew, T. (2020). Growth, Protein Content, Yield and Yield Components of Malt Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties in Response to Seeding Rate at Sinana District, Southeast Ethiopia. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*, 61-71. doi:10.11648/j.ijaas.20200604.12
- Abara, T., Tufa, T., Midega, T., Kumbi, H., & Tola, B. (2018). Effet of Integrated Inorganic and Organic Fertilizars on Yield and Yield Components of Barley in Liben Jawi District. *International Journal of Agronomy*. doi:https://doi.org/10.1155/2018/2973286
- Agricultura Razonable . (2018). El cultivo de la Cebada . *West Analítica y Servicios* .
- Agroatlas. (2009). *Iterative Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases. Pests and Weeds*. Obtenido de [http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Hordei/Hordei\\_Puccinia\\_hordei/](http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Hordei/Hordei_Puccinia_hordei/)
- Alam, M., Haider, S., & Paul, N. (2007). Yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) in relation to swing times. *J. Biol. Sci*, 139-145.
- 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 concentraciones de harina quinua y trigo, y dos saborizantes arñiales (res y pollo)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi] ..
- Amaguaya, F. (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].
- Ambula, K., James, O., & Charimbu, M. (2022). Evaluation of yield and yield components of advanced Kenyan barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes. *African Journal of Biological Sciences*, 46-56. Obtenido de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4084485](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4084485)
- Anderson, P., Oelke, E., & Simmons, S. (1995). Growth and Development Guide For Spring Barley. *University of Minnesota*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11299/165839>.
- Andrade, D. (2020). *Caracterización fisicoquímicas de nueve líneas de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) aplicando métodos tradicionales*. [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas].
- Arias, G. (1991). *Calidad industrial de la cebada cervecera*. Montevideo-Uruguay: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIA.
- Asamblea Nacional . (08 de Junio de 2017). *Ley Organica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de Agricultura*. Obtenido de Ambiente : <https://www.ambiente.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2018/05/Ley-Organica-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-Agricultura.pdf

Asamblea Nacional. (27 de Diciembre de 2010). *Ley Orgánica del Registro de La Soberanía Alimentaria*. Obtenido de Soberanía alimentaria: <https://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/pacha/wp-content/uploads/2011/04/LORSA.pdf>

ASERCA Mx. (1995). *La Cebada en la agricultura nacional*. México: Claridades Agropecuarias.

Baldoceda, A. (2015). *Efecto de la modificación morfológica de las espigas en el rendimiento y componentes de rendimiento de líneas mutantes de cebada (Hordeum vulgare L.) obtenidas con irradiación gamma*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria La Molina].

Banco Central del Ecuador . (2014 ). *Importaciones de cebada* . Obtenido de BCE: <http://www.bce.fin.ec/>

Basantes, E. (2015). *Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].

Betrán , E., Mingote , P., Pérez , J., Aguado , A., Perdiguier , A., López , A., & González , V. (2017). Enfermedades de los cereales de invierno . *Fondo Euripeo Agrícola de Desarrollo Rural* .

Borsini, J. (2019). *Fertilización en cebada cervecera (Hordeum vulgare L.) con ure y urea con inhibidor de ureasa en dos momentos de aplicación*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Luján]. <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/rediunlu/1148/5-Agronomia-TFA%20BORSINI%20JUAN%20MARCOS%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Burger, W., & LaBerge, D. (1985). Mlting and Brawing Quality. *USDA-ARS & Canadian Grain Commission*.

Capellades, M. (2015). *Respuesta en rendimiento, proteína y calibre de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de fungicida en Bragado, provincia de Buenos Aires*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Argentina] <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/433/1/doc.pdf>

Carrillo, F., & Minga, F. (2021). Caracterización agronómica de 16 variedades de cebada maltera realizadas en el centro experimental Tunshi. *Polo del Conocimiento*, 637-655.

