



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad De Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

“CATEGORIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE 18 VARIEDADES DE CEBADA (*Hordeum vulgare*), PROVENIENTES DEL BANCO DE SEMILLAS DEL INIAP – SANTA CATALINA EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR”

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

Autores:

Chimbolema Agualongo Vanessa Maybeth

Coles Bayas Franklin Hernán

Tutor:

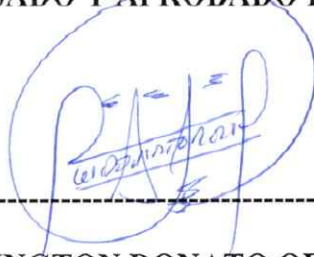
Ing. Jorge Washington Donato Ortiz M. Sc.

Guaranda – Ecuador

2024

“CATEGORIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE 18 VARIEDADES DE CEBADA
(*Hordeum vulgare*), PROVENIENTES DEL BANCO DE SEMILLAS DEL INIAP –
SANTA CATALINA EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, PROVINCIA
BOLÍVAR”

REVISADO Y APROBADO POR:

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue circle. The signature is stylized and appears to read 'Washington Ortiz'.

ING. WASHINGTON DONATO ORTIZ M. Sc.

TUTOR

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines.

ING. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.

PAR LECTOR

A handwritten signature in blue ink, featuring a large, prominent loop at the beginning.

ING. DEYSI GUANGA M. Sc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nosotros Vanessa Maybeth Chimbolema Agualongo, con CI: 0250170248 y Franklin Hernan Coles Bayas, con CI: 0250328606 declaramos que el trabajo y los resultados en este informe, no han sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

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



Vanessa Chimbolema Agualongo

AUTORA

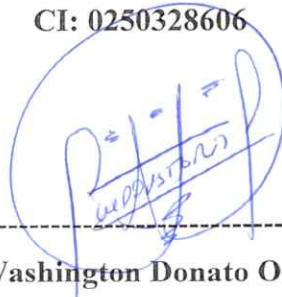
CI: 0250170248



Franklin Hernan Coles Bayas

AUTOR

CI: 0250328606



Ing. Washington Donato O. MSc.

TUTOR

CI: 1801964550



Notaría Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

rio...

N° ESCRITURA: 20240201003P00744

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: COLES BAYAS FRANKLIN HERNAN y

CHIMBOLEMA AGUALONGO VANESSA MAYBETH

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000005804



En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día uno de Abril del dos mil veinticuatro, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen COLES BAYAS FRANKLIN HERNAN, casado de ocupación estudiante, domiciliado en la Parroquia Guanujo del Cantón Guaranda Provincia Bolívar, con celular número (0981434286), su correo electrónico es colesfran288@gmail.com, y CHIMBOLEMA AGUALONGO VANESSA MAYBETH, casada de ocupación estudiante, domiciliada en la Parroquia Guanujo del Cantón Guaranda Provincia Bolívar, con celular número (0993166556), su correo electrónico es vanessachimbolema17@gmail.com, por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "CATEGORIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE 18 VARIEDADES DE CEBADA (*Hordeum vulgare*), PROVENIENTES DEL BANCO DE SEMILLAS DEL INIAP- SANTA CATALINA EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR" es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención del título de Ingenieros Agrónomos en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta notaría, aquellos se ratifican y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

COLES BAYAS FRANKLIN HERNAN

c.c. 0250328606

CHIMBOLEMA AGUALONGO VANESSA MAYBETH

c.c. 0250170248

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA...

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis Final. Vannesa y Franklin.docx

AUTOR

Chimbolema Agualongo y Coles Bayas

RECuento DE PALABRAS

16184 Words

RECuento DE CARACTERES

86181 Characters

RECuento DE PÁGINAS

94 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.6MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 20, 2024 11:16 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

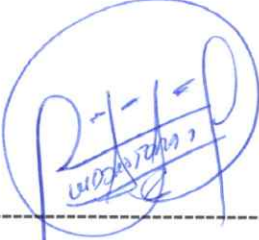
Feb 20, 2024 11:19 PM GMT-5

● 9% de similitud general

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

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Resumen



A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue circle. The signature appears to be 'Jorge Washington Donato Ortiz' with some additional markings.

Ing. JORGE WASHINGTON DONATO ORTIZ. MSc.

TUTOR

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios, por permitirme lograr obtener mi título de Ing. Agrónomo.

A mis padres Sr. Hilario Chimbolema y Sra. Feliciano Agualongo por ser el pilar fundamental de mi vida, que estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional, junto a mis hermanos, sobrinos por sus palabras y días de compañía.

De una manera especial a mi esposo Franklin Coles, por confiar y dar siempre sus palabras de motivación.

Vanessa Chimbolema

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación, lo dedico con cariño y amor Dios, por darme fuerza, valor para poder alcanzar mi carrera profesional.

También se la dedico a mis padres Sr. José Coles y Sra. Rosa Bayas quienes con mucho amor y cariño siempre han estado apoyando en las buenas y malas porque ellos son mi motivación de vida, mi orgullo.

A mis hermanos quienes con sus palabras de aliento y motivación no me dejaron caer para poder alcanzar mi objetivo.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados quienes me acompañaron en el recorrido de mi etapa estudiantil brindándome su ayuda.

Franklin Coles

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios, por haber hecho posible culminar nuestra etapa estudiantil y ser nuestra guía en el transcurso de nuestras vidas.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, su amor y por ser un pilar fundamental en nuestros logros. A nuestros familiares por darnos fuerzas para seguir adelante, guiándonos y apoyándonos para llegar a nuestra meta establecida.

De manera especial a la Universidad Estatal de Bolívar, principalmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía, a sus autoridades por abrirnos las puertas y permitirnos ser parte de tan prestigiosa institución. A la Ing. Deysi Guanga (Docente lector), al Ing. David Silva (Docente lector), quienes con su apoyo y dedicación han hecho posible culminar con éxito esta investigación.

De manera especial expresamos nuestro más sincero agradecimiento al Ing. Washington Donato (Tutor), por su colaboración constante en esta investigación siempre con sus consejos, su ayuda técnica - científica, gracias por toda la comprensión.

Al programa de semillas de la Universidad Estatal de Bolívar y al Programa de Cereales del INIAP-Santa Catalina, por proveer el material genético y brindar la asesoría técnica en cada proceso del desarrollo del proyecto de investigación.

Vanessa - Franklin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Origen.....	6
2.2. Clasificación taxonómica.	6
2.3. Descripción botánica	7
2.3.1. Planta.....	7
2.3.2. Raíz	7
2.3.3. Hojas	7
2.3.4. Tallo	7
2.3.5. Flor (Espiga).....	8
2.3.6. Inflorescencia	8
2.3.7. Fruto	8
2.4. Descripción vegetativa	8
2.4.1. Germinación	8
2.4.2. Crecimiento de la plántula	9

2.4.3.	Macollamiento.....	9
2.4.4.	Período de reproducción	9
2.4.5.	Período de maduración.....	9
2.4.6.	Semilla	10
2.5.	Requerimientos básicos del clima	10
2.5.1.	Clima.....	10
2.5.2.	Pluviosidad.....	10
2.5.3.	Temperatura	11
2.5.4.	Altitud	11
2.5.5.	Suelo.....	11
2.6.	Prácticas y labores en el manejo del cultivo.....	11
2.6.1.	Siembra	11
2.6.2.	Época de siembra de la cebada.....	12
2.6.3.	Cantidad de semilla.....	12
2.6.4.	Calidad de semilla.....	12
2.6.5.	Preparación del suelo	13
2.7.	Caracterización morfo agronómica	13
2.7.1.	Definición	13
2.7.2.	Relación con el mejoramiento genético de las plantas.....	13
2.7.3.	Descriptores de la cebada	13
2.8.	Caracterización morfológica y agronómica	15
2.9.	Control de malezas	15
2.10.	Riego	16
2.11.	Cosecha y almacenamiento	16

2.12. Principales plagas y enfermedades.....	17
2.12.1. Plagas	17
• Gusano del alambre (<i>Agriotes sp</i>)	17
• Pulgones (<i>Rhopalosiphum padi</i>)	17
• Nematodos.....	18
2.12.2. Enfermedades	18
• Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).....	18
• Roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>).....	19
• Roya del tallo (<i>Puccinia graminis</i>)	19
• Carbón desnudo (<i>Ustilago sp</i>).....	19
• Carbón vestido (<i>Ustilago hordei</i>).....	20
• Virus del enanismo amarillo (BYDV).....	20
• Fusarium (<i>Fusarium spp.</i>)	20
2.13. Fertilización.....	21
2.13.1. Nitrógeno	21
2.13.2. Fósforo	21
2.13.3. Potasio.....	22
2.14. Mejoramiento genético de la cebada	22
2.15. Cebada forrajera o harinera	23
2.15.1. Físicas	23
2.15.2. Bioquímicas.....	23
2.16. Variedades de cebada	24
CAPÍTULO III	33
3. MARCO METODOLÓGICO.....	33

3.1. Ubicación y características de la investigación	33
• Localización del experimento.....	33
• Situación geográfica y edafoclimática.....	33
• Zona de vida.	33
3.2. Metodología.....	34
3.2.1. Material experimental	34
3.2.2. Factores en estudio.....	34
3.2.3 Tratamientos	34
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico.....	35
3.2.5 Manejo del experimento en campo o laboratorio.....	35
• Preparación del suelo.....	35
• Siembra.....	35
• Control químico de malezas	35
• Fertilización complementaria	35
• Cosecha	36
• Trilla	36
• Aventado	36
• Secado	36
• Almacenamiento.....	36
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta).....	36
• Porcentaje de emergencia en el campo (PEC).....	36
• Vigor de la planta (VP)	37
• Hábito de crecimiento (HC)	37
• Días al espigamiento (DE).....	37

• Evaluación de enfermedades foliares	37
• Incidencia de fusarium (IF)	36
• Altura de Planta (AP)	36
• Tipo de paja (TP).....	40
• Peso total g/parcela (PT)	40
• Rendimiento kg/ha al 13% de humedad (RH).....	40
• Peso Hectolítrico (PH).....	41
• Tipo de grano (TG).....	41
3.2.7. Análisis de datos	41
CAPÍTULO IV	41
4. Resultados y Discusión	41
4.1. Caracteres morfológicos	41
4.2. Variables agronómicas	47
4.2.1. Variedades de cebada.....	49
4.3. Análisis de correlación y regresión lineal	55
• Correlación “r”	55
• Regresión “b”.....	55
• Coeficiente de determinación “R ² ”	55
4.4. Comprobación de hipótesis	58
CAPITULO V	59
5.1. Conclusiones	59
5.2. Recomendaciones	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

N°.	Descripción	Pág.
1	Resultados de la caracterización morfológica de 18 variedades de cebada en las variables: Vigor de la planta (VP), Hábito de crecimiento (HC), Tipo de Paja (TP), Tipo de grano (TG)	41
2	Resultados estadísticos para comparar los promedios de las variables agronómicas: Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Días al espigamiento (DE), Reacción de enfermedades foliares (REF), Incidencia de fusarium (IF), Altura de planta (AP), Peso total en g/parcela (PT), Rendimiento kg/ha al 13% de humedad (RH), Peso Hectolítrico (PH). Laguacoto 2023	47
3	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que presentaron una significancia estadística positiva o negativa con la variable dependiente (rendimiento)	55

ÍNDICE DE FIGURAS

N°.	Descripción	Pág.
1.	Vigor de la planta (VP)	42
2.	Hábito de crecimiento (HC)	43
3.	Tipo de paja (TP)	44
4.	Tipo y color del grano (TCG)	45
5.	Reacción de enfermedades foliares (Roya Amarilla)	49
6.	Altura de Planta (AP)	50
7.	Peso total g/parcela (PT)	51
8.	Rendimiento kg/ha al 13% de humedad (RH)	52
9.	Peso Hectolítrico (PH)	53
10.	Regresión lineal entre Altura de planta (AP) vs Rendimiento kg/ha al 13% de humedad	56
11.	Regresión lineal entre Peso total g/parcela vs Rendimiento kg/ha al 13% de humedad	57

ÍNDICE DE ANEXOS

N°.	Descripción
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2.	Base de Datos
3.	Escala de incidencia y severidad de enfermedades foliares
4.	Fotografías
5.	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La cebada (*Hordeum vulgare L.*), es un cereal importante en la alimentación de la población. En Ecuador las provincias de Cañar, Azuay y Loja, cultivan alrededor de 15 000 ha, de las cuales el 90 % son de grano cubierto y apenas un 10 % de grano descubierto. Esta investigación se plasmó en la zona agroecológica de Laguacoto III, ubicada a una altitud de 2622 msnm. Los objetivos planteados en esta investigación fueron; i) Identificar los principales descriptores morfológicos y agronómicos de 18 variedades de cebada, a nivel de campo y en postcosecha, ii) Seleccionar las mejores variedades de cebada para la zona agroecológica en estudio, iii) Generar una base de datos consistente de la categorización del rendimiento. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 18 variedades de cebada, en 3 repeticiones, se realizaron análisis de varianza, Tukey al 5%, análisis de correlación y regresión simple. La respuesta de las 18 variedades de cebada, presentó variabilidad en los descriptores morfológicos, así como diferencias significativas en la mayoría de las variables evaluadas. Se evidenció que de las 18 variedades de cebada el 61 % presentó un vigor de la planta bueno. El 83 % de los tratamientos evaluados registró un hábito de crecimiento Intermedio (Semierecto). En el descriptor tipo de paja el 39% presentó un tallo fuerte, y el 61% restante registró un tallo intermedio. Las variedades de cebada presentaron una reacción moderadamente resistente a la incidencia y severidad de enfermedades foliares. Los mejores promedios para el rendimiento se registraron en los tratamientos; T13 (INIAP-PALMIRA 2014) con 3457,9 kg/ha y el T8 (INIAP-QUILOTOA 2003) con 3335,6 kg/ha, por el contrario el rendimiento más bajo se presentó en el T16 (CLIPPER), con 852,8 kg/ha. El T6 (INIAP-ATAHUALPA 92) con 73,28 puntos, presentó el promedio más elevado en peso hectolitrico. Los resultados generados en la zona de Laguacoto III, permiten hacer una pre selección de 10 variedades, que presentaron resultados promisorios con mira a mantener este material de germoplasma para nuestra localidad y provincia.

Palabras claves: variedad, cebada, rendimiento, descriptor, categorización.

SUMMARY

Barley (*Hordeum vulgare* L.) is an important cereal in the diet of the population. In Ecuador, the provinces of Cañar, Azuay and Loja, cultivate about 15,000 ha, of which 90% are covered grain and only 10% uncovered grain. This research was carried out in the agroecological zone of Laguacoto III, located at an altitude of 2622 meters above sea level. The objectives of this research were; i) To identify the main morphological and agronomic descriptors of 18 barley varieties, at field and post-harvest levels, ii) To select the best barley varieties for the agroecological zone under study, iii) To generate a consistent database of yield categorization. A randomized complete block design (RCBD) was used, with 18 barley varieties, in 3 replications, analysis of variance, Tukey at 5%, correlation analysis and simple regression. The response of the 18 barley varieties showed variability in the morphological descriptors, as well as significant differences in most of the variables evaluated. It was found that 61 % of the 18 barley varieties showed good plant vigor. Eighty-three percent of the treatments evaluated had an intermediate growth habit (semi-erect). In the straw type descriptor, 39 % showed a strong stem, and the remaining 61 % showed an intermediate stem. The barley varieties showed a moderately resistant reaction to the incidence and severity of foliar diseases. The best yield averages were recorded in the treatments T13 (INIAP-PALMIRA 2014) with 3457.9 kg/ha and T8 (INIAP-QUILOTOA 2003) with 3335.6 kg/ha, while the lowest yield was recorded in T16 (CLIPPER), with 852.8 kg/ha. T6 (INIAP-ATAHUALPA 92), with 73.28 points, had the highest average hectoliter weight. The results generated in the area of Laguacoto III, allow us to make a pre-selection of 10 varieties, which showed promising results in order to maintain this germplasm material for our locality and province.

