



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CEBADA CERVECERA (*Hordeum vulgare* L.) BAJO DOS TIPOS DE CONTROL FITOSANITARIO EN LAGUACOTO, PROVINCIA BOLÍVAR

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

Autoras:

Gloria María Sislema Cujilema

Carmen Rocio Zurita Leon

Tutor:

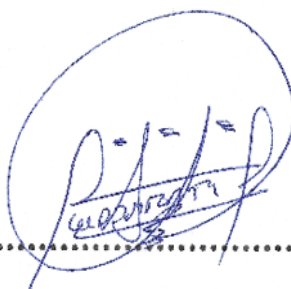
Ing. Jorge Washington Donato Ortiz. M.Sc.

Guaranda – Ecuador

2024

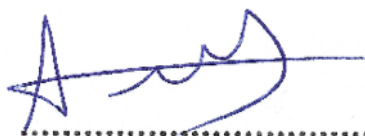
RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE CEBADA
CERVECERA (*Hordeum vulgare* L.) BAJO DOS TIPOS DE CONTROL
FITOSANITARIO EN LAGUACOTO, PROVINCIA BOLÍVAR

REVISADO Y APROBADO POR:

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a large blue circle. The signature is stylized and appears to read 'Jorge Washington Donato Ortiz'. Below the signature is a horizontal dotted line.

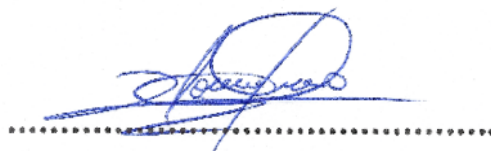
Ing. Jorge Washington Donato Ortiz MSc.

TUTOR

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large initial 'A' followed by a stylized name. Below the signature is a horizontal dotted line.

Dra. Andrea Román Ramos PhD.

PAR LECTOR

A handwritten signature in blue ink, featuring a large initial 'S' followed by a stylized name. Below the signature is a horizontal dotted line.

Ing. Sonia Fierro Borja Mg.


PAR LECTORA

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nosotras, Gloria María Sislema Cujilema, con cédula de identidad número 0604455097 y Carmen Roció Zurita León con cédula de identidad número 2200109722, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).


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




Gloria María Sislema Cujilema

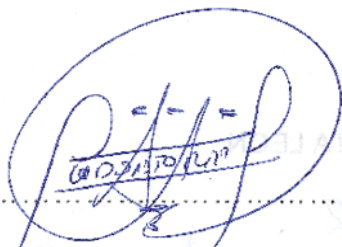
AUTORA

C.I 0604455097


Carmen Roció Zurita León

AUTORA

C.I 2200109722


Ing. Jorge Washington Donato Ortiz. MSc.

TUTOR

C.I 1801964550



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



No. ESCRITURA	20240201003P00203
---------------	-------------------

DECLARACION JURAMENTADA OTORGADA POR:

CARMEN ROCIO ZURITA LEON
 GLORIA MARIA SISLEMA CUJILEMA
 FACTURA: 001-002-000012493
 DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital la provincia Bolivar, República del Ecuador, hoy día veinticinco de enero de dos mil veinticuatro, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen las señoritas CARMEN ROCIO ZURITA LEON, soltera, domiciliada en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número 0992439531, correo electrónico [carmita elisa zi@hotmail.com](mailto:carmita_elisa_zi@hotmail.com); y, GLORIA MARIA SISLEMA CUJILEMA, soltera, domiciliada en el sector Mercado Diez de Noviembre de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, con celular número 0967184717, correo electrónico glormaria95@gmail.com, por sus propios derechos. Las comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneas para contratar y obligarse a quienes de conocerlas 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 instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidas de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dicen: **DECLARAMOS QUE EL PRESENTE PROYECTO DE TITULACIÓN DENOMINADO: "RESPUESTA AGRONÓMICA DE TRES VARIETADES DE CEBADA CERVECERA, (*Hordeum vulgare* L.) BAJO DOS TIPOS DE CONTROL FITOSANITARIO EN LAGUACOTO, PROVINCIA BOLÍVAR**, previa la obtención del título de Ingeniera en Agronomía, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por las autoras. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que queda 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 las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se afirman y se ratifican de todo lo expuesto y firman conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaría, la presente declaración, de todo lo cual doy fe.-