Castiñeda, M. (2004). Crecimiento y desarrollo de cebada y trigo. *Instituto de Recursis Genéticos y Productos Montecillo* , 4-7 .

Castro, A., Hoffman, E., & Viega, L. (2011). Limitación para la productividad de trigo y cebada, Montevideo, Uruguay. *Ciencia y Tenología para el Desarrollo*. Obtenido de

[http://www.metrice.udl.cat/es/misc/Limitaciones\\_para\\_la\\_productividad\\_de\\_trigo\\_y\\_cebada\\_2011.pdf](http://www.metrice.udl.cat/es/misc/Limitaciones_para_la_productividad_de_trigo_y_cebada_2011.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*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar].
- CIMMYT. (2007). *Manual de Metodología sobre las enfermedades de los Cereales*. México DF : Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo .
- Coque, K. (2020). *Evaluación de la calidad maltera para la elaboración de cerveza con la línea promisorio CM-09-003 procedente de siete localidades*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador].
- Cuesta, A. (2007). *Control genético de la floración en cebada: caracterización de los principales loci y relación de patrones de espigado con el rendimiento*. [Tesis de pregrado, Universidad de Lleida].
- Daba, G., Tessema, B., & Tesfaye, M. (2019). Evaluation of Malting Potential of Different Barley Varieties. *Journal of Water Pollution & Purification Research*.
- El Universo . (2022). *Una tonelada más de cebada por hectárea es el aumento de producción que proyecta Cervecería Nacional en el 2022*. Obtenido de El Universo : <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/cerveceria-nacional-preve-incrementar-productividad-de-25-a-35-toneladas-por-hectarea-de-cebada-en-ecuador-nota/#:~:text=En%20el%202021%20se%20sembraron,5.000%20personas%20de%20manera%20indirecta>.
- Escobar, F. (2018). *Efecto de la densidad de siembra de tres variedades de cebada (Hordeum vulgare L.) con respecto a sus parámetros productivos y composición química bromatológica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. [http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2081/TESIS\\_2018\\_ZOOTECNIA\\_VIANEY%20ESCOBAR%20FELIX.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2081/TESIS_2018_ZOOTECNIA_VIANEY%20ESCOBAR%20FELIX.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gafaar , N. (2007). Response of some bread wheat varieties grown under different levels of Planting density and nitrogen fertilizer. *Minufiya Journal of Agriculture*, 34(5), 165-183.
- García, A. (2017). Densidad de Simebra en Trigo. *INIA*, 18. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6995/1/revista-INIA-49.p.17-22.pdf>
- Garófalo, J. (2012). *Extracción de Nutrientes por el cultivo de cebada*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador].
- Garrido, B. (2017). *Evaluación del comportamiento agronómico y cinco niveles de fertilización en dos variedades de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) en Tushi*

*Provincia de Chimborazo*. [Tesis de pregrado, Ecualea Superior Politécnica de Chimborazo].

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8177/1/13T0856.pdf>

Gonzales, M., Zamora, M., & Solano, S. (2016). Evaluación agronómica y física en líneas avanzadas de cebada maltera. *Revista megicana de ciencias agrícolas* , 159-171 .

González, M., Zamora, M., & Solano, S. (2016). Evaluación agronómica y física en líneas avanzadas de cebada maltera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 159-171. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Gonzalez-49/publication/298757239\\_Evaluacion\\_agronomica\\_y\\_fisica\\_en\\_lineas\\_avanzadas\\_de\\_cebada\\_maltera/links/56eac03b08aee3ae24a28b6e/Evaluacion-agronomica-y-fisica-en-lineas-avanzadas-de-cebada-maltera.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Gonzalez-49/publication/298757239_Evaluacion_agronomica_y_fisica_en_lineas_avanzadas_de_cebada_maltera/links/56eac03b08aee3ae24a28b6e/Evaluacion-agronomica-y-fisica-en-lineas-avanzadas-de-cebada-maltera.pdf)

González, M., Zamora, M., Huerta, H., & Hernández, S. (2013). Eficiencia de tres fungicidas para controlar roya de la hoja en cebada maltera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 127-1250. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263128356010.pdf>

Gonzales, M., Zamora, M., Solano, S., Huerta, R., Gómez, R., & Rojas, I. (2021). Mejoramiento genético de cebada en el INIFAP (1985- 2020). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15-16-17.