Key words: variety, barley, yield, descriptor, categorization.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La cebada común (*Hordeum vulgare L.*), es una gramínea que se cultiva en casi todos los climas desde hace muchos siglos, siendo el cereal cultivable más antiguo, teniendo su origen en Asia Occidental hace cerca de 5000 años A.C (Ledesma, J. 2018)

La cebada (*Hordeum vulgare L.*), es una de las gramíneas más importantes a nivel mundial, ocupa el quinto lugar entre los cereales de mayor producción; con el 50% del área y 63% del volumen de producción concentrados en Europa, donde se produce noventa millones de t/año, con una productividad promedio de 4 t/ha. A pesar de que hay una tendencia leve en la reducción de la demanda mundial de este cereal, ya sea por limitaciones agronómicas y económicas que controlan el mercado o por el repunte en la demanda de arroz (*Oryza sativa L.*) y maíz (*Zea mays L.*) y en especial para la industria cervecera (Lema, A. 2017)

Según datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), los principales productores son la Unión Europea, Rusia, Canadá, Ucrania, Australia, EE.UU. y Argentina, que en la campaña 2012/13 logró ubicarse como segundo exportador mundial de cebada. La misma fuente estima que para la campaña 2014/2015 la producción global se ubicaría en torno de los 13938 millones de toneladas. (Bernardi, L. 2019)

En Ecuador la demanda de cebada para consumo humano, es casi satisfecha con la producción local. Sin embargo, la industria cervecera importa entre 40000 t anuales de cebada para procesamiento industrial. La superficie dedicada al cultivo de la cebada es de 48874 ha, distribuidas en todas las provincias de la sierra, pero ello no refleja el gran número de campesinos que, en superficies muy pequeñas, siembran cebada para uso y consumo familiar. El 40% de la producción ecuatoriana se usa para producir cerveza, mientras que los excedentes se comercializan en mercados locales y sirven para generar subproductos para la alimentación animal y humana (Albarán, D. 2020).

La cebada (*Hordeum vulgare L.*), es un cereal muy importante en la alimentación de la población de la Sierra Sur, en donde se cultivan alrededor de 15 000 ha, distribuidas en las provincias de Cañar, Azuay y Loja, de las cuales el 90 % son de grano cubierto y apenas un 10 % de grano descubierto (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador) (INEC. 2010).

En la provincia Bolívar, se cultivan actualmente 3800 ha de cebada común, con un rendimiento promedio de 1.2 t/ha en variados sistemas de producción y particularmente para el autoconsumo. (Monar, C. 2010)

La valoración morfo-agronómica es de gran importancia, siendo la finalidad determinar descriptores tanto morfológicos como agronómicos y el potencial productivo de cebada determinado a través de componentes asociados a la productividad. Para la respectiva validación y evaluación se utilizan descriptores, que son caracteres útiles en una muestra, los estados de un descriptor pueden ser un valor numérico, una escala, un código, o un adjetivo calificativo. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (IICA. 2020)

1.2. PROBLEMA

En el Ecuador, las principales limitantes que inciden en la baja productividad del cultivo de cebada, son los factores bióticos y abióticos, como también el cambio climático, ocasionando a que los agricultores tengan dificultad en el manejo del cultivo.

Uno de los problemas más relevantes son la alta incidencia y severidad de enfermedades foliares y de la espiga como las royas (*Puccinia spp*), (*Helminthosporium sp*), (*Fusarium sp*), (*Septoria sp*), (*Ustilago sp*), (*Rynchosporium sp*), y el virus del enanismo amarillo de la cebada (VYDB).

Los factores relacionados con el Cambio Climático ocasionan la baja productividad de la cebada, reduciendo así el área de producción, provocando la desmotivación a los agricultores para cultivar cebada. La demanda de la industria ofrece al agricultor un precio de venta muy bajo, ya que en la época de cosecha este cultivo requiere una gran demanda de mano de obra, por lo tanto, el valor de venta no justifica lo invertido en relación a sus ingresos.

En el Ecuador existen variedades que han ido perdiendo su tolerancia a enfermedades, razón por la cual se han erradicado de los sistemas de producción, al generar pérdidas en su rendimiento; sin embargo, esta dinámica está muy relacionada con el manejo y sobre todo con los factores climáticos; por la cual una nueva evaluación de estas variedades nos permite determinar su potencial de incremento en el rendimiento, bajo el actual escenario agrícola.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- ❖ Categorizar el rendimiento de 18 variedades de cebada, provenientes del banco de semillas del INIAP – Santa Catalina.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ❖ Identificar los principales descriptores morfológicos y agronómicos de 18 variedades de cebada, a nivel de campo y en postcosecha.
- ❖ Seleccionar las mejores variedades de cebada para la zona agroecológica en estudio.
- ❖ Generar una base de datos consistente de la categorización del rendimiento de las 18 variedades de cebada.

1.4. HIPÓTESIS

H₀ El rendimiento del cultivo de cebada no depende de la variedad evaluada y su interacción genotipo ambiente.

H_a El rendimiento del cultivo de cebada depende de la variedad evaluada y su interacción genotipo ambiente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

Cultivada mucho antes que el trigo, la cebada (*Hordeum vulgare* L.) es un cereal. Este cultivo es originario de Asia occidental y a lo largo de la historia se ha distribuido ampliamente en el callejón interandino, en regiones situadas entre los 2.400 y los 3.500 metros sobre el nivel del mar (Yaulema, P. 2019)

Al igual que el trigo, la cebada probablemente se originó en la región entre los ríos de Tigris y Éufrates, llegando a Marruecos, China, Nepal e India en su camino. (León, D. 2018)

2.2. Clasificación taxonómica.

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Liliopsida.

Orden: Poales.

Familia: Poaceae.

Género: *Hordeum*

Especie: *vulgare*

Nombre científico: (*Hordeum vulgare* L.) (Guañuna, D. 2017)

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Planta

Debido a la unión de un gameto masculino y otro femenino resulta la flor. La cebada es una planta asexual que se reproduce por semillas. También es monoica, lo que significa que ambos sexos están presentes en la misma flor, es perfecta y hermafrodita porque ambos sexos están presentes en la misma planta. (Ticona, G. 2018)

2.3.2. Raíz

Las raíces primarias de la planta son distinguibles y fasciculadas; se crean por el crecimiento de la radícula y acaban desapareciendo en la planta madura. A medida que crece la radícula, se crean raíces, pero éstas desaparecen en la planta madura. En los primeros 25 cm de suelo se encuentra el 60% del peso de las raíces. A continuación, crecen raíces secundarias desde la base del tallo, con diferentes ramificaciones (Guañuna, D. 2017)

2.3.3. Hojas

Posee dos estípulas bien desarrolladas que se cruzan delante del tallo, distinguen de las hojas esbeltas de color verde claro. Sus raíces son poco profundas y ha producido estípulas hasta la aparición de la última hoja, (hoja bandera), las hojas siguen creciendo en el tallo principal (Guañuna, D. 2017).

2.3.4. Tallo

El tallo es grueso y erguido, tiene seis u ocho entrenudos más anchos en el centro que en los extremos más próximos a los nudos. La altura de los tallos varía de 0,50 cm a 1 metro, según la variedad. (Pérez, J. 2020).

2.3.5. Flor (Espiga).

Las glumas y las papilas de una inflorescencia sirven para proteger el grano, que recibe el nombre de espiguilla. En las cebadas de dos carreras, la espiga es aplanada y las espiguillas se sitúan alternativamente una frente a otra. Aunque los granos de las cuatro carreras de cebada tienen la misma forma, la parte de la espiga es más cuadrada (Hernández, A. 2019)

2.3.6. Inflorescencia

Las espiguillas están formadas por dos a seis flores articuladas que se agrupan de tres en tres dentro de cada diente del eje (Quino, J. 2018)

2.3.7. Fruto

La cebada de dos carreras tiene espiguillas laterales más pequeñas con estambres reducidos, un ovario rudimentario y un estigma; como resultado, las espiguillas laterales son estériles y sólo se produce una semilla en cada nudo de la espiga, lo que le da un aspecto plano. Los granos son un fruto indehisciente y seco, conocido como cariósipide (Guañuna, D. 2017)

2.4. Descripción vegetativa

Las etapas del desarrollo vegetal que distingue el ciclo vegetativo son la germinación de la semilla, el ahijamiento, la formación del tallo, la reproducción y la maduración (Hernández, A. 2019).

2.4.1. Germinación

El tiempo que tardan las semillas en germinar puede variar de 6 a 10 días en función de la temperatura y la humedad del suelo, termina con el ahijamiento (producción de tallos). El ahijamiento, es un proceso de ramificación que comienza en la base de la planta, también tiene lugar en esta fase. El rendimiento dependerá directamente del contenido de nitrógeno (N) y fósforo (P) de la planta (Hernández, A. 2019).

2.4.2. Crecimiento de la plántula

El coleóptilo deja de crecer cuando nace la planta y surgen las primeras hojas auténticas. Aproximadamente cada tres o cinco días, según el tipo y el entorno, surgen las hojas. En el tallo principal suelen formarse de ocho a nueve hojas; los tipos de maduración tardía suelen formar más hojas. Al utilizar reguladores del crecimiento específicos, es fundamental tener en cuenta la hoja bandera. (León, D. 2018)

2.4.3. Macollamiento

Los hijuelos (tallos secundarios) aparecen a partir de las yemas axilares del primer tallo. En el número de hijuelos por planta influyen la densidad y la genética del cultivar, así como factores ambientales (Vasquez, C. 2020)

2.4.4. Período de reproducción

Es toda la fase de ahijamiento y espigado; sin embargo, no todos los tallos terminan en espiga; algunas plantas terminan más tarde. Por consiguiente, esta etapa es crucial para la nutrición de la planta. Para que el cultivo produzca nucleoproteínas, se necesita un abono rico en nitrógeno (N).

Esta fase de enlatado puede durar entre 28 y 35 días, según las circunstancias. En esta fase también se produce el espigado (maduración de los órganos reproductores, los granos de polen y los óvulos) y la fecundación. El proceso de espigado dura aproximadamente un mes. (Guañuna, D. 2017).

2.4.5. Período de maduración

El proceso de maduración dura hasta que el grano está completamente maduro, lo que ocurre cuando las hojas maduras envejecen y acaban secándose en toda la planta (Guañuna, D. 2017).

Esta fase está asociada a la acumulación de almidón en los granos debido a la actividad fotosintética, que depende del nivel de nitrógeno (N) y del clima (Basantes, E. 2019).

2.4.6. Semilla

El ovario (pericarpio) y la cubierta de la semilla (testa) de la semilla de cebada pertenecen a un fruto denominado cariósipide, en el que las paredes del ovario y la cubierta de la semilla están unidas de forma inseparable (Federación Nacional de cultivadores de cereales y leguminosas. (FENALCE. 2017)

2.5. Requerimientos básicos del clima

2.5.1. Clima

Aunque prospera en climas frescos, su cultivo está muy extendido debido a sus mínimos requisitos ambientales. La cebada puede crecer a grandes altitudes porque necesita menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica (Gualotuña, E. 2021).

2.5.2. Pluviosidad

Para que la cebada germine, crezca, florezca y llene los granos con eficacia, se necesita la cantidad adecuada de precipitaciones. Las precipitaciones son la principal fuente de agua; otros suministros pueden obtenerse mediante el riego o de ríos, arroyos y otras fuentes.

El requerimiento de precipitación de la cebada es de 240 a 600 mm, como mínima, y la precipitación óptima es de 600 a 1100 mm, aunque depende de la variedad e interacción genotipo ambiente (Programa de Adaptación al Cambio Climático) (PACC. 2018).

En Laguacoto la cebada se desarrolla en buenas condiciones con una precipitación de 500 mm (Monar, C. 2017)

2.5.3. Temperatura

Para que germine, la temperatura debe ser de al menos 6°C. Alcanza la madurez a 20°C y florece a 16°C. Puede soportar temperaturas de hasta 10°C, lo que demuestra lo bien que tolera las bajas temperaturas. La temperatura ideal de cultivo oscila entre 17 y 18°C durante la fase reproductiva y 15°C durante el periodo vegetativo. La Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE. 2017).

2.5.4. Altitud

En el Ecuador, la cebada se cultiva en altitudes comprendidas entre los 2200 a 3700 msnm, en rotaciones después de papa o leguminosas (Monar, C. 2019)

2.5.5. Suelo

Cualquier tipo de suelo puede servir para cultivar cebada. Este cereal prospera en suelos con mayores niveles de sal, pero también puede tener dificultades para crecer en suelos húmedos y mal drenados, como los arcillosos. El intervalo de pH ideal para este tipo de suelo oscila entre 6,4 y 7,8.

En general, los suelos de textura franca, fértiles, bien drenados, profundos y con gran capacidad de retención de agua son los mejores para el cultivo de la cebada (Suárez, L. y Suárez, R. 2019)

2.6. Prácticas y labores en el manejo del cultivo

2.6.1. Siembra

Una humedad suficiente del suelo garantizará la germinación óptima de las semillas. Normalmente, esto se hace al principio de la estación lluviosa, lo que permite que la cosecha coincida con la estación seca. La técnica más popular de siembra en la Sierra ecuatoriana es la manual. La profundidad recomendada para la siembra oscila entre - 2,0 y 5,0 cm; ni demasiado profunda ni demasiado superficial es aceptable (Falconí, E. 2020).

2.6.2. Época de siembra de la cebada

Se han establecido tres épocas de siembra para este cultivo en Ecuador:

- a) Para la zona central los meses de octubre, noviembre y principios de diciembre. las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.
- b) Para la zona norte, los fines de diciembre, enero y febrero. las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi.
- c) Para la zona centro-sur, los fines de febrero, marzo y abril. Las provincias de Loja, Azuay, Bolívar y Cañar. (Chicaiza, K. 2019).

2.6.3. Cantidad de semilla

El tipo de siembra determina la cantidad de semilla necesaria. La cantidad de semilla necesaria para una siembra a voleo (manual) es de 135 kg/ha. Cuando se siembra mecánicamente, la cantidad necesaria por hectárea desciende a 110 kg. Se prevé sembrar 300 granos por metro cuadrado con esta cantidad de semilla, con el objetivo de cosechar más de 700 espigas por metro cuadrado (Falconí, E. 2020).

En Laguacoto la distancia adecuada entre surcos es de 20 a 25 cm entre surcos, con una densidad de 100 kg/ha se utiliza maquinaria y al voleo 160 kg/ha (Monar, C. 2018).

2.6.4. Calidad de semilla

Es esencial utilizar semillas de alta calidad de la categoría "Registrada" o "Certificada" con un porcentaje mínimo de germinación del 85% para alcanzar las circunstancias y requisitos ideales.

Para evitar que las infecciones se propaguen de esta forma, la semilla debe elegirse cuidadosamente y tratarse con 100 g/qq de Carboxin + Captan (Vitavax 300) (Quelal, N. 2019).

2.6.5. Preparación del suelo

Para preparar el suelo, es importante tener en cuenta la llegada de la temporada de lluvias a la región (enero y febrero). Esto significa que es necesario arar el suelo, manual o mecánicamente, al menos dos meses antes para permitir que las malas hierbas se descompongan y pasen a formar parte del suelo. Para que el suelo quede suelto y sin terrones grandes, se recomienda utilizar un arado de discos (Coronel, J. 2021).

2.7. Caracterización morfo agronómica

2.7.1. Definición

La caracterización puede definirse como la descripción de la variedad presente en una colección de germoplasma, o como el registro de aquellos rasgos que son altamente heredables, observables y expresados en todos los contextos. Las accesiones de una especie deben distinguirse unas de otras mediante la caracterización, y la varianza de una colección para las características agronómicamente significativas se describe como parte del proceso de evaluación (IICA. 2020)

2.7.2. Relación con el mejoramiento genético de las plantas

Los distintos fenotipos, que a menudo son rasgos heredables que se observan claramente a simple vista y se expresan por igual en todas las situaciones, pueden discriminarse con bastante facilidad gracias a la caracterización. Dado que la información sobre rasgos morfológicos y agronómicos incorpora polimorfismos en estos rasgos, tiene un valor incalculable desde el punto de vista de la mejora genética (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI. 2017)

2.7.3. Descriptores de la cebada

Un rasgo o propiedad que describe la forma, estructura o comportamiento de una entidad y cuya expresión es sencilla de medir, registrar o evaluar se denomina descriptor (IPGRI. 2017).

Por lo general, son fácilmente observables a simple vista, muy heredables y se manifiestan de forma similar en todos los entornos. Además, pueden tener algunas características más que se consideran (Vásquez, Y. 2019).

Los descriptores morfoagronómicos de la cebada son:

Germinación

- ❖ Días a la emergencia de plántulas

Desarrollo y macollamiento

- ❖ Hábito de crecimiento
- ❖ Número de plantas por metro lineal
- ❖ Número de macollos por planta
- ❖ Incidencia y severidad de enfermedades foliares

Madurez

- ❖ Días al espigamiento
- ❖ Color de la gluma
- ❖ Altura de planta
- ❖ Forma de las aristas de la lemma
- ❖ Barbas de las aristas de la lemma
- ❖ Tipo de lemma
- ❖ Color de la arista
- ❖ Longitud de la espiga
- ❖ Densidad de la espiga
- ❖ Número de hileras por espiga
- ❖ Acame de tallo
- ❖ Acame de raíz
- ❖ Color de la espiga
- ❖ Número de granos por espiga
- ❖ Desgrane de la espiga

Cosecha

- ❖ Días a la cosecha
- ❖ Cubierta del grano
- ❖ Color de la aleurona
- ❖ Color del grano
- ❖ Peso total kg/parcela
- ❖ Rendimiento en kg/ha al 13% de humedad
- ❖ Porcentaje de Humedad del grano
- ❖ Peso de 1000 granos
- ❖ Grano quebrado

(Guañuna, G. 2020).