CARMEN ROCIO ZURITA LEON

C.C. 220010972-2

GLORIA MARIA SISLEMA CUJILEMA

C.C. 060445509-7

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



NOMBRE DEL TRABAJO

AUTOR

Gloria y Carmen_ Cebada REV 28-11-23(16) (2).docx

Sislema Cujilema y Zurita Leon

RECuento DE PALABRAS

RECuento DE CARACTERES

18090 Words

97811 Characters

RECuento DE PÁGINAS

TAMAÑO DEL ARCHIVO

97 Pages

6.5MB

FECHA DE ENTREGA

FECHA DEL INFORME

Jan 24, 2024 8:21 PM GMT-5

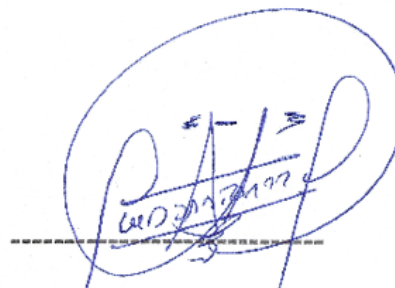
Jan 24, 2024 8:26 PM GMT-5

● 9% de similitud general

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

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

Resumen



Ing. JORGE WASHINGTON DONATO ORTIZ. MSc.

TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo primero a Dios por ser mi guía en mi camino, por haberme dado la bendición día a día, la vida, valentía y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Ángel y Ángela con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija, son los mejores padres.

A mi hermano Samuel quien fue gran ejemplo a seguir y siempre se tomó el tiempo de escucharme y guiarme.

A mis hermanas Luzmila y Sisa las que dieron los ánimos cuando cría que ya no tenía fuerzas.

A mi cuñado Jhonatan quien brindo su apoyo en estos últimos ciclos quien estuvo pendiente.

A mis familiares por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Para mi prometido que tuvo ese gran corazón para guiar en mis peores momentos a pesar de que había días malos, pero aun así me ayudó a salir adelante gracias por no dejarme sola y siempre estar apoyando.

También a Hortensia Cacuango quien fue formando como mi segunda madre que siempre me apoyo en los momentos más difíciles.

Gloria

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación, dedico primeramente a Dios, quien como guía estuvo presente en todo momento, bendiciéndome y, sobre todo dándome fuerzas para cumplir mi sueño.

Agradecerle con todo mi corazón a mi abuelita Florencia Diocelina Arias Carrillo, quien han sido para mí un pilar fundamental es la que siempre me ha podido apoyar, inculcándome valores de respeto y constancia para fortalecerme en los momentos duros de mi vida, gracias a ella he concluido con una de mis mayores metas ya que hoy ya no estás conmigo cuanto no anhelaba que estés hasta el final, pero tuviste que partir porque Dios te llevo muy pronto.

A mi hijo Kevin Sleyter Rumiguano Zurita quien ha sido mi motivo de superación, inspiración, para alcanzar este anhelo.

Con todo cariño para mi esposo, por el apoyo brindado, quien ha depositado su confianza en mí, para llegar a cumplir un objetivo más en mí proyecto de vida.

Carmen

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos salud y vida, primeramente, guiarnos por un buen camino, fortalezas en los momentos difíciles y la oportunidad de haber conocido personas profesionales que nos han brindado sus conocimientos.

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, por confiar en nosotros, abrirnos las puertas y permitirnos formar en ella.

Mi gratitud al Ing. Washington Donato, Dra. Andrea Román, Ing. Sonia Fierro e Ing. Kleber Espinoza, quienes, con sus acertados consejos, sus sugerencias y apoyos incondicionales permitieron que esta investigación llegue a su final.

Un agradecimiento al Ing. David Silva Mg, por el apoyo brindado en toda la trayectoria de la investigación.

Gloria & Carmen

ÍNDICE DE CONTENIDO

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. Casificación taxonomía.....	6
2.3. Descripción botánica.....	6
2.3.1. Raíz	6
2.3.2. Tallo	7
2.3.3. Hojas	7
2.3.4. Flores.....	7
2.3.5. Inflorescencia	7
2.3.6. Espigas	8
2.3.7. Fruto	8
2.4. Descripción vegetativa.....	8
2.4.1. Germinación.....	8
2.4.2. Producción de hojas o crecimiento de plántula.....	8
2.4.3. Macollamiento.....	9
2.4.4. Encañado	9
2.4.5. Espigamiento.....	9
2.4.6. Madurez fisiológica.....	9
2.4.7. Semilla.....	10
2.5. Requerimientos edafoclimáticos.....	10
2.5.1. Clima	10
2.5.2. Altitud	10
2.5.3. Temperatura	10