Grignola , M. (2018). *Factores genéticos que afectan las sub fases de la fenología de una población de cebada (Hordeum vulgare L.) en Uruguay*. [Tesis de posgrado, Universidad de la Republica]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29863/1/GrignolaMart%C3%ADnMar%C3%ADaP%C3%ADa.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>

Hagenblan, J., Leino, M., Hernández, G., & Morales, D. (2009). Morphological and genetic characterization of barley (*Hordeum vulgare L.*) landraces in the Canary islands. *Genetic Resources Crop Evaluation*, 465-480. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10722-018-0726-2.489>

Hasan , A., Sait, A., Ayse, A., Akkaya, M., & Zeybek, A. (2018). Agronomic and quality evaluation of rainfed barley (*Hordeum vulgare L.*) in eastern mediterranean condition. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(10), 6532-6546. Obtenido de <http://acikerisim.mu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12809/1633/Ay.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hussanein, M. (2001). Effect of variety and nitrogen levels on growth, yield and yield components of wheat in Newly Cultivated land. *Egyptian. Journal of Agronomy*, 111-

131. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Tarekegn-Samago/publication/357888445\\_Growth\\_Protein\\_Content\\_Yield\\_and\\_Yield\\_Components\\_of\\_Malt\\_Barley\\_Hordeum\\_vulgare\\_L\\_Varieties\\_in\\_Response\\_to\\_Seeding\\_Rate\\_at\\_Sinana\\_District\\_Southeast\\_Ethiopia/links/61e5b0da5779d35](https://www.researchgate.net/profile/Tarekegn-Samago/publication/357888445_Growth_Protein_Content_Yield_and_Yield_Components_of_Malt_Barley_Hordeum_vulgare_L_Varieties_in_Response_to_Seeding_Rate_at_Sinana_District_Southeast_Ethiopia/links/61e5b0da5779d35)
- Industry & Investment. (2010). *Barley Growth y Development*. Orange, N.S.W.: Industry & Investment.
- INIAP. (2016). INIAP Ñusta . *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias* .
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos . (2018). Superficie según producción y ventas de cebada por región y Provincia. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*.
- Maroto, J. (2008). *Ecología y ambiente* (3era ed ed.). Madrid, Barcelona- México: Ediciones Mundi-Prensa. Obtenido de ISBN 978-987-29821-0-2
- Ministeria de Agricultura Ganaderia Acuicultura y Pesca. (2017). *1 464 Hectáreas de cebada variedad Metcalfe y Cañicapa seran sembradas en la Zona 3*. Obtenido de Agricultura: <http://www.agricultura.gob.ec/1-464-hectareas-de-cebada-variedad-metcalfe-y-canicapa-seran-sembradas-en-la-zona-3/>
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto Argentina . (2020). *Carne y despojos comestibles* . Obtenido de <https://www.cancilleria.gob.ar/es/ecuador>
- Navarrete, D. (2015). *Rendimiento y calida de grano en líneas experimentales de cebada de dos hilerass (Hordeum distichum L.)*. [Tesis de posgrado, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas]. [http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2623/Navarrete\\_Rojas\\_D\\_MC\\_Edafologia\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2623/Navarrete_Rojas_D_MC_Edafologia_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Consulta 24 de marzo de 2020* . Obtenido de FOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/es/#search/cebada>
- Orrala, K. (2020). *Valoración Agronómica de 120 Líneas Promisorias de Cebada Cervecera en el Azúcar -Santa Elena* . [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5402/1/UPSE-TIA-2020-0013.pdf>
- Orrala, N., Solís, A., Suárez, E., Cortez, M., Alvarado, V., Suárez, W., & Villavicencio, F. (2013). *Comportamiento agronómico de Seis Variedades de Cebada (Hordeum vulgare) en tres localidades, Provincia de Santa Elena*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7267/1/UPSE-RCT-2013-Vol.1-No.1-005.pdf>