2.8. Caracterización morfológica y agronómica

Además de definir las características de las accesiones y evaluar su uso, la caracterización morfológica y agronómica permite identificar tipos prometedores para procedimientos de selección, mejora genética u otros usos (Bonilla, M. 2018).

El método de caracterización se lleva a cabo mediante descriptores reconocidos. Los descriptores morfológicos y agronómicos pueden evitar la repetición de material y reducir las sobreestimaciones de la variedad existente cuando se observa fácilmente la variabilidad genética entre las especies y dentro de ellas (Becerra, V. 2020).

Los conservadores del banco de germoplasma se encargarán de la caracterización; mientras que los obtentores u otros expertos que vayan a utilizar el material deberán realizar las evaluaciones más exhaustivas, que a menudo requieren la programación de experimentos. Los gestores de los bancos de germoplasma deben tener acceso a la información de estas evaluaciones más exhaustivas para poder incorporarla a la documentación de las muestras (Bioversity International. 2019)

2.9. Control de malezas

Se aconseja la rotación de cultivos para controlar las malas hierbas en lugar del monocultivo. En los lugares de regadío, el laboreo reducido (siembra directa) y el laboreo nulo (siembra directa) dan buenos resultados; en las zonas de secano, estos planteamientos son más discutibles. Sin embargo, en todas las circunstancias, debe emplearse inicialmente un arado de discos y añadirse o eliminarse cualquier residuo de cultivo sobrante. Posteriormente, también se recomienda cultivar un suelo esponjoso, pero no excesivamente fino para evitar la formación de costras. Además, el arado no debe ser demasiado profundo ni intenso para evitar el crecimiento de malas hierbas en el cultivo de cebada (Monar, C. 2019).

El herbicida Metsulfuron Metil 60% se pulveriza con una boquilla en abanico de 2 m de alcance entre 20 y 30 días después de la siembra (dds) a una dosis de 1 g/20 ltr de agua para suprimir químicamente las malas hierbas de hoja ancha (Monar, C. 2019).

2.10. Riego

En comparación con el trigo, la cebada tiene un coeficiente de transpiración más elevado, pero debido a su ciclo más corto, absorbe algo menos de agua. En consecuencia, necesita mucha agua. La cebada tiene la ventaja de necesitar más agua al principio del desarrollo que al final, lo que reduce la probabilidad de encamado en comparación con el trigo. Esto explica por qué, a pesar de tener un coeficiente de transpiración mayor que el trigo, se considera que la cebada es más resistente a la sequía que el trigo. Es importante tener en cuenta que regar la cebada favorece el encamado, un problema al que la cebada es especialmente susceptible. Es mejor regar durante el espigado, ya que el daño se produce en cuanto se espiga la cebada y además favorece la propagación de la roya (Pérez, J. 2017).

La cebada tiene la ventaja de necesitar 420 mm de agua a lo largo de todo su ciclo agrícola, con una mayor necesidad de agua al principio del desarrollo que al final. Esto sugiere que la cebada es más resistente a la sequía (Tumiri, E. 2018).

Cuando la planta se está deshojando, es mejor regarla, ya que se producen daños y se favorece la propagación de la roya una vez arrancada la planta (Jaramillo, V. 2019).

2.11. Cosecha y almacenamiento

La cosecha y el almacenamiento son las siguientes fases de la gestión del cultivo de cebada. Antes de romperse o germinar en la espiga, la cebada debe cosecharse; sin embargo, debe estar suficientemente seca (menos del 15% de humedad) para poder almacenarse con seguridad. El grano con un nivel de humedad superior al 13% debe secarse antes de almacenarse. Para reducir las pérdidas de cosecha y evitar que el grano se pele o se agriete, es necesario ajustar correctamente la trilladora.

El grano pelado o partido puede brotar en cualquier momento y es más vulnerable al moho y a los daños causados por los insectos. Los sacos de grano deben mantenerse

limpios, y su lugar de almacenamiento debe ser seco y estar bien ventilado (Ponce et al. 2020).

2.12. Principales plagas y enfermedades

2.12.1. Plagas

- **Gusano del alambre** (*Agriotes sp*)

El cuerpo de un adulto es marrón y negro. El segundo artejo antenal es más largo que el tercero en las antenas marrones. un poco más largo que el tórax ancho. La pubescencia es de color marrón dorado. De 7 a 9 mm de longitud. Larvas redondas con tegumento amarillo, rígido y coriáceo. Los adultos emergen entre mayo y julio. Depositán sus huevos en grupos de cinco, seis o hasta 200. Tras unos 15 días de incubación, las larvas eclosionan y comienzan a alimentarse de material vegetal. Tras ocho mudas, la fase larvaria en el suelo puede durar hasta cuatro años. Producen pupas al final de la primavera anterior, cuando emerge el adulto. Al ser las raíces y los órganos subterráneos los componentes dañados, pueden perjudicar directamente a los cultivos destruyéndolos, al igual que los granos. Instituto Navarro de Tecnología e Infraestructuras Agrarias (INTIASA. 2019)

- **Pulgones** (*Rhopalosiphum padi*)

Cuando están presentes en grandes cantidades, pueden provocar la muerte prematura de las hojas y su amarilleamiento. Tienen un cuerpo delicado, casi transparente. Cuando se alimentan, liberan gotas de un líquido azucarado llamado melaza, que puede quemar pequeñas manchas en las hojas y favorecer el crecimiento de moho negro (Chicaiza, K. 2019)

El principal problema de esta plaga es el daño que causan inadvertidamente al propagar virus, como el del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), más sensible a las plantas de cebada. Los cultivos de trigo son colonizados por pulgones, que atacan las hojas amarillentas (Agrointegra. 2019).

- **Nematodos**

Debido a la forma de sus cuerpos, los nematodos son un filo de criaturas comúnmente denominadas ascárides. Su principal característica que la diferencia de otros filios de gusanos es que son pseudocelomados, lo que significa que, durante el desarrollo embrionario, su mesodermo sólo invade parcialmente el blastocelo, que queda reducido a espacios intersticiales. Los signos de ataque de los nematodos se manifiestan en secciones concretas de las parcelas contaminadas, creando rodales en los que las plantas crecen lentamente, se asfixian y amarillean; si no mueren en ese momento, producen espiguillas diminutas y malformadas (Paredes, F. 2018)

2.12.2. Enfermedades

- **Roya amarilla** (*Puccinia striiformis*)

Puccinia striiformis es el hongo causante de la roya amarilla, que puede afectar tanto a las espigas como al follaje. Su tono dorado y su crecimiento recto o estriado en el sentido de las venas de las hojas lo definen. Los rendimientos pueden reducirse hasta un 70% debido a este virus. Utilizar cultivares resistentes a este virus es la estrategia más eficaz para combatirlo (Ponce et al. 2020).

Cualquier hoja de la planta puede desarrollar síntomas, pero el tercio medio de las hojas de la planta es el mejor lugar para hacerlo, ya que presentan pústulas evidentes que se extienden de 2 a 4 cm de longitud. En un plazo de 12 a 15 días, la infección puede causar daños totales en las hojas, incluidas las vainas que las recubren. Las variantes susceptibles de la espiga también pueden verse comprometidas por la infestación, provocando la infección de barbas y glumas (Andrade, O. 2019)

La posibilidad de daños por roya amarilla es alta si el exterior de la espiga presenta manchas amarillentas alargadas y el interior de las glumas tiene un polvo amarillo. Esto puede provocar pérdidas de rendimiento de hasta el 50% debido a granos arrugados,

magullados y dañados, y en casos graves, pérdidas de hasta el 100% en variedades susceptibles (Pazmiño, S. 2020).

- **Roya de la hoja** (*Puccinia hordei*)

Esta enfermedad es bastante frecuente cuando la cebada (*Hordeum vulgare* L.) se siembra durante la temporada de lluvias y puede causar grandes pérdidas de rendimiento, de hasta el 50% del grano. Dado que el hongo es un patógeno que prospera en climas fríos y húmedos y se desarrolla a bajas temperaturas, es más frecuente en esta época del año. Los fungicidas pueden regular los intervalos de temperatura en los que germinan las esporas (9-13 °C) y esporulan (12-15 °C), pero hacerlo elevaría los costes de producción y contaminaría gravemente el medio ambiente (Cuéllar, C. 2017).

Las variedades mejoradas son ahora más vulnerables a los efectos perjudiciales de esta enfermedad, que puede reducir el rendimiento hasta un 60% en caso de aparición temprana. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP. 2019)

- **Roya del tallo** (*Puccinia graminis*)

En los tallos, las espiguillas y la superficie de las hojas aparecen pústulas de color marrón oscuro cubiertas de masas de uredosporas. Las pústulas suelen aparecer agrupadas cuando la enfermedad es grave, pero suelen estar dispersas cuando es leve. Antes de la formación de pústulas, puede haber "pecas" y focos de infección palpables que se sienten ásperos al tacto. A medida que las masas de esporas atraviesan la epidermis, los tejidos superficiales empiezan a tener un aspecto áspero y agrietado (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) (CIMMYT. 2020).

- **Carbón desnudo** (*Ustilago sp*)

Diferentes géneros de *Ustilago* son responsables de causar carbones desnudos de los cereales, que dañan el trigo, la cebada, la avena, el triticale y el centeno. Los géneros más comunes son *Ustilago tritici* (Pers.) Jensen, *Ustilago nuda* (Jensen) Rostrup y *Ustilago avenae* (Pers.) Rostrup, que atacan al trigo, la cebada y la avena,

respectivamente. Se trata de enfermedades que se propagan por semillas, y la morfología de los granos infectados es la misma que la de las semillas sanas. *Ustilago* sp. infecta sistémicamente a sus plantas huésped. Se propaga a través del micelio latente que contienen los granos. Bajo el punto de crecimiento, las hifas se desarrollan intercelularmente y perforan raíces, hojas y primordios de espigas (Zúñiga, J. 2018)

- **Carbón vestido** (*Ustilago hordei*)

Actúa de forma muy parecida al tizón del trigo; los granos se cargan de polvo negro, pero las espigas atacadas parecen normales por fuera. Las esporas que contienen los granos contaminados se filtran en las plántulas e invaden las regiones de crecimiento cuando se siembran (Infoagro. 2020)

- **Virus del enanismo amarillo (BYDV)**

Aparecen primero en las hojas más viejas, rígidas y amarillentas de las plantas jóvenes. Puede aparecer una mancha rígida en el extremo de la hoja cuando el borde se enrosca y se necrosa. Las plantas con infecciones tempranas se ponen erectas, se enanizan y pierden color (CIMMYT. 2017).

El único miembro del género Luteovirus, cuyo nombre procede del latín luteus, que significa amarillar, es el BYDV, un miembro tipo de la familia Luteoviridae. La enfermedad prospera a temperaturas de unos 18 °C, y los síntomas empiezan a manifestarse 14 días después de la infección (Luna, E. 2019).

- **Fusarium** (*Fusarium spp.*)

Los síntomas pueden identificarse con facilidad buscando síntomas de la infección en las estructuras florales, como una masa de color rosa salmón llamada macroconidios, y examinando el blanqueamiento de las espiguillas. Esta peligrosa enfermedad disminuye la germinación y el rendimiento de las semillas, pero también perjudica la calidad alimentaria del grano y sus subproductos porque se produce una contaminación por micotoxinas.

Fusarium produce una toxina conocida como vomitoxina, o deoxinivalenol (DON), que es perjudicial para la salud humana y animal (Carmona, M. 2017)

Tras la cosecha, los granos infectados tendrán una coloración entre blanco rosado y marrón claro y un aspecto algo borroso. Las infecciones tempranas suelen provocar la muerte de los floretes y el no desarrollo del grano, pero las infecciones posteriores hacen que los granos se arruguen. El desarrollo del grano no se ve afectado si la infección se produce después de la carga del grano, pero el hongo sigue ahí y los niveles de DON pueden aumentar hasta niveles peligrosos (INIA. 2020).

2.13. Fertilización

Se aconseja aplicar dos bolsas de 18-46-0 más una bolsa de Sulpomag por hectárea al voleo o en surcos de siembra a los suelos de la provincia de Bolívar después del maíz. Esparcir tres bolsas de urea por hectárea en suelo húmedo después de 60 días de la siembra, o hasta que las malezas estén bajo control (Monar, C. 2018)

2.13.1. Nitrógeno

Al principio de la vida del cultivo es el mejor momento para aspirar a rendimientos muy altos y "sacar el máximo partido" al abono. Es importante dejar claro que éste es sólo un componente de la fertilización y que otros parámetros edáficos y el equilibrio con otros nutrientes también intervienen en la expresión del potencial productivo del cereal. Sin entrar en demasiados detalles, se puede anticipar una muy buena respuesta a la fertilización si el abono nitrogenado se utiliza en el momento de la siembra, poco después de la siembra o incluso hasta el ahijamiento. Esto se basa en un perfil de humedad satisfactorio. (Pepa, G. 2017)

2.13.2. Fósforo

La mayor parte de la ingesta de fósforo se produce durante el inicio de la vegetación y está correlacionada con la de nitrógeno. Refuerza la resistencia de la cebada al frío invernal y tiene un impacto significativo en la producción de grano. Cuando hay poco

fósforo en el suelo, aplicar pequeñas cantidades de fosfato en la línea de siembra puede ser bastante eficaz para producir rendimientos comparables a dosis aplicadas al voleo dos o tres veces superiores. (Agrointegra. 2019)

Dado que la cebada suele plantarse en suelos calcáreos, el fósforo no se elimina por lavado, sino que retrocede en un porcentaje significativo, pasando a formas no asimilables. Esto es especialmente significativo. ([http://www.infoagro.com/herbáceos/..html](http://www.infoagro.com/herbáceos/))

2.13.3. Potasio

Además de mejorar el valor cervecero de la cebada y actuar como activador de la fotosíntesis y regulador de las sustancias químicas de reserva, el potasio es necesario para el crecimiento de la planta y repercute en el peso y el tamaño del grano. También aumenta la producción de nitrógeno en más de un 50%. ([http://www.fertiberia.com/es/agricultura/.html](http://www.fertiberia.com/es/agricultura/))

2.14. Mejoramiento genético de la cebada

The process of obtaining germplasm with improved traits, such as increased yield, quality, and tolerance to abiotic stresses, is known as genetic improvement. Put differently, the goal of genetic improvement is to develop more productive germplasm that can meet demand in various industries, including industrialization, the production of food for humans and animals, etc (Rivas, M. 2019).

En las últimas décadas, la mejora genética de la cebada de dos carreras se ha centrado en diversos aspectos, como la resistencia a las enfermedades, el rendimiento, la calidad del grano y la tolerancia a los desafíos bióticos y abióticos sin comprometer la calidad de la malta. La recolección de cultivares plantados por agricultores que se adaptaban a las circunstancias ambientales dominantes, en suelos pobres y con tecnología inadecuada, marcó el inicio de la mejora genética.

Estos cultivares se eligieron en función de su capacidad de adaptación a las condiciones ambientales dominantes (Llasca et al. 2020).

2.15. Cebada forrajera o harinera

El tamaño del grano y el % de proteínas son los dos factores más determinantes de la calidad de la malta cervecera. En la expresión de la calidad influyen fundamentalmente las proteínas, cuya composición está vinculada al proceso enzimático conocido como hidrólisis del almidón. La actividad de la diastasa disminuirá con un contenido bajo de proteínas, pero disminuirá proporcionalmente con una cifra demasiado elevada en lo que se refiere al contenido de hidratos de carbono. La industria cervecera especifica que el nivel de proteínas debe situarse entre el 10% y el 12% como mínimo (Canal, G. 2017).

2.15.1. Físicas

- ❖ Grano esférico, grueso y de tamaño uniforme, de color amarillo claro.
- ❖ Una cáscara blanda y ondulada.

2.15.2. Bioquímicas

- ❖ Periodo de latencia escaso o nulo
- ❖ Gran absorción de agua
- ❖ Capaz de producir la mayor cantidad de malta por unidad de peso de cebada al germinar uniforme y rápidamente. Esto debería dar como resultado un grano de malta máximo y uniformemente disgregado.