2.5.4.	Pluviosidad.....	10
2.5.5.	Suelo.....	11
2.6.	Prácticas y labores en el manejo del cultivo	11
2.6.1.	Preparación del terreno	11
2.6.2.	Densidad de siembra	11
2.6.3.	Siembra	11
2.6.4.	Fecha de siembra de la cebada	12
2.6.5.	Calidad de semilla	12
2.6.6.	Profundidad de siembra.....	12
2.7.	Control de malezas.....	12
2.8.	Riego.....	13
2.9.	Cosecha.....	13
2.10.	Labores poscosecha.....	14
2.11.	Almacenado.....	14
2.12.	Plagas	14
	• Pulgones (<i>Rhopalosiphum padi</i>).....	14
	• Gusano de Alambre (<i>Agriotes sp.</i>)	15
	• Nematodos	15
2.13.	Enfermedades	15
	• Roya lineal o roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	15
	• Roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>)	16
	• Virus del enanismo amarillo (BYDV).....	16
	• Escaldadura (<i>Rhynchosporium secalis</i>).....	16
	• Carbón desnudo (<i>Ustilago nuda</i>)	17
	• Carbón vestido (<i>Ustilago hordei</i>).....	17
2.14.	Fertilización.....	17
2.15.	Variedades usadas en el ensayo	18
2.15.1.	Voyager.....	18
2.15.2.	INIAP Cañicapa 2003	18
2.15.3.	INIAP Alfa 2021	19
2.16.	Mejoramiento genético de la cebada.....	20
2.17.	Características de la cebada maltera	20
2.18.	Atributos de calidad	21

2.18.1.	Las proteínas en los cereales: Cebada.....	21
2.18.2.	Características	21
2.19.	Control fitosanitario	22
2.19.1.	Fungicida.....	23
2.19.2.	Fungicida propiconazole	23
CAPÍTULO III.....		24
3.	MARCO METODOLÓGICO	24
3.1.	UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN	24
	• Localización de la investigación.....	24
	• Situación geográfica y edafoclimática	24
	• Zona de vida.....	24
3.2.	METODOLOGÍA.....	24
3.2.1.	Material experimental	24
3.2.2.	Factores en estudio	25
3.2.3.	Tratamientos.....	25
3.2.4.	Tipo de diseño experimental o estadístico	25
3.2.5.	Manejo del experimento en campo	25
	• Preparación del suelo	25
	• Trazado de las unidades experimentales.....	26
	• Siembra	26
	• Control químico de malezas	26
	• Fertilización complementaria	26
	• Control de plagas	26
	• Control de enfermedades	26
	• Cosecha.....	27
	• Trilla.....	27
	• Secado.....	27
	• Aventado.....	27
	• Almacenado	27
3.2.6.	Métodos de evaluación (variable respuesta)	27
	• Porcentaje de emergencia (PE).....	27
	• Vigor de la planta (VP).....	28
	• Hábito de crecimiento (HC).....	28

• Días al espigamiento (DE).....	28
• Altura de planta (AP).....	28
• Tipo de paja (TP).....	28
• Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).....	28
• Número de granos por espiga (NGE).....	29
• Reacción a enfermedades (RE).....	29
• Tamaño de espiga (TE).....	29
• Peso hectolítrico (PH).....	29
• Tipo de grano (TG).....	29
• Peso de mil granos (PMG).....	30
• Rendimiento de grano por parcela (R kg).....	30
3.2.7. Tipo de análisis	30
CAPÍTULO IV.....	31
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1.1. Variables agronómicas para el factor A (Control fitosanitario).....	31
4.1.2. Variables agronómicas para el factor B (Variedades de cebada)....	37
4.1.3. Interacción de factores (AxB): Control fitosanitario por varie.	46
4.1.4. Variables cualitativas	56
4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL.....	59
4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	60
CAPÍTULO V	61
5.1 CONCLUSIONES.....	61
5.2. RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS	

INDÍCE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pág.
1	Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el Factor A (Control fitosanitario) en las variables: Porcentaje de emergencia (PE), Días al espigamiento (DE), Altura de planta (AP), Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Tamaño de espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Incidencia de mancha foliar (IMF), Incidencia de roya amarilla (IRA), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹), Rendimiento de grano (R kg) y Rendimiento (R kg ha ⁻¹).	31
2	Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el Factor B (Variedades de cebada cervecera) en las variables: Porcentaje de emergencia (PE), Días al espigamiento (DE), Altura de planta (AP), Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Tamaño de espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Incidencia de mancha foliar (IMF), Incidencia de roya amarilla (IRA), Peso de mil granos (PMG) Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹), Rendimiento de grano (kg) y Rendimiento (kg ha ⁻¹).	37
3	Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de FA*FB en las variables: Porcentaje de emergencia (PE), Días al espigamiento (DE), Altura de planta (AP), Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Tamaño de espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Incidencia de mancha foliar (IMF), Incidencia de roya amarilla (IRA), Peso de mil granos (PMG) Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹), Rendimiento de grano (R kg) y Rendimiento (R kg ha ⁻¹).	46
4	Promedios de la respuesta en las características cualitativas: Vigor de planta (VP), Hábito de crecimiento (HC), Tipo de paja (TP) y Tipo de grano (TG).	56
5	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron diferencias significativas positivas o negativas en relación al rendimiento (variable dependiente Y).	59