- Paladines, O. (2007). *Recursos forrajeros para los sistemas de producción pecuarios*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador].
- Peñaherrera, D. (2011). *Manejo Integrado de los Cultivos de Trigo y Cebada: Módulos de capacitación para capacitadores*. INIAP.
- Pérez, J., Zamora, M., Mejía, J., Hernández, A., & Solano, S. (2016). Evaluación de 10 genotipos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en cinco fechas de siembra y dos ciclos agrícolas. *Agrociencia*, 50(20), 201-213. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/302/30244591005.pdf>
- Pérez, T. (21 de abril de 2016). *Escala Zadoks, descripción de las fases de desarrollo de cereales*. Obtenido de <https://borauhermanos.com/escala-zadoks-descripcion-de-las-fases-de-desarrollo-de-cereales>
- Ponce, L., Campaña, D., Garrófalo, J., Jiménez, J., & Cruz, E. (2019). La Cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. *INIAP*, 11. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%20116%20La%20cebada.pdf>
- Portilla, M. (2019). *Determinación del impacto de la roya en el cultivo de cebada*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Bolívar]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6424>
- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural- AGRO RURAL. (2018). Manual de Abonamiento con Guano de las Islas. *AgroRural*.
- 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 pregrado, Universidad Estatal del Norte].
- Rani, H., & Bhardwaj, R. (2021). Quality attributes for barley malt: “The backbone of beer”. *Journal of Food Science*, 86(8), 3322-3340. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.15858>
- Ríos, D., Brito, R., & Delgado, H. (2011). Evaluación del rendimiento y sus componentes en genotipos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) diferenciados por su tipo de espiga y grano. *Actualidad y Divulgación Científica*, 14(2), 55-63. doi:<https://doi.org/10.31910/rudca.v14.n2.2011.775>.
- Rivadeneira, E. (2003). *Producción artesanal de semilla de cebada*. Quito-Ecuador: INIAP.
- 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>

- Ruíz, T. (2018). *Determinación de la floración en una población de cebada (Hordeum vulgare L.) bajo condiciones mediterráneas y sus implicaciones agronómicas*. [Tesis de pregrado, Universidad de León] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=221308>
- Ryan, J., Abdel, M., & Amri, A. (2009). Nitrogen fertilizer response of some barley Varieties in semi-arid conditions. *Morocco Journal of Agricultural Science and Technology*, 6(4), 227-236. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Tarekegn-Samago/publication/357888445\\_Growth\\_Protein\\_Content\\_Yield\\_and\\_Yield\\_Components\\_of\\_Malt\\_Barley\\_Hordeum\\_vulgare\\_L\\_Varieties\\_in\\_Response\\_to\\_Seeding\\_Rate\\_at\\_Sinana\\_District\\_Southeast\\_Ethiopia/links/61e5b0da5779d35](https://www.researchgate.net/profile/Tarekegn-Samago/publication/357888445_Growth_Protein_Content_Yield_and_Yield_Components_of_Malt_Barley_Hordeum_vulgare_L_Varieties_in_Response_to_Seeding_Rate_at_Sinana_District_Southeast_Ethiopia/links/61e5b0da5779d35)
- Solano, E. (2019). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica de malta, producida a partir de cebada (de la especie Hordeum Distichum), de tres provincias de la región La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo].
- Vasquez, Y. (2015). Caracterización morfológica y aptitud maltera de Ipneas de cebada (Hordeum vulgare L.) procedentes del CIMMYT- México. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú] <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/979/VASQUEZ%20CASTRO%2c%20YOHANS%20JERSY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velasco Laiton, Y., Sana Pulido, W., & Morillo Coronado, A. (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (Hordeum vulgare L.) en el Municipio de Chivatá Bayacá, Colombia. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 18(2), 105. doi:[http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(18\)103-116](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(18)103-116)
- Vivar, M. (2021). *Selección de líneas avanzadas de cebada (Hordeum vulgare L.) con calidad maltera, en base al rendimiento y calidad*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca] <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35986/6/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>
- Weather Spark . (2021 ). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Atuntaqui* . Obtenido de Weather Spark : <https://es.weatherspark.com/y/20038/Clima-promedio-en-Atuntaqui-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>
- Yuncaí , H., Gero , B., & Urs, S. (2021). Genetic variation in grain yield and quality traits of spring malting barley. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy11061177>
- Zhou, M. (2010). *Genetic and Improvement of Barley Malt Quality*. [Tesis de pregrado, Universidad de Tasmania].