(<http://www.agromonegros.com/calidad-cervecera-de-la-cebada.html>)

2.16. Variedades de cebada

- **Ficha técnica INIAP-DORADA 71**

Características Agronómicas	INIAP-DORADA 71
Altura de planta	110 cm
Ciclo del cultivo (días)	150
Días al espigamiento	80
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1818 – 5227
Peso 1000 granos (g)	40
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	60 – 65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Moderada
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-DUCHICELA 78**

Características Agronómicas	INIAP-DUCHICELA 78
Altura de planta	110 – 120 cm
Ciclo del cultivo (días)	160
Días al espigamiento	90
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1410 – 5730
Peso 1000 granos (g)	50 – 55
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	60 – 65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Resistente
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-TERAN 78**

Características Agronómicas	INIAP-TERAN 78
Altura de planta	95 – 105 cm
Ciclo del cultivo (días)	145
Días al espigamiento	80
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1500 – 5400
Peso 1000 granos (g)	40 – 50
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	60 – 65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Moderada
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-SHYRI 89**

Características Agronómicas	INIAP-SHYRI 89
Altura de planta	100 – 105 cm
Ciclo del cultivo (días)	154
Días al espigamiento	84
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1533 – 4937
Peso 1000 granos (g)	52 – 54
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	61 – 64
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Tolerante
Roya de la Hoja	Tolerante
Escaldadura	Tolerante
Carbón	Susceptible

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP- CALICUCHIMA 92**

Características Agronómicas	INIAP-CALICUCHIMA 92
Altura de planta	70 – 115 cm
Ciclo del cultivo (días)	150
Días al espigamiento	80
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1676 – 5448
Peso 1000 granos (g)	35 – 45
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	60 – 65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Resistente
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP- ATAHUALPA 92**

Características Agronómicas	INIAP-ATAHUALPA 92
Altura de planta	70 – 100 cm
Ciclo del cultivo (días)	155
Días al espigamiento	80
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1560 – 3600
Peso 1000 granos (g)	35 – 48
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	65 – 69
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Tolerante
Roya de la Hoja	Tolerante
Escaldadura	Tolerante
Carbón	Tolerante

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-SHYRI 2000**

Características Agronómicas	INIAP-SHYRI 2000
Altura de planta	110 cm
Ciclo del cultivo (días)	179
Días al espigamiento	88
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	7000
Peso 1000 granos (g)	60
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	63 – 65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Resistente
Escaldadura	Resistente
Carbón	Susceptible

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-QUILOTOA 2003**

Características Agronómicas	INIAP-QUILOTOA 2003
Altura de planta	95 – 105
Ciclo del cultivo (días)	175
Días al espigamiento	88
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	3100
Peso 1000 granos (g)	35
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	63 – 65
Color del grano	Amarillo pálido
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Resistente
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-CAÑARI 2003**

Características Agronómicas	INIAP-CAÑARI 2003
Altura de planta	90 – 100 cm
Ciclo del cultivo (días)	170
Días al espigamiento	84
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	2900
Peso 1000 granos (g)	35
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	60 – 65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Tolerante
Roya de la Hoja	Resistente
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-CAÑICAPA 2003**

Características Agronómicas	INIAP-CAÑICAPA 2003
Altura de planta	110 – 130 cm
Ciclo del cultivo (días)	170 – 180
Días al espigamiento	85 – 90
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	3000 – 5000
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Resistente
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-PACHA 2003**

Características Agronómicas	INIAP-PACHA 2003
Altura de planta	100 - 110 cm
Ciclo del cultivo (días)	160
Días al espigamiento	85
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	4500
Peso 1000 granos (g)	63
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	61 – 65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Resistente
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-GUARANGA 2010**

Características Agronómicas	INIAP-GUARANGA 2010
Altura de planta	2800 – 3200
Ciclo del cultivo (días)	170
Días al espigamiento	104
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	2700 – 3600
Peso 1000 granos (g)	52
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	63 – 65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Resistencia parcial
Escaldadura	--
Carbón	--

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-PALMIRA 2014**

Características Agronómicas	INIAP-PALMIRA 2014
Altura de planta	90 – 110 cm
Ciclo del cultivo (días)	160
Días al espigamiento	80
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1350 – 2700
Peso 1000 granos (g)	40
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistencia parcial
Roya de la Hoja	Resistencia parcial
Escaldadura	--
Carbón	--

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-ÑUSTA 2016**

Características Agronómicas	INIAP-ÑUSTA 2016
Altura de planta	90 – 100 cm
Ciclo del cultivo (días)	120
Días al espigamiento	70
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	4050
Peso 1000 granos (g)	45
Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	65
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Tolerante
Roya de la Hoja	Tolerante
Escaldadura	Tolerante
Carbón	--

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica INIAP-ALFA 2021**

Características Agronómicas	INIAP-ALFA 2021
Altura de planta	90 – 100 cm
Ciclo del cultivo (días)	160 – 180
Días al espigamiento	75 – 80
Rendimiento (kg ha)	3.5 t/ha
Altura m.s.n.m	2 000 – 3 200
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Resistente
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica CLIPPER**

Características Agronómicas	CLIPPER
Altura de planta	85 – 100 cm
Ciclo del cultivo (días)	150 – 160
Días al espigamiento	75 – 80
Rendimiento (kg ha)	0.8 t/ha
Peso 1000 granos (g)	50 – 55
Peso hectolítrico (kg hl-1)	60 – 65
Color del grano	Amarillo pálido
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistente
Roya de la Hoja	Resistente
Escaldadura	Resistente
Carbón	Resistente

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica METCALFE**

Características Agronómicas	METCALFE
Numero de hileras	2
Días a la floración (dds)	100
Altura de planta	80 cm
Numero de macollos	6
Vigor	Bueno
Rendimiento (t/ha)	4 t/ha
Peso hectolítrico (kg/hl)	64
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistencia parcial
Roya de la Hoja	Resistencia parcial
Escaldadura	Resistencia parcial

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

- **Ficha técnica SCARLET**

Características Agronómicas	SCARLET
Numero de hileras	2
Días a la floración (dds)	110
Altura de planta	75 cm
Numero de macollos	6
Vigor	Bueno
Rendimiento (t/ha)	4 t/ha
Peso hectolítrico (kg/hl)	68
Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistencia parcial
Roya de la Hoja	Resistencia parcial
Escaldadura	Resistencia parcial

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización del experimento**

Provincia.	Bolívar
Cantón.	Guaranda
Parroquia.	Veintimilla
Sitio.	Granja experimental Laguacoto III.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud	2622 msnm
Latitud	01°36,52" S.
Longitud	78°59,54" W.
Temperatura máxima	21°C.
Temperatura mínima	7°C.
Temperatura media anual	14.4°C.
Precipitación media anual	980mm.
Heliofanía media anual	900/h/l/año.
Humedad relativa media anual	70%.
Velocidad del viento	6m/s

Fuente: Estación Meteorológica Laguacoto II. UEB 2021.

- **Zona de vida.**

La localidad de estudio de acuerdo a la zona de vida de Holdrige, L. citada por Cañadas (1999), se encuentra en el bosque seco Montano Bajo (bs – MB).

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

Variedades de cebada

3.2.2. Factores en estudio

18 variedades de cebada

3.2.3. Tratamientos

Se consideró como tratamiento a cada una de las variedades de cebada de acuerdo al siguiente detalle:

Tratamiento	Código
T1	INIAP-DORADA 71
T2	INIAP-DUCHICELA 78
T3	INIAP-TERAN 78
T4	INIAP-SHYRI 89
T5	INIAP-CALICUCHIMA 92
T6	INIAP-ATAHUALPA 92
T7	INIAP-SHYRI 2000
T8	INIAP-QUILOTOA 2003
T9	INIAP-CAÑARI 2003
T10	INIAP-CAÑICAPA 2003
T11	INIAP-PACHA 2003
T12	INIAP-GUARANGA 2010
T13	INIAP-PALMIRA 2014
T14	INIAP-ÑUSTA 2016
T15	INIAP-ALFA 2021
T16	CLIPPER
T17	METCALFE
T18	SCARLET

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) 18 x 3

3.2.5. Manejo del experimento en campo o laboratorio

- **Preparación del suelo**

La preparación del suelo se efectuó 15 días antes de la siembra, se realizó un arado de discos y un pase de rastra, ya que es importante para que el suelo este más suelto y poder tener un mejor desarrollo del cultivo de cebada.

- **Siembra**

La siembra se realizó al voleo, en cada parcela experimental, se utilizó de fondo el fertilizante 18-46-0 y sulpomag a razón de 150 kg/ha, después se procedió a la siembra respectiva de las 18 variedades en cada unidad experimental, se utilizaron 18 g de semilla, en una densidad de siembra de 180 kg/ha.

- **Control químico de malezas**

Para evitar las malezas de hoja ancha, se utilizó un herbicida selectivo (Metsulfurón metil 60%), en una dosis de 1 g/20 l de agua, el cual se aplicó directamente sobre el follaje con una boquilla de abanico a los 20 días después de la siembra (dds).

- **Fertilización complementaria**

Para la fertilización se aplicó UREA en una dosis de 100 Kg/ha al voleo, que fue distribuido en dos momentos: el 50% a los 30 dds y el restante 50% a los 60 dds.

- **Cosecha**

Se realizó de manera diferenciada una vez que los materiales alcanzaron su madurez comercial para lo cual se evaluó cada semana. Cuando la espiga presente un color café claro y el grano seco al 13% de humedad se procedió al corte manual con una hoz.

- **Trilla**

La trilla se realizó con la ayuda de una maquinaria proporcionada por el programa de semillas. El grano trillado se almacenó en un saco limpio con su debida etiqueta

- **Aventado**

Esta labor, se realizó de forma manual con la ayuda o fuerza del viento y se complementó con una limpiadora experimental del Programa de Semillas

- **Secado**

Se efectuó un secado natural en un tendal hasta cuando, el grano presentó un 13% de humedad.

- **Almacenamiento**

El germoplasma de cebada previamente etiquetado, secado y limpiado, se almacenó en unos envases adecuados en la planta de semillas con el fin de evitar daños en post cosecha por roedores y gorgojos.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)**

Variable que se evaluó en porcentaje a los 15 días después de la siembra, por medio de una observación directa, en cada unidad experimental.

- **Vigor de la planta (VP)**

Este parámetro se evaluó de forma visual, en la etapa de desarrollo y se determinó de acuerdo a la siguiente escala:

1. Bueno
3. Regular
5. Malo (Ponce, L. 2019)

- **Hábito de crecimiento (HC)**

Variable que se registró a través de una observación directa, en toda la etapa macollamiento, con base a la siguiente escala:

1. Erecto
2. Intermedio (Semierecto o semipostrado)
3. Postrado (Ponce, L. 2019)

- **Días al espigamiento (DE)**

Se evaluó de forma visual, en días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de la parcela total, tuvieron espigas completas (IPGRI. 2017)

- **Evaluación de enfermedades foliares**

Se realizó evaluaciones cuantitativas y cualitativas de la incidencia y severidad de roya amarilla, (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja, (*Puccinia hordei*), en plena fase de floración.

Estas evaluaciones se realizaron en cada parcela neta, las royas se evaluaron en cuanto a la severidad (% de infección en las plantas) y en la respuesta de campo (tipo de reacción, a la enfermedad). La severidad se evaluó basándose en porcentaje de acuerdo a la escala de COBB modificada; según el siguiente detalle:

REACCIÓN SINTOMAS Y SIGNOS

0	Ningún síntoma visible en la planta
R	Resistente: Clorosis o necrosis visibles sin presencia de uredias
MR	Moderadamente resistente: Pequeñas uredias rodeadas por áreas cloróticas o necróticas.
M	Intermedia: Uredias de variados tamaños algunas con clorosis, necrosis o ambas.
MS	Moderadamente Susceptibles: uredias de tamaño medio posiblemente rodeadas clorosis.
S	Susceptibles: grandes uredias generalmente con poca o ninguna clorosis, ni necrosis.

Fuente: CIMMYT. 1996.

A partir de la fase de embuchamiento hasta el estado masoso duro en la parcela neta se realizaron evaluaciones cualitativas de las enfermedades foliares causadas por: Virus (BYDV), escaldaduras (*Richosporium secalis*), de acuerdo a la siguiente escala;

- 1 a 3: Resistente.
- 4 a 6: Medianamente resistente.
- 7 a 9: Susceptible (CIMMYT. 2014)
- **Incidencia de fusarium (IF)**

Para la variable incidencia del fusarium (*Fusarium spp.*), se procedió a evaluar por medio de la observación directa, determinando el número de plantas afectadas, al momento de la madurez comercial, y sus datos se expresaron en porcentaje.

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{número de plantas afectadas}}{\text{número de plantas evaluadas}} \times 100$$

- **Altura de Planta (AP)**

Se evaluó una vez que el cultivo estuvo en madurez fisiológica, en 10 plantas seleccionadas al azar de cada parcela neta. Con un flexómetro se midió la altura total de la planta en cm desde la corona del tallo hasta la última espiguilla de la espiga (INIAP. 2017).

- **Tipo de paja (TP)**

Este parámetro se evaluó de forma visual, en la etapa de desarrollo y se determinó de acuerdo a la siguiente escala:

1. Tallo fuerte
2. Tallo intermedio
3. Tallo débil (Ponce, L. 2019)

- **Peso total g/parcela (RT)**

Una vez que se realizó la trilla, la cebada de cada parcela neta se pesó en una balanza digital y se expresó en g/parcela.

- **Rendimiento kg/ha al 13% de humedad (RH)**

El rendimiento Kg/ha al 13% de humedad, se calculó mediante la siguiente relación matemática

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

PCP= Peso de Campo por Parcela en Kg.

ANC= Área neta cosechada en m².

HC= Porcentaje de Humedad de cosecha (%)

HE= Porcentaje de Humedad Estándar (13%)

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

- **Peso Hectolítrico (PH)**

Se evaluó, en cada una de las 54 parcelas experimentales, utilizando una muestra de cebada previamente secada, limpiada, se utilizó una balanza de peso hectolítrico y se expresó los resultados en Kg/hl.

- **Tipo de grano (TG)**

Una vez que el grano fue secado, mediante observación directa se determinó el tipo de grano según la siguiente escala:

***: Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema.

** : Grano mediano, redondo, blanco o amarillo

*: Grano mediano, alargado, crema o amarillo

+: Grano pequeño, delgado, manchado, chupado. (Ponce, L. 2019)

3.2.7. Análisis de datos

✓ Análisis de varianza (ADEVA); según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de Libertad	C M E*
Bloques (r-1)	2	$\sigma^2 + 18\sigma^2$ bloques
Tratamientos (t-1)	17	$\sigma^2 + 3\theta^2 t$
E. Experimental (t-1) (r-1)	34	$\sigma^2 +$
TOTAL (t x r) – 1	53	

✓ Prueba de Tukey al 5% cuando el Fisher sea significativo.

✓ Análisis de correlación y regresión lineal.

CAPÍTULO IV

4. Resultados y Discusión

4.1. Caracteres morfológicos

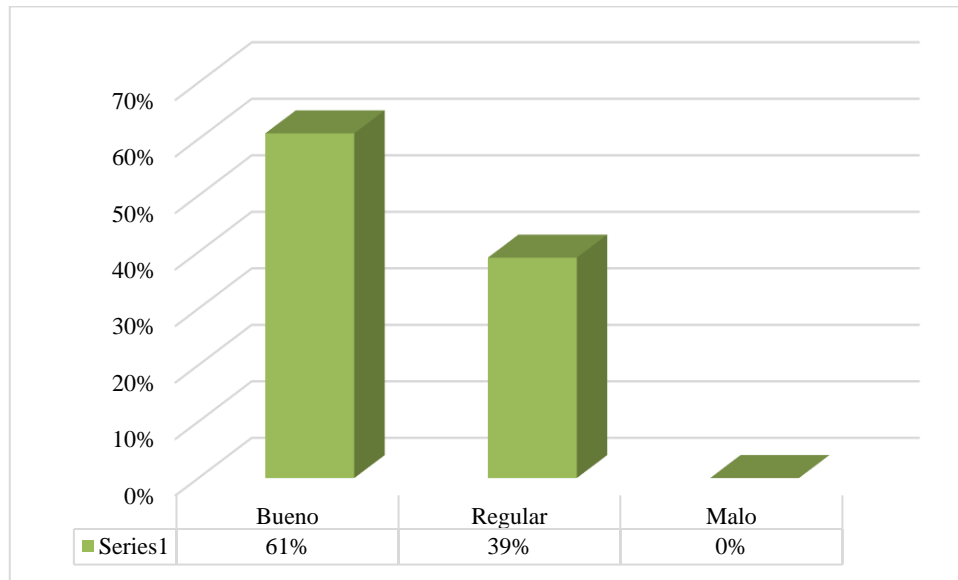
Tabla 1.