INDÍCE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pág.
1	Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable Incidencia de roya amarilla.	32
2	Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable tamaño de espiga (TE).	33
3	Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable peso de mil granos (PMG).	34
4	Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable rendimiento de grano (kg).	35
5	Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable rendimiento (R).	36
6	Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable altura de planta (AP).	38
7	Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC)	39
8	Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable número de granos por espiga (NGE).	40
9	Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable peso de mil granos (PMG).	41
10	Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable Rendimiento (kg ha ⁻¹).	42
11	Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable rendimiento de grano (kg)	43
12	Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable peso hectolítrico (kg hL ⁻¹).	44
13	Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable tamaño de espiga (TE).	45

14	Promedios de la variable tamaño de espiga (TE) en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.	47
15	Promedios de la variable altura de planta (AP) en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera	48
16	Promedios de la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.	49
17	Promedios de la variable número de granos por espiga (NGE), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera	50
18	Promedios de la variable incidencia de roya amarilla (IRA), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.	51
19	Promedios de la variable peso de mil granos (PMG), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.	52
20	Promedios de la variable peso hectolítrico ($R \text{ kg hL}^{-1}$), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera	53
21	Promedios de la variable rendimiento de grano ($R \text{ kg}$), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.	54
22	Promedios de la variable rendimiento ($R \text{ kg ha}^{-1}$), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.	55
23	Resultados de los promedios de la variable tipo de paja (TP) para el control fitosanitario en variedades de cebada cervecera	57
24	Resultados de los promedios de la variable tipo de grano (TG) para el control fitosanitario en variedades de cebada cervecera	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2.	Croquis del ensayo en campo
3.	Base de datos
4.	Fotografías
5.	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La cebada es uno de los cereales más antiguos y ampliamente cultivados en todo el mundo. El presente trabajo de investigación se estableció para evaluar la “Respuesta agronómica de tres variedades de cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.) bajo dos tipos de control fitosanitario en Laguacoto, Provincia Bolívar.” Los objetivos planteados fueron: i) Evaluar la respuesta agronómica de las variedades de cebada cervecera, según las condiciones agroecológicas de la zona en estudio. ii) Identificar el tipo de control fitosanitario con mayor eficiencia en el cultivo de cebada cervecera. iii) Determinar la calidad y rendimiento del grano de cebada cervecera. Los tratamientos en estudio fueron para el FA (Controles fitosanitarios), para el FB tres (Variedades de cebada cervecera). Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 2x3x3 repeticiones en parcelas divididas. El tipo de análisis que se realizó fue, prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos, análisis de correlación y regresión lineal simple. Las variables agronómicas que se evaluó fueron: Porcentaje de emergencia (PE), Días al espigamiento (DE), Altura de planta (AP), Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Tamaño de espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Incidencia de mancha foliar (IMF), Incidencia de roya amarilla (IRA), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (kg hL^{-1}), Rendimiento de grano (kg), Rendimiento (kg ha^{-1}), Vigor de planta (VP), Hábito de crecimiento (HC), Tipo de paja (TP) y Tipo de grano (TG). Los resultados estadísticos demostraron que los controles fitosanitarios fueron significativos y altamente significativos dependiendo de las variedades, el tratamiento que registró el mayor promedio de rendimiento fue: A1B3 (Propiconazole + INIAP- Cañicapa 2003) con 4797 kg ha^{-1} . En las variables cualitativas, se observaron resultados homogéneos en vigor de planta (VP) y hábito de crecimiento (HC).