# ANEXOS

## Anexo 1.

*Tabla oficial para el peso hectolítrico en cereales.*

**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		

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

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 del área seleccionada para la implementación del ensayo.

MC-LASPA-2201-01



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



**INFORME DE ENSAYO No: 21-0232**

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Mera Chunes Gonzalo Xavier  
**PETICIONARIO:** Mera Chunes Gonzalo Xavier  
**FECHA/INSTITUCIÓN:** Mera Chunes Gonzalo Xavier  
**DIRECCIÓN:** Chaltura-Graja la Pradera

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 01/04/2021  
**HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 8:30  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 05/04/2021  
**FECHA DE EMISIÓN:** 09/04/2021  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** 54

Análisis Unidad	PH	N ppm	P ppm	S ppm	B ppm	K meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Ca/Mg Mg/K	Ca+Mg/K Mg/K	Σ Bases meq/100g	MO %	CO %	Textura (%)		Clase Textural	IDENTIFICACIÓN												
																		Arena	Limo														
21-0901	7,26	PN	351	M	13	M	5,32	B	1,04	M	0,88	A	4,12	A	4,12	A	10,1	M	5,4	A	65	A	2,97	4,67	18,54	17,26	3,6	A	37	48	15	FRANCO	Lote 20

Análisis Unidad	Al <sup>+++</sup> meq/100g	Al <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	C.E.* ds/m	N. Total <sup>1</sup> %	N-NO3 <sup>2</sup> ppm	K H2O <sup>3</sup> ppm	P H2O <sup>4</sup> ppm	Cl <sup>-</sup> ppm

**OBSERVACIONES:**

**METODOLOGIA USADA**

pH =	Suete: Apal (12.15)	P x Ca Mg =	Olsen Modificado
S.B =	Fotodo de Cloro	Cu Fe Mn Zn =	Olsen Modificado
		B =	Cummins

**\* Ensayos no solicitados por el cliente**

**INTERPRETACION**

Elemento	Interpretación
pH	N = Neutro
Ac = Acido	B = Bajo
LAc = Liger Acido	LM = Lige Alcalino
PN = Pric-Neutro	AL = Alcalino
RC = Requiem Cl	T = Tolero (Boro)

**ABREVIATURAS**

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

**METODOLOGIA USADA**

C.E. =	Pinta saturada
M.O. =	Dicromato de Fosforo
AlH =	Tribulacion NASH

**INTERPRETACION**

AN/M/Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lg. Salino	MS = Muy Salino
T = Tolero		A = Alto