Resultados de la caracterización morfológica de 18 variedades de cebada en las variables: Vigor de la planta (VP), Hábito de crecimiento (HC), Tipo de Paja (TP), Tipo de grano (TG).

Descriptor	Frecuencia	Porcentaje
Vigor de la planta (VP)		
1. Bueno	11	61 %
2. Regular	7	39 %
3. Malo	0	0 %
Total	18	100 %
Hábito de crecimiento (HC)		
1. Erecto	3	17 %
2. Intermedio (Semierecto)	15	83 %
3. Postrado	0	0 %
Total	18	100 %
Tipo de paja (TP)		
1. Tallo fuerte	7	39 %
2. Tallo intermedio	11	61 %
3. Tallo débil	0	0 %
Total	18	100 %
Tipo y color del grano (TCG)		
Grano grande, grueso, redondo, blanco y crema	1	6 %
Grano mediano, redondo, blanco o amarillo	8	44 %
Grano mediano, alargado crema o amarillo	9	50 %
Total	18	100%

Figura 1.

Vigor de la planta (VP)



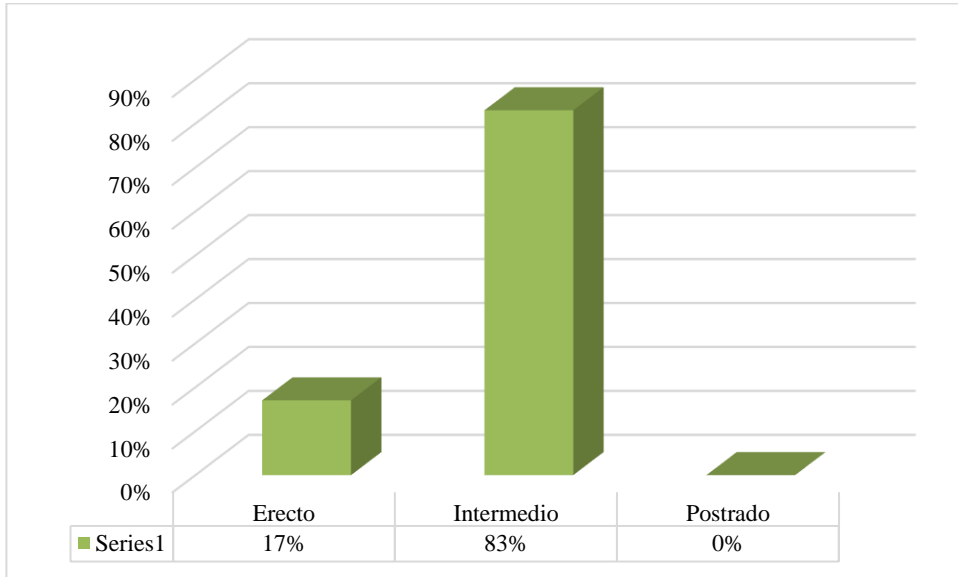
En la localidad de Laguacoto III, de las 18 variedades de cebada en estudio, un 61% presentaron un vigor de la planta bueno, mientras que el 39% restante presentó un vigor regular. (Tabla 1 y Figura 1)

Estos resultados son superiores a los reportados por (Guambugete, 2022) en la que obtuvo un 17 % con un vigor bueno, el 50% presentó plantas de vigor regular, mientras que el 33 % restante registró un vigor malo.

Según Hernández & Zamora (2016) indican que las condiciones ambientales para el vigor de la planta y desarrollo del cultivo son fundamentales, es especial en época de fuertes lluvias ya que esto favorece al acame de plantas. Para el vigor de la planta es clave realizar un proceso adecuado de la preparación del suelo y de un buen manejo en el control de la calidad de la semilla.

Figura 2.

Hábito de crecimiento (HC)



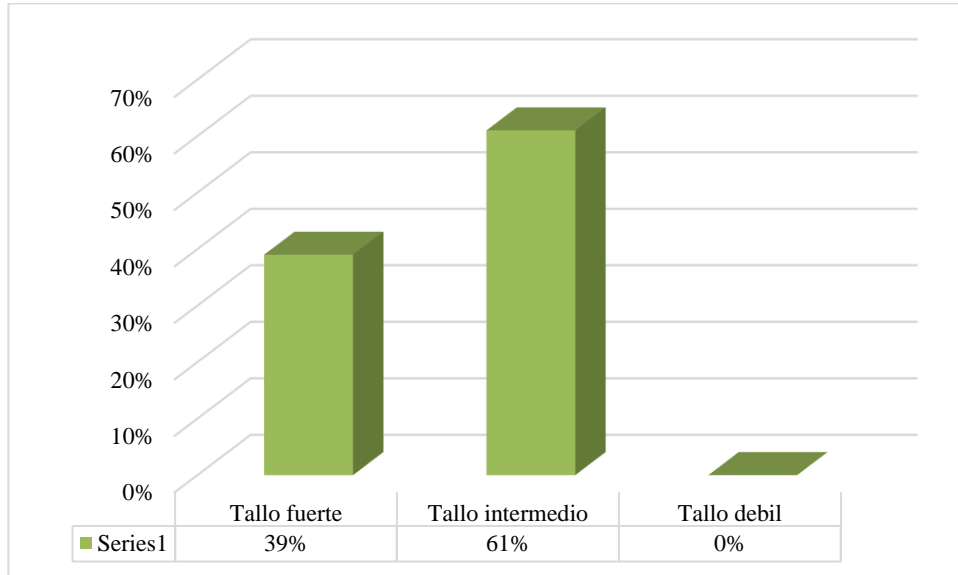
De las 18 variedades de cebada en estudio, un 17% presentó un hábito de crecimiento erecto, mientras que el 83% de las variedades restantes presentó hábito de crecimiento Intermedio. (Tabla 1 y Figura 2)

Este descriptor es varietal y quizá dependió también de su interacción genotipo ambiente. En zonas de mucho viento se prefiere variedades de crecimiento erecto y buena resistencia al acame de tallo.

Los resultados obtenidos en este ensayo no son similares a los resultados encontrados al evaluar 18 accesiones de cebada del INIAP en Naguan – San Lorenzo. Estos resultados nos determinan que esta variable es una característica varietal y en general podemos mencionar que las variedades de tipo erecto podrían facilitar de una mejor manera las labores de cosecha, para el corte, ya sea manual o mecanizado.

Figura 3.

Tipo de paja (TP)



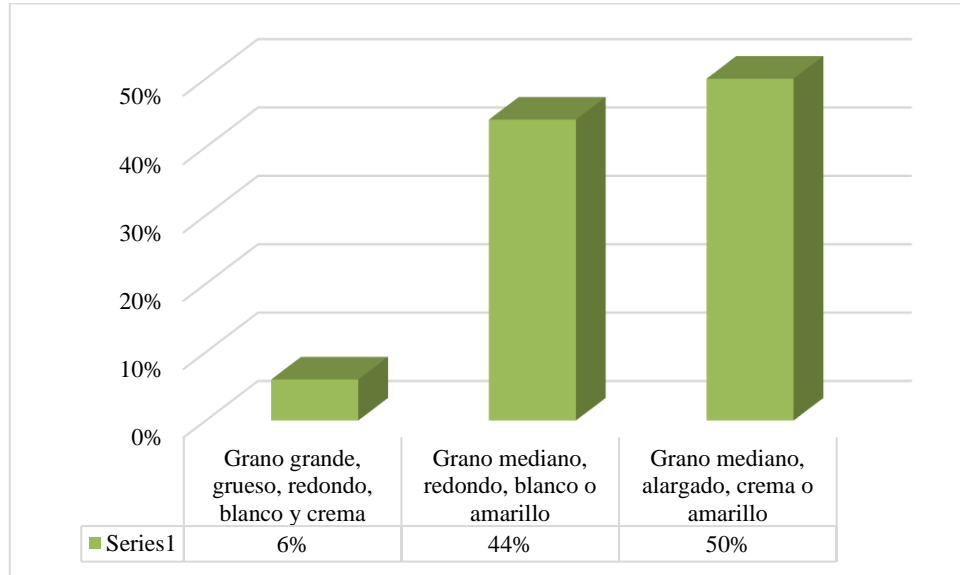
En el descriptor varietal Tipo de paja evaluado en las 18 variedades de cebada, se determinó que el 39% de las variedades presentó un tallo fuerte, mientras que el 61% de las variedades presentó un tallo intermedio. (Tabla 1 y Figura 3)

El tipo de paja es un parámetro genético, el cual se puede relacionar con la altura de planta y tamaño de la espiga y se puede ver afectado por los factores como fertilización, precipitaciones, condiciones climáticas, sequias, densidad de siembra.

En la zona del callejón interandino; y en nuestra provincia en particular; se presentan vientos de más de 20 km/h en ciertas épocas del año, razón por la cual tener plantas con tallos fuertes es indispensable para no perder las cosechas, relacionados a un excesivo índice de acame del cultivo; lo cuál dificulta el labor de cosecha y deteriora la calidad del grano.

Figura 4.

Tipo y color del grano (TCG)



Para el atributo tipo y color del grano, el 6% de las variedades de cebada presentaron un grano grande, grueso, redondo, blanco y crema, el 44% presentó un grano mediano, redondo, blanco o crema, y el 50 % restante se evidenció variedades con grano mediano, alargado, crema o amarillo. (Tabla 1 y Figura 4)

El color del grano es una característica varietal muy importante, en el proceso de mejoramiento genético para producir nuevas variedades con un color de grano aceptable para los agricultores y para los mercados locales, nacionales.

En el presente estudio las condiciones climáticas fueron adversas durante el ciclo del cultivo y cosecha; razón por la cual las variedades estuvieron condicionadas a expresar su potencial genético de producción; evidenciando una grande baja de calidad en su tamaño y color.

4.2. Variables agronómicas

Tabla 2.

Resultados estadísticos para comparar los promedios de las variables agronómicas: Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Días al espigamiento (DE), Reacción de enfermedades foliares (REF), Incidencia de fusarium (IF), Altura de planta (AP), Peso total en g/parcela (PT), Rendimiento kg/ha al 13% de humedad (RH), Peso Hectolítrico (PH). Laguacoto 2023.

Trat.	PEC (NS)	DE (NS)	REF (**)	IF	AP (**)	RT (**)	RH (**)	PH (**)	
T1	60,00	A 84	A 35,00	ABC 0	85,67	A 144,11	CD 1498,2	CD 52,08	F
T2	80,00	A 82	A 18,33	CD 0	85,67	A 289,35	ABC 2956,4	ABC 63,27	BCDE
T3	60,00	A 80	A 60,00	A 0	82,67	AB 155,57	BCD 1598,8	CD 57,43	EF
T4	70,00	A 78	A 53,33	AB 0	75,33	ABC 157,15	BCD 1612,6	BCD 60,63	BCDE
T5	56,67	A 81	A 16,67	CD 0	74,00	ABC 224,83	ABCD 2309,3	ABCD 59,80	CDE
T6	50,00	A 83	A 15,00	CD 0	60,33	CDE 131,87	CD 1322,0	CD 73,28	A
T7	70,00	A 79	A 16,67	CD 0	75,33	ABC 221,58	ABCD 2271,9	ABCD 62,72	BCDE
T8	66,67	A 73	A 15,00	CD 0	63,00	CDE 323,23	AB 3335,6	AB 59,87	CDE
T9	71,67	A 76	A 23,33	CD 0	70,00	BCD 216,36	ABCD 2214,0	ABCD 61,12	BCDE

T10	68,33	A	85	A	8,33	D	0	75,67	ABC	150,05	CD	1545,8	CD	58,07	DEF
T11	83,33	A	77	A	15,00	CD	0	70,33	ABCD	232,26	ABCD	2366,2	ABCD	63,40	BCDE
T12	63,33	A	85	A	21,67	CD	0	66,00	CDE	189,90	ABCD	1935,4	ABCD	65,48	BCD
T13	66,67	A	76	A	20,00	CD	0	70,33	ABCD	337,42	A	3457,9	A	67,65	AB
T14	53,33	A	83	A	20,00	CD	0	66,00	CDE	158,15	BCD	1581,5	CD	73,27	A
T15	70,00	A	85	A	26,67	CD	0	66,33	CDE	245,76	ABCD	2544,7	ABCD	61,68	BCDE
T16	56,67	A	82	A	40,00	ABC	0	56,67	DE	84,51	D	852,8	D	63,20	BCDE
T17	56,67	A	85	A	33,33	BCD	0	55,67	E	91,81	D	929,9	D	67,30	ABC
T18	66,67	A	84	A	16,67	CD	0	54,00	DE	152,18	CD	1557,8	CD	63,27	BCDE
MG	65,0 %		81 días		25,28		0	69,61 cm		194,78 g		1993,9 kg/ha		62,97	
C.V.	20,40 %		6,79 %		33,98 %		0	7,22 %		28,42 %		28,20 %		3,95 %	

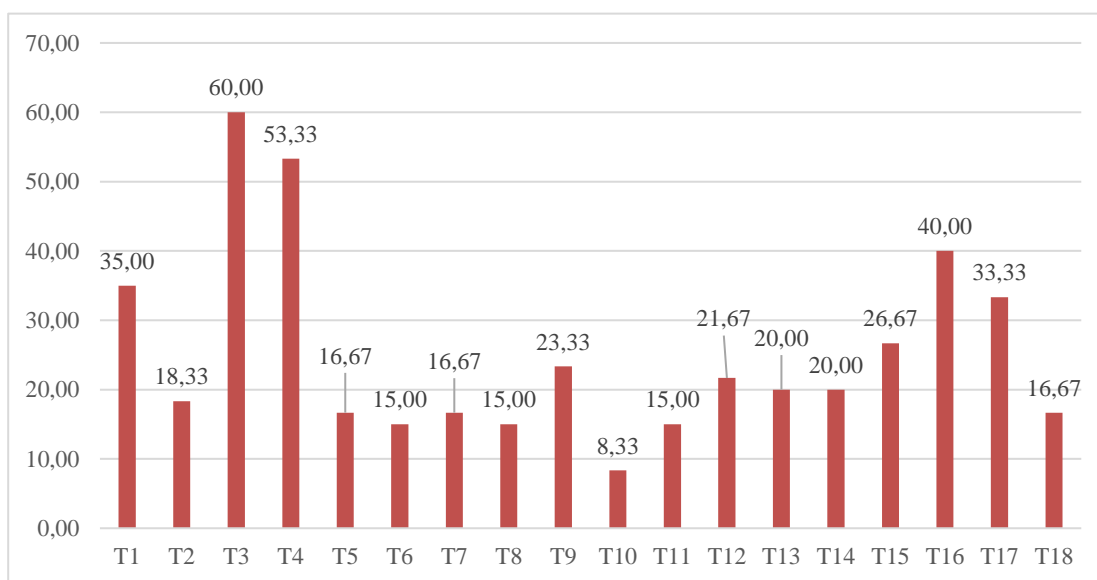
Nota: Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 5%. NS = No Significativo, *= significativo, ** = Altamente significativo al 1%, R= Rango, MG= Media General, CV = Coeficiente de Variación

4.2.1. Variedades de cebada

La respuesta de las 18 variedades de cebada, en la zona agroecológica de Laguacoto III, en las variables; Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Días al espigamiento (DE), Reacción a enfermedades foliares (REF), Incidencia de fusarium (IF), no presentaron diferencias estadísticas (NS); mientras que las variables: Altura de planta (AP), Peso total en g/parcela (PT), Rendimiento kg/ha al 13% de humedad (RH), Peso Hectolítrico (PH), se evidencia que presentan una diferencia altamente significativa (**). (Tabla 2)

Figura 5.

Reacción de enfermedades foliares (Roya Amarilla)



La incidencia y severidad de Roya amarilla (*Puccinia striiformis*) registró una media general de 25,28% que equivale a Moderadamente Resistente de acuerdo a la escala propuesta por el CIMMYT y citada por el INIAP.

Según los datos registrados para la incidencia de la enfermedad de roya amarilla, los promedios más altos se registraron en los tratamientos T3 (INIAP-TERAN 78) con 60.00 y T4 (INIAP-SHYRI 89) con 53.33; las que fueron más susceptibles a esta

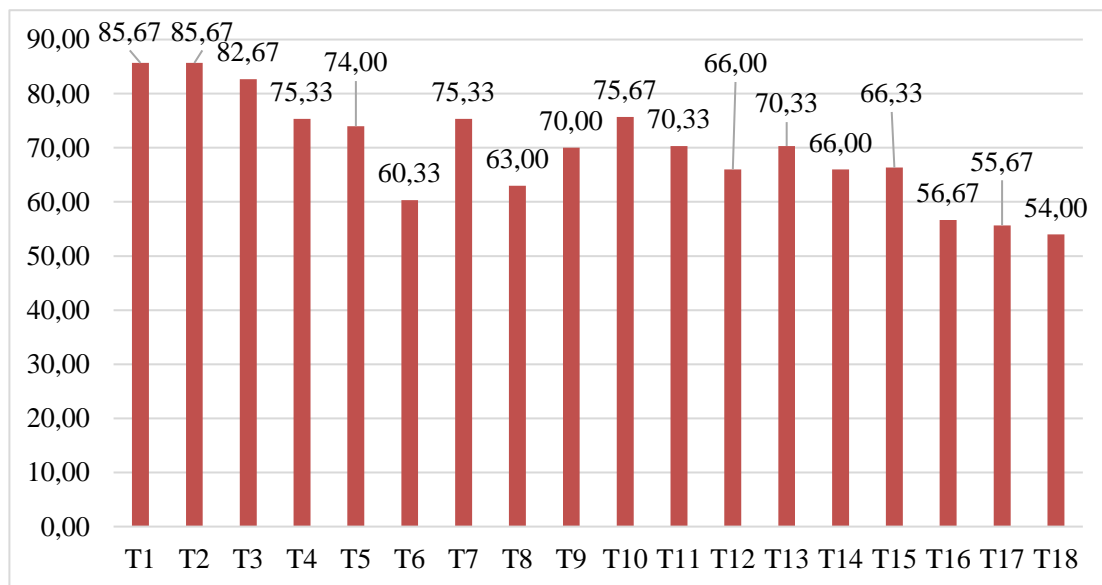
enfermedad, mientras que el T10 (INIAP-CAÑICAPA), se evidenció que fue resistente, con 8.33. (Tabla 2 y Figura 5)

Se debe tener mayor en cuenta los tratamientos, T5. T10 y T12; que, aunque son variedades antiguas podrían ser una nueva base genética para nuevos procesos de mejoramiento de cebada, adecuada para la zona agroecológica en estudio; pudiendo inferir que estos han establecido un nuevo sistema de defensa ante la enfermedad.

Las enfermedades foliares en general a más de los atributos varietales dependen de su interacción genotipo- ambiente, así como la cantidad de precipitación, variaciones de temperaturas, genética del germoplasma, disponibilidad de nutrientes entre ellos los principales.

Figura 6.

Altura de Planta (AP)



La respuesta de las variedades de cebada en relación a la variable AP fue muy diferente (***) en la localidad de Laguacoto III. (Tabla 2)

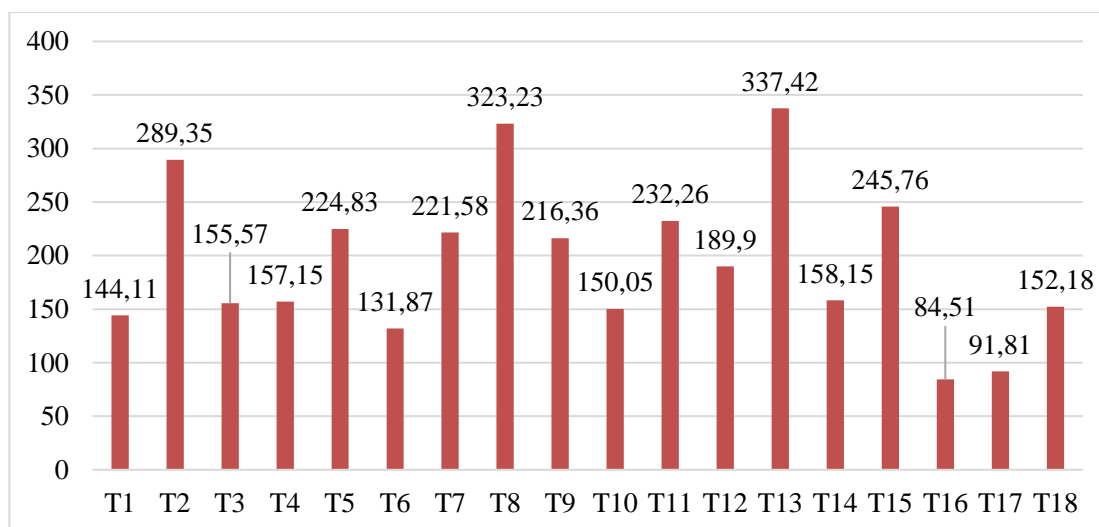
Para la altura de planta de las 18 variedades de cebada se determinó una media general de 69.61 cm, con un C.V. de 7.22. Se evidenció que los tratamientos T1 (INIAP-

DORADA 71) y el T2 (INIAP-DUCHICELA) presentaron el mayor promedio de altura de planta con 85.67 cm. Por el contrario la más baja se registró en el T17 (METCALFE), con 54 cm. (Tabla 2 y Figura 6)

La altura de plantas es un carácter varietal muy importante porque tiene una correlación directa con el porcentaje de acame del tallo y raíz y en zonas agroecológicas de nuestra provincia donde se tiene una alta incidencia y frecuencia de vientos (hasta 35 km/h), es recomendable disponer de variedades de altura intermedia (menores a 1 m) y de ciclo precoz.

Figura 7.

Peso total g/parcela (PT)



De acuerdo a los resultados obtenidos se evidenció diferencias altamente significativas en la variable peso total g/parcela, registrando una media general de 194,78 g y un coeficiente de variación de 28,42%.

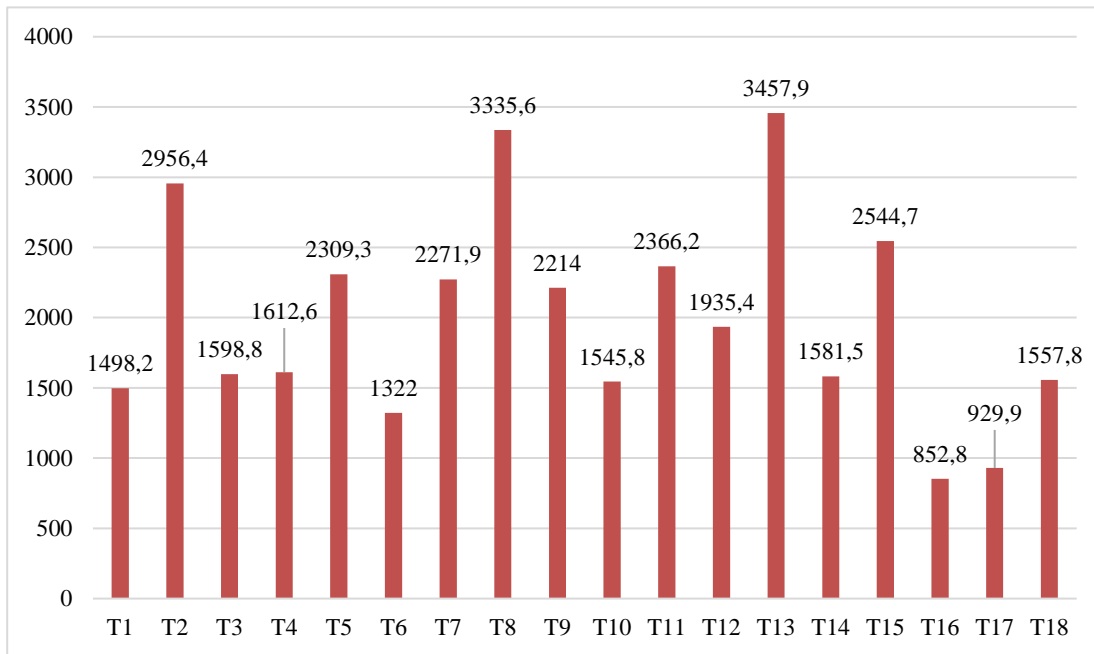
Para el peso de campo cebada evaluado en g/parcela, se determinó que el tratamiento T13 (INIAP-PALMIRA 2014) con 337,42 g/parcela, presentó el mayor promedio, mientras que el peso más bajo se registró en el T16 (CLIPPER) con 84,51 g/parcela. (Tabla 2 y Figura 7)

Este parámetro se puede ver afectado por factores tanto bióticos como son; plagas y enfermedades que se pueden presentar en el transcurso del cultivo, y por factores abióticos (Clima, suelo, agua, temperatura, nubosidad, nutrientes, pH, granizadas, heladas, etc.)

El peso total g/parcela es el insumo principal para proyectar el rendimiento; debiendo anotar una interesante respuesta de Palmira, Quilatoa y Duchicela; mismos que pueden ser reinsertados en los sistemas de producción, si mantiene esta dinámica para mejorar los volúmenes de producción.

Figura 8.

Rendimiento kg/ha al 13% de humedad (RH)



La respuesta de las variedades de cebada en relación a la variable Rendimiento kg/ha al 13% de humedad, fue muy diferente (**) en la localidad de Laguacoto III. (Tabla 2)

En la variable rendimiento se obtuvo una media general de 1993,9 kg/ha, y un coeficiente de variación de 28,20 %, donde los mejores promedios para el rendimiento se registraron en los tratamientos; T13 (INIAP-PALMIRA 2014) con 3457,9 kg/ha y

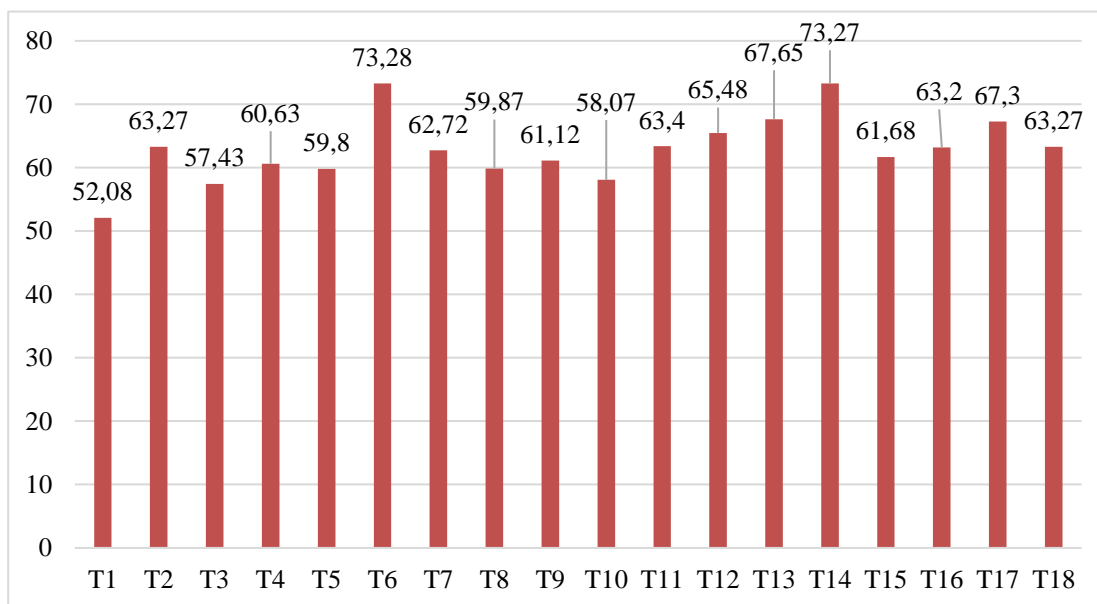
el T8 (INIAP-QUILOTOA 2003) con 3335,6 kg/ha, por el contrario el rendimiento más bajo se presentó en el T16 (CLIPPER), con 852,8 kg/ha. (Tabla 2 y Figura 8)

El componente rendimiento es un rasgo complejo que depende de factores ambientales, morfológicos y fisiológicos, otro factor es la época de siembra. El potencial de rendimiento es esencialmente una calidad genética combinada con un buen manejo agronómico en un buen ambiente.

El efecto de la temperatura óptima en el estado nutricional y reproductivo de los cultivos, proporciona macollos más fértiles, número de espigas y buen peso de mil granos. (Mesías, 2022)

Figura 9.

Peso Hectolítrico (PH)



La respuesta de las 18 variedades de cebada sobre la variable peso hectolítrico PH, en la localidad de Lagucoto III, tuvo un efecto altamente significativo (**)

En esta investigación se determinó una media general de 62,97 kg/hl, y un coeficiente de variación de 3,95 %, evidenciándose que los mayores promedios de peso hectolítrico se registraron en las variedades T6 (INIAP-ATAHUALPA 92) con 73,28 y el T14

(INIAP-ÑUSTA 2016) con 73,26 puntos; mientras que los tratamientos T3 (INIAP-TERAN 78) con 57,43 y el T1 (INIAP-DORADA 71) con 52,08 puntos, registraron los promedios más bajos de peso hectolítrico. (Tabla 2 y Figura 9)

De acuerdo al análisis realizado con cada una de las fichas técnicas de las variedades de cebada evaluadas en esta investigación, se determinó un valor promedio de 62,97 kg/hl, demostrando que el peso hectolítrico fue el mejor, durante la campaña de siembra desarrollada para el estudio en la Provincia Bolívar.

El peso hectolítrico es un carácter varietal propio de cada cultivar y tiene una correlación directa con la calidad agroindustrial del grano; siendo T14 y T6 materiales que se deberían tener en cuenta como mejoradores de esta característica, en la generación de nuevos materiales de cebada.

4.3. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 3.

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que presentaron una significancia estadística positiva o negativa con la variable dependiente (rendimiento).

Componentes del rendimiento (variables independientes (Xs)	Coefficiente de correlación “r”	Coefficiente de regresión “b”	Coefficiente de determinación R²
Altura de planta (AP) *	0,30	25,45	9,24 %
Peso total en g/parcela (PT) **	0,99	10,28	99,95 %

- **Correlación “r”**

Es el grado en que dos o más variables tienen una estrecha asociación positiva o negativa; carece de unidad. +/- 1 es su valor máximo. Las variables del estudio, altura de la planta y peso total por parcela, mostraron una asociación positiva (Tabla 3)

- **Regresión “b”**

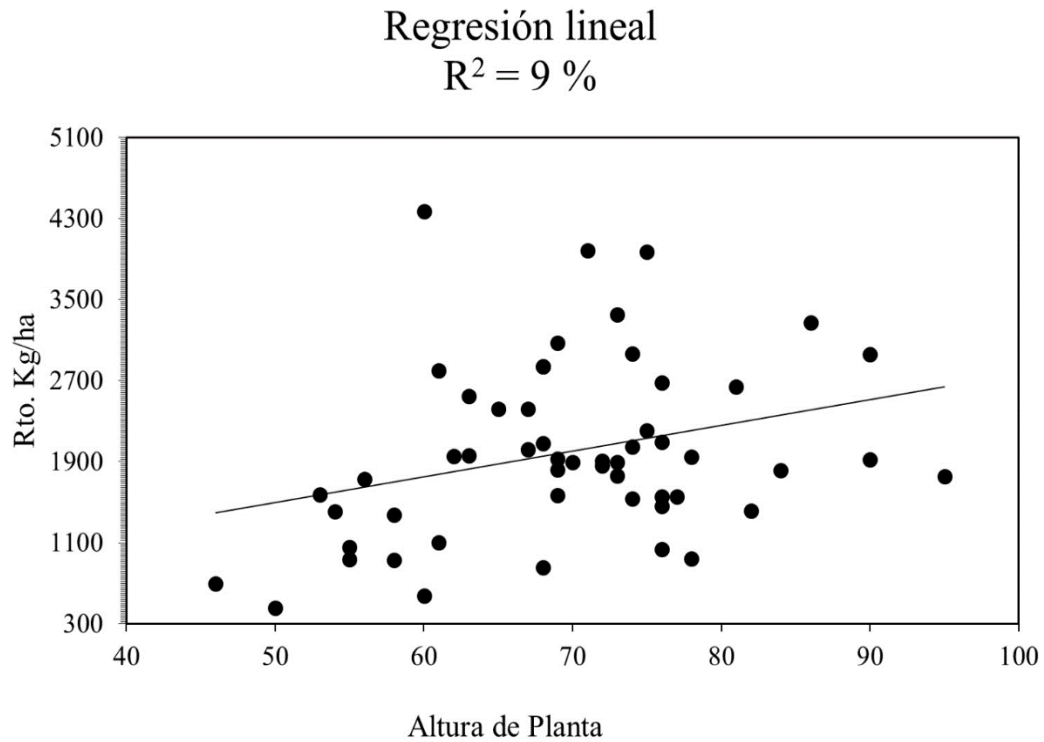
Por cada cambio en las variables independientes (Xs), aumenta o disminuye la variable dependiente (Y). La altura de la planta y el peso total por parcela fueron los factores del experimento actual que potenciaron el rendimiento (Tabla 3)

- **Coefficiente de determinación “R²”**

Este estadístico es muy claro al indicar el cambio porcentual en el rendimiento de las variedades de cebada en la respuesta o variable dependiente que resulta de cada cambio individual en las variables independientes.