Firma electrónicamente por:  
**JOSE ALONSO  
 LUCERO  
 MALATAY**

**LABORATORISTA**

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

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

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

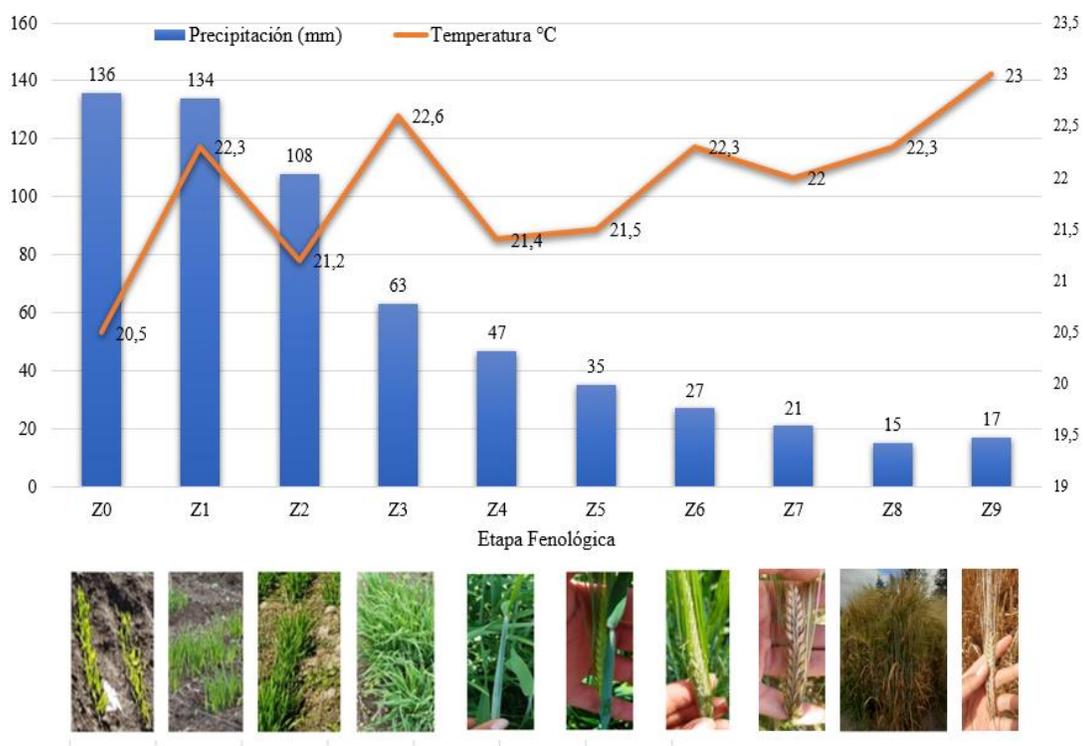


Firma electrónicamente por:  
**IVAN RODRIGO  
 SAMARTEGO  
 MALGOSA**

**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

### Anexo 3.

#### *Ciclo fenológico de la cebada vs temperatura y precipitación*



### Anexo 4.

#### *Paquetes de las líneas de cebada maltera entregados por Cervecería Nacional.*



**Anexo 5.**

*Elaboración de surcos en las unidades experimentales.*



**Anexo 6.**

*Toma de datos.*



## Anexo 7.

Productos agroquímicos utilizados en el control de roya, arvenses y plagas en el cultivo de cebada maltera.



**Anexo 8.**

*Incorporación de la mezcla en el DRON para la aplicación del producto.*



**Anexo 9.**

*Cultivo de cebada maltera en fase de macollamiento.*



**Anexo 10.**

*Cultivo de cebada maltera en fase de embuchamiento.*



**Anexo 11.**

*Cultivo de cebada maltera en fase de espigamiento.*



**Anexo 12.**

*Cultivo de cebada maltera en fase de floración.*



**Anexo 13.**

*Cultivo de cebada maltera en fase de maduración.*



**Anexo 14.**

*Cultivo de cebada maltera en estado de madurez.*



**Anexo 15.**

*Cultivo de cebada cosechado, separando cada línea en diferentes costales.*