Figura 10.

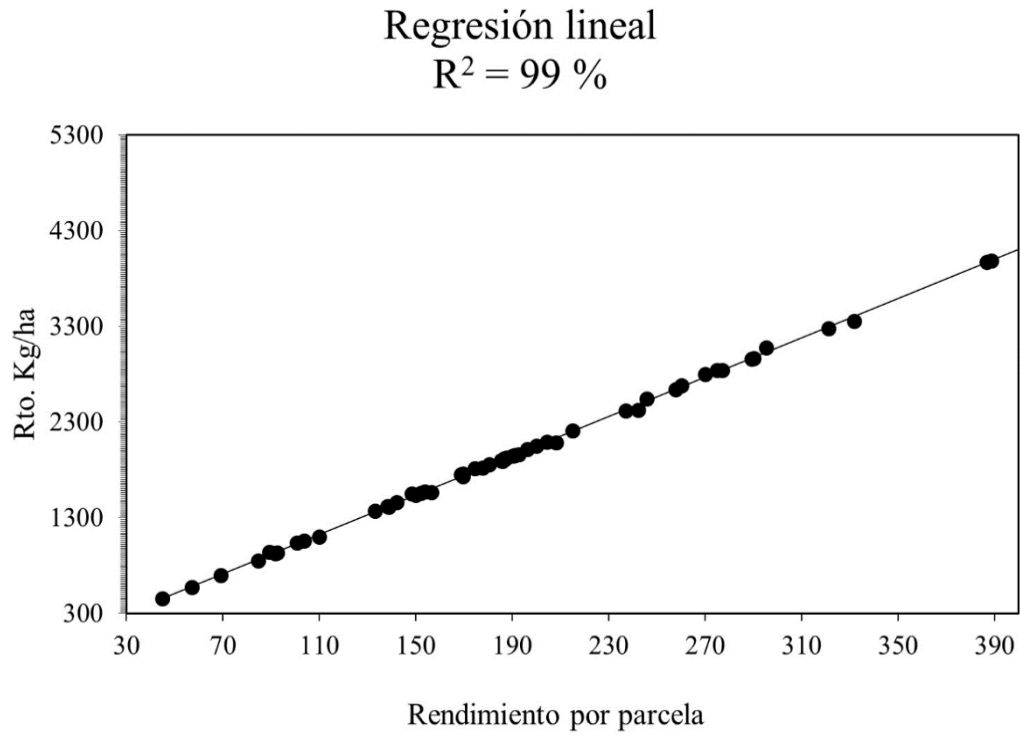
Regresión lineal entre Altura de planta (AP) vs Rendimiento kg/ha al 13% de humedad.



El 9 % del incremento del rendimiento de las variedades de cebada en la localidad de Laguacoto III, fue debido a que la mayoría de las variedades presentaron promedios muy buenos en la variable Altura de planta. (Tabla 3 y Figura 10)

Figura 11.

Regresión lineal entre Peso total g/parcela vs Rendimiento kg/ha al 13% de humedad



El 99% del incremento del rendimiento de la cebada, correspondió a los valores de los altos promedios de la variable Peso total en g/parcela. (Tabla 3 y Figura 11)

4.4. Comprobación de hipótesis

Las hipótesis propuestas en esta investigación fueron:

H₀: El rendimiento del cultivo de cebada no depende de la variedad evaluada y su interacción genotipo ambiente.

H₁: El rendimiento del cultivo de cebada depende de la variedad evaluada y su interacción genotipo ambiente.

Con los datos estadísticos obtenidos en esta investigación de las 18 variedades de cebada, provenientes del banco de semillas del INIAP- Santa Catalina, se logró evidenciar diferencias estadísticas altamente significativas en las variables agronómicas y morfológicas de la presente investigación, en la zona agroecológica de Laguacoto III, además de que el germoplasma presentó una gran variabilidad en el rendimiento de cada variedad, tuvo relación directa con el genotipo ambiente. También presentaron respuesta diferente a la incidencia y severidad de enfermedades foliares, por lo tanto, rechazamos la H₀ y aceptamos H_a.

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones

- La respuesta de las dieciocho variedades de cebada reveló variaciones considerables en la mayoría de los caracteres evaluados en la zona Laguacoto III, así como diversidad en los descriptores morfológicos.
- Se logró evidenciar de las 18 variedades de cebada el 61 % presentaron un vigor de la planta bueno y el 39 % obtuvo un vigor regular. El 83 % de las variedades registraron un hábito de crecimiento Intermedio (Semierecto), mientras que el 13 % obtuvo un hábito erecto. En el tipo de paja el 39% de las accesiones registraron un tallo fuerte, mientras que el 61% sobrante registró un tallo intermedio.
- Los tratamientos T12 (INIAP-GUARANGA 2010) y T17 (METCALFE), con 84 días al espigamiento fueron las variedades más tardías en presentar días a la floración, mientras que las variedades T13 (INIAP-PALMIRA 2014) con 76 días y el T8 (INIAP-QUILOTOA 2003), con 73 días al espigamiento fueron las más precoces, su cosecha fue más temprana.
- Las 18 variedades de cebada evaluadas en la zona de Laguacoto III, presentaron una reacción moderadamente resistente a la incidencia y severidad de enfermedades foliares como; Fusarium, Roya amarilla (*Puccinia striiformis*), Roya de la hoja (*Puccinia hordei*), y virus del enanismo.
- Los mejores promedios para el rendimiento se registraron en los tratamientos; T13 (INIAP-PALMIRA 2014) con 3457,9 kg/ha y el T8 (INIAP-QUILOTOA 2003) con 3335,6 kg/ha, por el contrario el rendimiento más bajo se presentó en el T16 (CLIPPER), con 852,8 kg/ha.

- Los componentes que aumentaron el rendimiento fueron; Altura de planta y Peso total g/parcela. Dentro de esta investigación se determinó que el T6 (INIAP-ATAHUALPA 92) presentó el promedio más elevado en peso hectolitrico de las 18 variedades de cebada con 73.28 puntos.

- En la presente investigación se ha seleccionado diez variedades que presentaron mejores características, para seleccionar nos basamos en el rendimiento y las cuales son; T13 (INIAP-PALMIRA 2014); T8 (INIAP-QUILOTOA 2003); T2 (INIAP-DUCHICELA 78); T15 (INIAP-ALFA 2021); T11 (INIAP-PACHA 2003); T5 (INIAP-CALICUCHIMA 92); T7 (INIAP-SHYRI 2000); T9 (INIAP-CAÑARI 2003); T12 (INIAP-GUARANGA 2010); T4 (INIAP-SHYRI 89).

5.2. Recomendaciones

- De acuerdo a las condiciones de cambio climático que se ha venido presentando, se recomienda para la zona agroecológica de Laguacoto III, validar época de siembra.
- Validar los 18 cultivares de cebada en las diversas zonas agroecológicas de la provincia de Bolívar, incluyendo Santa Fe, San Simón, San Lorenzo, Julio Moreno (Guaranda), Magdalena, La Asunción (Chimbo), Santiago, San Vicente, Bilován y San Pablo (San Miguel).

BIBLIOGRAFÍA

- Agrointegra. (2019). Guía de Protección Integrada: Cebada. Navarra, España:Consebro
Recuperado el 22 de 05 de 2022, de https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_CEBADA.pdf
- Albarán, D. (2020). Absorción de nitrógeno durante el desarrollo del cultivo de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) variedad metcalfe. Imbabura: Instituto nacional de investigaciones Agropecuarias, Universidad Central del Ecuador.
- Andrade, O. (2019). Roya Amarilla o polvillo estriado del trigo. Obtenido de <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/informativos>
- Basantes, E. (2019). Manejo de cultivos andinos del Ecuador. Obtenido de repositorio. espe.edu.ec:<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>
- Becerra, V. (2020). Uso de marcadores bioquímicos y moleculares en estudios de diversidad genética. *Agricultura Técnica*, Pp 60-270.
- Bernardi, L. (2019). Producción de Cebada. Obtenido de <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/>.html.
- Bioversity International. (2019). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Bioversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia;. Roma, Italia, P 5.: Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA.
- Biurrun, R. & Lezáun, J. (2010). Virus del enanismo amarillo de la cebada - BYDV -. Obtenido de [file:///C:/Users/Dell/Downloads/arvirosis%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/arvirosis%20(1).pdf): [file:///C:/Users/Dell/Downloads/arvirosis%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/arvirosis%20(1).pdf)

- Bonilla, M. (2018). Establecimiento de una colección de trabajo de uchuva del sur occidente colombiano. *Acta Agronómica*, Pp 57-95.
- Canal, G. (2017). Análisis de la variabilidad genotípica de cebada cervecera en rendimiento, porcentaje de proteína y calibre en distintos ambientes. Argentina: Universidad de Buenos Aires- Facultad de Agronomía.
- Carmona, M. (2017). Año niño: preocuparse y ocuparse por la fusariosis en trigo y cebada. Recuperado el 22 de 05 de 2022, de Aapresid: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2015/09/Alerta-Fusarium-Septiembre-2015-1.pdf>
- Chicaiza, K. (2019). Evaluación del efecto del fraccionamiento del nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano y validación de fungicidas y épocas de aplicación para el control de enfermedades en cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L). Guaranda-Bolívar, Ecuador: Universidad Estatal De Bolívar.
- CIMMYT. (22 de Septiembre de 2014). Roya lineal. Obtenido de wheatdoctor.org: <http://wheatdoctor.org/es/roya-lineal-roya-amarilla>
- CIMMYT. (2017). Enanismo amarillo de la cebada. México. Recuperado el 22 de 05 de 2022, de <http://wheatdoctor.org/es/plagas-y-enfermedades/lista/139-espanol/plagas-y-enfermedades/181-enanismo-amarillo-de-la-cebada>
- CIMMYT. (2020). Enfermedades del cultivo de cebada. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- Coronel, J. (2021). Guía Práctica para los Productores de Cebada de la Sierra del Sur. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1106/1/404.PDF>
- Cuéllar, C. (2017). Modelo de infección y desarrollo de (*Puccinia striiformis f. sp.*) hordei Eriks en Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2-3-6.
- Delacruz, G. (2019). Control de calidad de la cerveza. Obtenido de <https://es.slideshare.net/giovannydelacruzcuya/control-de-calidad-de-lacerveza>.

- Falconí, E. (2020). Nueva variedad de cebada para la provincia de Bolívar. Quito: INIAP, Ecuador. Plegable N° 330.
- FENALCE. (2017). Cultivo de cebada. Federación Nacional de cultivo de cereales y leguminosas.
- Garófalo, J. (2012). Extracción de nutrientes por cultivo de cebada. Ecuador. Quito - Ecuador: P5.
- Gualotuña, E. (2021). Evaluación agronómica de la eficiencia de uso de nitrógeno en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare L.*) Variedad INIAP – Guaranga 2010 con cinco niveles de fertilizante nitrogenada en la granja Laguacoto II, cantón Guaranda, provincia de Bolívar. Guaranda - Ecuador. P 7.
- Guañuna, D. (2017). Estudio de variabilidad fenotípica de accesiones de trigo (*Triticum aestivum L.*) y cebada (*Hordeum Vulgare L.*) de la colección del Iniap. Quito: Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero (págs. 8-9).
- Guañuna, G. (2020). Fortalecimiento de la cadena agro-productiva y fomento del cultivo de trigo en la sierra ecuatoriana, a través de la generación y difusión de nuevas tecnologías. Quito. Ecuador, Pp 6-12.
- Hernández, A.(2019). . Evaluación de 10 Genotipos de Cebada (*Hordeum Vulgare L.*) en cinco fechas de siembra y dos ciclos Agrícolas. Obtenido de redalyc.org
- IICA. (2020). Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. ITCA, Uruguay: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- INEC. (2010). III Censo Nacional Agropecuario. Ecuador: INEC - MAG - SICA.
- Infoagro. (2020). Cultivo de la cebada. Chile. Recuperado el 22 de 05 de 2022, de <https://www.infoagro.com/>
- INIA. (2020). Guía para el manejo de la fusariosis de la espiga en cebada. Obtenido de [http://www.inia.uy/Documentos/INIA%20La%20Estanzuela/INIA_guia%20manejo%20FE%20trigo%202014_web%20\(1\).pdf](http://www.inia.uy/Documentos/INIA%20La%20Estanzuela/INIA_guia%20manejo%20FE%20trigo%202014_web%20(1).pdf)

- INIAP. (2019). Inventario Tecnológico del Programa de Cereales. Quito (Ecuador): Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- INIAP. (2017). Key access and utilization descriptors for wheat genetic resources International Plan Genetic Resources Institute. Rome Italy. Recuperado el 02 de septiembre de 2020, de <https://docplayer.es/79730359-Iniap-estacion-experimental-santa-catalina.html>
- INTIASA. (2019). Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias. Gusano de alambre.
- IPGRI. (2017). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia: Tito L. Franco y Rigoberto Hidalgo - Boletín técnico –Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.
- Jaramillo, V. (2019). Elaboración de harina de cebada (*Hordeum vulgare L.*) para la utilización de poolish en pan común. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior.
- Ledesma, J. (2018). El cultivo de la Cebada (*Hordeum vulgare*) y sus principales Plagas y Enfermedades. Buenavista, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Agronomía. Departamento de Fitomejoramiento. Recuperado el 2022
- Lema, A. (2017). Producción de Cebada (*Hordeum vulgare L.*) con urea normal y plimerizada en Pintog. Quito - Ecuador: Agron. Mesoam, I(28), pp. 97-112.
- León, D. (2018). Evaluación del rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradición de Cebada (*Hordeum vulgare L.*). Ecuador: Pp 3-7.
- Llasca et al. (2020). Evaluación de genotipos promisorios de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en los Andes centrales de Perú. Investigaciones.Veterinarias. Del.Perú,doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17856>, 31(2), e17856.
- Luna, E. (2019). Respuesta de tres fungicidas en el control de la roya (*Puccinia hordei* G.H. Otth y *Puccinia striiformis*.) En cebada (*Hordeum vulgare L.*) Variedades

malteras Scarlett y Metcalfe en Chaltura – Imbabura. Universidad técnica del norte facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales: Imbabura. Ibarra- Ecuador.

Monar, C. 2000. Informe anual la labores. Proyecto Integral Noreste. Obtenido de <http://190.15.128.197/bitstream/123456789/1141/1/123.pdf>

Monar, C. (2010). Informe anual de labores Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Proyecto de Investigación y Producción de Semillas. Guaranda, Ecuador.

Monar, C. (2017). Informe final proyecto de investigación y producción de semillas. Guaranda, Ecuador.

Monar, C. (2018). Informe anual proyecto de investigación y producción de semillas. Guaranda, Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente.

Monar, C. (2019). Entrevista personal sobre el cultivo de cebada. Guaranda - Ecuador.

Oralla, K. (2020). Valoración agronómica de 120 líneas promisoras de cebada cervecera en el azúcar. Santa Elena. Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Agropecuaria.

PACC. (2018). Efecto de la variabilidad climática en el cultivo de cebada. Programa de adaptación para el cambio climático.

Paredes, F. (2018). Guía práctica para los agricultores cebaderos de la Sierra Ecuatoriana. Quito, Ecuador: INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Plegable N° 198.

Pepa, G. (2017). Cebada ¿Cuándo fertilizar con Nitrógeno? Obtenido de <https://www.cordobatimes.com/el-campo/2017/07/06/cebada-cuandofertilizar-con-nitrógeno/>

- Pérez, J. (2017). Riego de la cebada. Obtenido de <https://lacebada10.blogspot.com/2010/06/riego-de-los-cultivos-de-cebada.html>
- Pérez, J. (2020). Morfología y Taxonomía de la cebada. Obtenido de <http://lacebada10.blogspot.com/2010/06/morfologia-y-taxonomia-delacebada.html>
- Ponce et al. (2020). Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Quito: INIAP: (Primera Edición ed.).
- Ponce, L. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en cereales. Germplasm Resources Information Network (GRIN). Quito-Ecuador. 58 p.: Manual No. 111. INIAP. Obtenido de <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/desc.pl?1004>
- Quelal, N. (2019). Evaluación del fraccionamiento y épocas de aplicación del nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en las variedades de cebada maltera scarlett y metcalfe (*Hordeum vulgare L.*) en Chaltura-Imbabura. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica Del Norte Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.
- Quino, J. (2018). Efecto de dos concentraciones de biol en cuatro fases fenológicas del cultivo de cebada (*Hordeum vulgare. L*) en el altiplano Norte. Bolivia. Pp 5-6.
- Rivas, M. (2019). Curso de Introducción al mejoramiento genético de las plantas. Recuperado el 22 de 05 de 2022, de <https://eva.undelar.edu.uy/mod/resource/view.php?id=91749>
- Suárez, L. & Suárez, R. (2019). Evaluación del sistema de producción de cebada (*Hordeum vulgares L.*) con prácticas agroforestales de conservación del Suelo en la microcuenca del Río Illangama. Ecuador. Pp 6-10.
- Ticona, G. (2018). Producción de cebada forrajera (*Hordeum vulgare L.*) con incorporación de biol bovino bajo riego por aspersión en la estación experimental choquenaira. La Paz – Bolivia. P116: Tesis de grado. Universidad de Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía – Ingeniería Agronómica.

- Tumiri, E. (2018). Comportamiento productivo de cebada (*Hordeum vulgare L.*) En dos cortes con riego por aspersión con la aplicación de biol bovino en estación experimental Choquenaira. : . La Paz , Bolivia: Carrera de ingeniería en producción y comercialización agropecuaria.
- Vasquez, C. (2020). Caracterización morfológica y aptitud maltera de líneas de cebada (*Hordeum vulgare L.*) procedentes del CIMMYT México. Juaja - Perú.: En Y. J. Vasquez Castro, Universidad Nacional del Centro de Perú (pág. 9).
- Yaulema, P. (2019). “Utilización de *hordeum vulgare* (cebada variedad calicuchima 92) como fuente de energía en la alimentación de conejos neozelandés, desde el destete, hasta el inicio de la vida reproductiva". Obtenido de dspace.esPOCH.edu.ec
- Zúñiga, J. (2018). Enfermedades transmitidas por semilla en trigos y cebadas. Navarra Agraria N° 18

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación

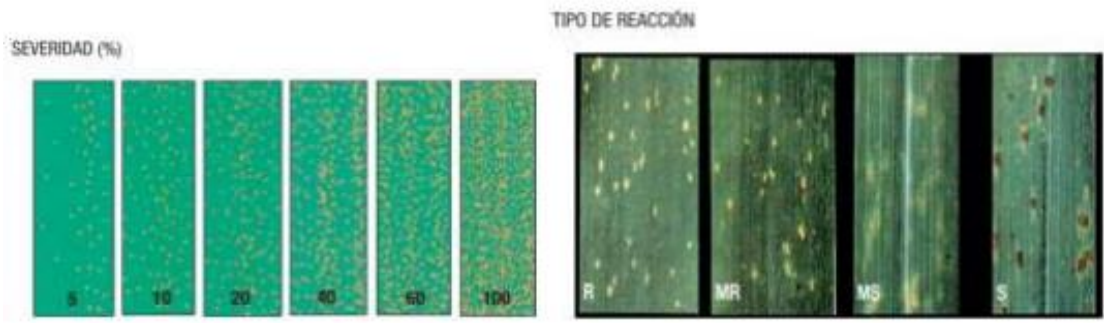


Anexo 2. Base de Datos

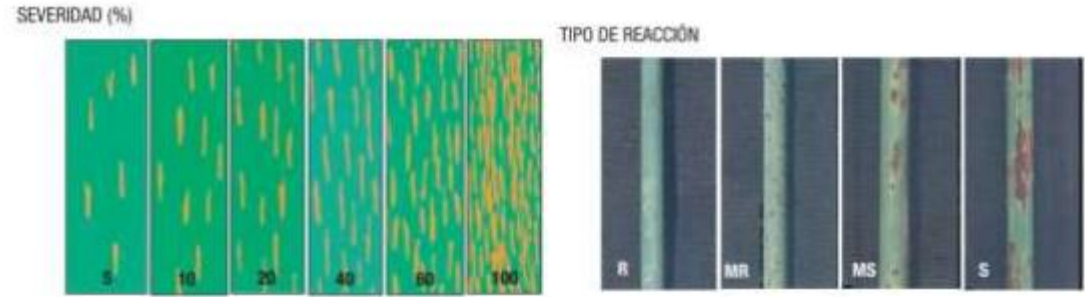
Rep.	Trat.	Código	PEC	VP	HC	DE	RA	AP	TP	PHG	RT	RH	PH	TG
1	1	INIAP-DORADA 71	60	1	1	78	40	78	2	9,4	89,12	928,08	53.60	*
1	2	INIAP-DUCHICELA 78	80	2	2	87	20	90	1	11	289,24	2958,89	61.10	*
1	3	INIAP-TERAN 78	70	1	2	79	60	82	2	10,9	138,14	1414,74	56.95	*
1	4	INIAP-SCHIRI 89	80	1	2	71	50	72	2	10,5	180,5	1856,86	63.85	**
1	5	INIAP-CALICUCHIMA 92	80	1	2	76	10	74	1	11,1	290	2963,33	66.55	*
1	6	INIAP-ATAUALPA 92	70	1	2	73	5	67	2	13	242,06	2420,6	73.85	**
1	7	INIAP-SHIRI 2000	60	1	2	71	10	76	1	11,1	204,48	2089,46	62.15	**
1	8	INIAP-QUILOTOA 2003	70	1	1	77	20	61	2	9,9	269,86	2794,76	60.50	*
1	9	INIAP-CAÑARI 2003	80	2	2	70	20	72	1	11,2	186,9	1907,67	59.65	**
1	10	INIAP-CAÑICAPA 2003	85	1	1	80	5	77	1	9	148,22	1550,35	52.15	*
1	11	INIAP-PACHA 2003	80	2	2	72	5	69	2	10,8	177,65	1821,42	63.40	**
1	12	INIAP-GUARANGA 2010	80	1	2	81	15	63	2	11,5	192,62	1959,41	64.85	**
1	13	INIAP-PALMIRA 2014	70	2	2	79	15	65	2	11,3	236,96	2415,9	69.05	***
1	14	INIAP-ÑUSTA 2016	80	1	2	80	20	69	1	13	156,48	1564,8	73.20	*
1	15	INIAP-ALFA 2021	70	2	2	80	20	63	1	10	245,76	2542,34	61.55	*
1	16	CLIPPER	70	2	2	75	30	60	2	13	57,21	572,1	63.20	*
1	17	METCALFE	90	2	2	80	20	58	2	12	91,64	926,93	67.50	**
1	18	SCARLET	70	1	2	76	10	53	2	11	153,85	1573,87	63.20	**
2	1	INIAP-DORADA 71	60	1	1	89	15	84	2	9,5	174,46	1814,79	51.75	*
2	2	INIAP-DUCHICELA 78	90	2	2	72	20	86	1	11,3	321,12	3273,95	65.90	*
2	3	INIAP-TERAN 78	60	1	2	87	60	76	2	10,4	141,92	1461,61	57.55	*
2	4	INIAP-SCHIRI 89	50	1	2	83	60	76	2	10,6	100,77	1035,49	60.05	**
2	5	INIAP-CALICUCHIMA 92	40	1	2	81	20	75	1	10,6	214,9	2208,28	59.85	*
2	6	INIAP-ATAUALPA 92	40	1	2	88	20	46	2	12,6	69,05	693,67	72.80	**
2	7	INIAP-SHIRI 2000	90	1	2	77	20	76	1	10,4	260,12	2678,94	63.85	**
2	8	INIAP-QUILOTOA 2003	60	1	1	73	20	68	2	10,1	274,93	2840,94	59.45	*
2	9	INIAP-CAÑARI 2003	85	2	2	72	30	68	1	10,8	276,9	2839,02	64.45	**
2	10	INIAP-CAÑICAPA 2003	70	1	1	88	10	74	1	11	149,87	1533,15	63.85	*
2	11	INIAP-PACHA 2003	80	2	2	86	20	69	2	10,6	187,41	1925,79	63.40	**
2	12	INIAP-GUARANGA 2010	70	1	2	87	20	62	2	11,1	191,27	1954,47	68.00	**
2	13	INIAP-PALMIRA 2014	70	1	2	71	15	75	2	10,6	386,6	3972,65	68.00	***
2	14	INIAP-ÑUSTA 2016	40	1	2	80	20	68	1	13	208,18	2081,8	73.40	*
2	15	INIAP-ALFA 2021	70	1	2	87	30	67	1	10,6	196,32	2017,36	63.00	*
2	16	CLIPPER	50	2	2	89	50	55	2	12,5	92,57	931,02	61.75	*

2	17	METCALFE	30	2	2	89	60	50	2	12,2	45	454,14	66.80	**
2	18	SCARLET	70	1	2	88	20	56	2	11,4	169,57	1726,88	64.85	**
3	1	INIAP-DORADA 71	60	1	1	86	50	95	2	9,7	168,76	1751,61	50.90	*
3	2	INIAP-DUCHICELA 78	70	2	2	88	15	81	1	11	257,7	2636,24	62.80	*
3	3	INIAP-TERAN 78	50	1	2	73	60	90	2	10,5	186,64	1920,03	57.80	*
3	4	INIAP-SCHIRI 89	80	1	2	79	50	78	2	11	190,17	1945,42	58.00	**
3	5	INIAP-CALICUCHIMA 92	50	1	2	85	20	73	1	9,9	169,6	1756,43	53.00	*
3	6	INIAP-ATAUALPA 92	40	1	2	88	20	68	2	12,3	84,5	851,79	73.20	**
3	7	INIAP-SHIRI 2000	60	1	2	88	20	74	1	11	200,13	2047,31	62.15	**
3	8	INIAP-QUILOTOA 2003	70	1	1	70	5	60	2	10,5	424,9	4371,09	59.65	*
3	9	INIAP-CAÑARI 2003	50	2	2	87	20	70	1	11	185,27	1895,29	59.25	**
3	10	INIAP-CAÑICAPA 2003	50	1	1	86	10	76	1	11,1	152,06	1553,81	58.20	*
3	11	INIAP-PACHA 2003	90	2	2	73	20	73	2	12,1	331,72	3351,52	63.40	**
3	12	INIAP-GUARANGA 2010	40	1	2	88	30	73	2	11,4	185,82	1892,37	63.60	**
3	13	INIAP-PALMIRA 2014	60	1	2	77	30	71	2	10,8	388,7	3985,29	65.90	***
3	14	INIAP-ÑUSTA 2016	40	1	2	88	20	61	1	13	109,79	1097,9	73.20	*
3	15	INIAP-ALFA 2021	70	1	2	87	30	69	1	9,4	295,21	3074,26	60.50	*
3	16	CLIPPER	50	2	2	83	40	55	2	11,5	103,75	1055,39	64.65	*
3	17	METCALFE	50	2	2	87	20	54	2	11,7	138,8	1408,74	67.60	**
3	18	SCARLET	60	1	2	89	20	58	2	10,3	133,13	1372,62	61.75	**

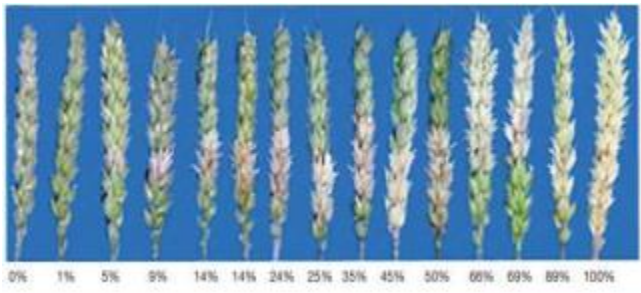
Anexo 3. Escala de incidencia y severidad de enfermedades foliares



Escala para evaluar Roya amarilla (*Puccinia glumarum*)



Escala para evaluar Roya del tallo (*Puccinia hordei*)



Escala para evaluar (*Fusarium spp.*)

Anexo 4. Fotografías

Porcentaje de emergencia en el campo



Vigor de la planta



Hábito de crecimiento



Días al espigamiento



Evaluación de enfermedades foliares



Altura de planta



Tipo de paja



Visita de campo



Peso total kg/parcela



Porcentaje de humedad del grano



Peso Hectolitrico



Tipo de grano



Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Autofecundación. - La autofecundación es la fecundación en que se unen los gametos masculino y femenino de un organismo hermafrodita. Fusión de células sexuales masculinas y femeninas (gametos) provenientes de un mismo individuo. Este tipo de fecundación ocurre en organismos bisexuados, entre ellos la mayoría de las fanerógamas, numerosos protozoos y muchos invertebrados. Muchos organismos capaces de autofecundación también pueden reproducirse por fecundación cruzada. Como mecanismo evolutivo, la autofecundación permite que un individuo aislado forme una población local y establezca cepas genéticas deseables, pero no ofrece un grado significativo de variabilidad dentro de una población y, por lo tanto, limita las posibilidades de adaptación a los cambios ambientales.

Antocianinas. - Las antocianinas son pigmentos responsables por una variedad de colores atractivos y brillantes de frutas, flores y hojas que varían desde el rojo vivo al violeta o azul. Son obtenidas fácilmente por extracción a frío con metanol o etanol débilmente acidificado. Algunas antocianinas son lábiles y se descomponen en presencia de ácidos minerales y en este caso, la extracción debe ser realizada con solventes acidificados con ácido acético.

Categorización. - La categorización es el proceso por el cual especificamos cuáles serán las categorías de la variable que habrán de interesarnos.

Caracterización. - La caracterización es el registro de aquellos caracteres que son altamente heredables visibles al ojo y que se expresan en todos los ambientes, también se puede definir como la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma.

Descriptor. - Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores para la caracterización deben ser fácilmente

observables, tener una alta acción discriminante, baja influencia ambiental lo que permite identificar las características de la cebada.

Estromas. - Es el espacio lleno de fluido que en los plastos rodea a los tilacoides, y es el lugar donde se lleva a cabo la parte de la fotosíntesis en la que no participa la luz (fase oscura).

Fasciculado. - Las hojas u otras estructuras están en un fascículo, un tallo corto, una agrupación de nudos con entrenudos muy cortos.

Gluma. - Es una vaina estéril, externa, basal y membranosa presente en plantas gramíneas o poáceas y ciperáceas. La gluma es cada una de las dos hojitas escariosas (hipsofilos estériles) que a modo de brácteas rodean las espiguillas de las gramíneas, suelen hallarse enfrentados en la base de las espículas.

Hibridación. - Se refiere a combinar las mejores características de las variedades progenitoras en una línea pura que se reproduzca idéntica a sí misma. En este método las variedades progenitoras se polinizan por cruzamiento artificial.

Introducción. - Se refiere a la entrada de las semillas de un país a otro y a través del tiempo adaptarles a las condiciones agroecológicas de dicho lugar donde se las introdujeron, mediante un proceso de ensayos y fracasos, poco a poco se conocerán las variedades con mejor adaptación ecológica a cada una de las regiones productoras, ampliándose el uso de las mismas y dejando fuera de producción aquellas variedades inadaptadas.

Mejoramiento genético. - El mejoramiento genético en cebada tiene como propósito la obtención de germoplasma con características de mayor rendimiento, mayor calidad comercial y mayor resistencia a factores bióticos y abióticos adversos al cultivo. En otras palabras, el mejoramiento genético tiene por finalidad la generación de germoplasma más eficientes, producir productos aprovechables por el hombre como alimento, como materias primas para la industria y como forraje para los animales, etc.

Pústulas. - Son lesiones formadas por el crecimiento subepidermal de, por ejemplo, un hongo que mecánicamente presiona la epidermis hasta que la rompe para dejar expuestas las esporas al ambiente. Las fases aecidiales, urediales y teliales de los hongos conocidos como royas o chahuixtles forman este tipo de lesiones.

Pseudocelomados. - Son una agrupación de filos cuya cavidad general no es de origen mesodérmico y recibe el nombre pseudoceloma (o pseudocele) o blastoceloma. Antiguamente formaron un filo único, los Asquelmintos (del griego *askos*, ampolla o saco y *helmins* gusanos, gusanos que tienen un tubo, el digestivo, dentro de otro, la pared corporal), pero las diversas clases que lo componían son hoy consideradas como filos independientes.

Selección. - Este es uno de los procedimientos más antiguo y constituye la base de todo mejoramiento de cosechas. Es un proceso natural o artificial mediante el cual se separan plantas individuales o grupos de las mismas dentro de poblaciones mezcladas

Teliosporas. - Son las esporas de descanso de algunos hongos de la división Basidiomycota (como las royas y los carbones), de las cuales emerge el basidio. Se desarrollan dentro de telia.

Uredosporas. – Son aquellas que se originan a partir de unas estructuras que recuerdan a los acérvalos, llamadas uredinos, cuyo origen se encuentra en la geminación de una eciospora, o de una uredospora si es una repetición.

Variabilidad genética. - La variabilidad genética es uno de los pilares fundamentales en el trabajo de fitomejoramiento, es por esta razón que el Programa de cereales mantiene un bloque de cruzamientos integrado por genotipos que están de acuerdo con los caracteres de interés, objetivo que se logra mediante la hibridación de progenitores genéticamente diferentes.