Palabras claves: Cebada cervecera, propiconazole, INIAP-Alfa 2021, roya amarilla

SUMMARY

Barley is one of the oldest and most widely cultivated cereals in the world. The present research work was established to evaluate the “Agronomic response of three varieties of brewing barley (*Hordeum vulgare* L.) under two types of phytosanitary control in Laguacoto, Bolívar Province.” The objectives set were: i) Evaluate the agronomic response of brewing barley varieties, according to the agroecological conditions of the study area. ii) Identify the type of phytosanitary control with greater efficiency in the cultivation of brewing barley. iii) Determine the quality and yield of brewing barley grain. The treatments under study were for FA (Phytosanitary Controls) for FB three (Merking Barley Varieties). The Randomized Complete Block Design (DBCA) was used in a factorial arrangement of 2x3x3 repetitions in divided plots. The type of analysis that was performed was Tukey's test at 5% for treatment averages, correlation analysis and simple linear regression. The agronomic variables that were evaluated were: Percentage of emergence (PE), Days to heading (DE), Plant height (AP), Number of spikes per square meter (NEMC), Spike size (TE), Number of grains per spike (NGE), Leaf spot incidence (IMF), Yellow rust incidence (IRA), Thousand grain weight (PMG), Test weight (kg hL⁻¹), Grain yield (kg), Yield (kg ha⁻¹), Plant Vigor (PV), Growth Habit (HC), Straw Type (TP) and Grain Type (TG). The statistical results demonstrated that the phytosanitary controls were significant and highly significant depending on the varieties, the treatment that recorded the highest average yield was: A1B3 (Propiconazole + INIAP- Cañicapa 2003) with 4797 kg ha⁻¹. In the qualitative variables, homogeneous results were observed in plant vigor (PV) and growth habit (HC).

Key words: Malting barley, propiconazole, INIAP-Alfa 2021, yellow rust

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es el quinto cereal de mayor producción a nivel mundial, con el 50% del área y 63% del volumen de producción concentrados en Europa. 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.*), se mantiene como un insumo importante para la industria alimentaria, en especial para la industria cervecera (Lema, 2017).

Actualmente, entre los productores más importantes del mercado se encuentran la Unión Europea, Rusia, Canadá, Australia, Ucrania, Turquía. Cabe señalar que Argentina desde hace un lustro ha ingresado en ese escenario. La producción mundial de cebada, representa el 8% de la producción mundial de cereales, en los años 2018/2019 superó los 141 millones de toneladas. Además, la relación mundial de stock/consumo se ubicaría en torno al 15%, siendo ésta la más baja en las últimas dos décadas (Bernardi, 2021).

En el año 2020 en el Ecuador, según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA), el área de cebada 11155 ha con una productividad de 1.4 t ha⁻¹. Estos cereales se encuentran, distribuidos en todas las provincias de la Sierra entre los 2200 y 3400 metros de altitud. En el año 2020 en el caso de la cebada las importaciones superaron las 67 mil t/año (Lema, 2017).

Las provincias de Chimborazo (3325 ha), Pichincha (2304 ha), Carchi (1392 ha), Tungurahua (1206 ha), Cotopaxi (1105 ha), Imbabura (777 ha), Azuay (49 ha), Cañar (37 ha) y Loja con (7 ha), son principalmente donde se cultiva la cebada (ESPAC, 2022).

En la provincia Bolívar, en el año 2020 se cultivaron 1408 hectáreas de cebada, de las cuales se cosecharon 1355 ha, con una producción de 1127 Tm con un rendimiento promedio de 0,83 T/ ha (ESPAC, 2022).

La cebada ha sido, a través de los años, el ingrediente clave para obtener cerveza de buena calidad. Este producto natural, que desde su cultivo debe ser tratado con altos estándares, representa para muchos expertos cerveceros el alma de esta bebida milenaria. A pesar de que su uso es conocido mayormente para la elaboración de malta, el cereal también es usado en la preparación de alimentos (Manzano, 2022).

La industria cervecera exige que una variedad de cebada presente una serie de características en el grano, sin embargo, una de las más importantes resulta ser el contenido de proteína, mismo que debe estar entre el 10 al 12%. El contenido de proteína en el grano, es una característica varietal, y además depende del manejo agronómico en cuanto a las densidades de siembra, el control fitosanitario y la interacción con el ambiente (Monar, 2019).

El control fitosanitario de los cultivos supone realizar una serie de técnicas de aplicación de productos que implican su correcta distribución, para lo cual es preciso disponer de la maquinaria adecuada a cada producto perfectamente calibrada. Todo ello supondrá un ahorro de productos y del tiempo necesario para realizar los tratamientos, así como un menor impacto ambiental. Esto es de suma importancia para un buen control fitosanitario ya que con esto evitaremos que surjan enfermedades que puedan dañar nuestro cultivo en sus diferentes etapas de desarrollo (García, 2019).

1.2. PROBLEMA

En la actualidad a nivel de todo el país y en la Provincia Bolívar, en el Cantón Guaranda, el problema principal es la falta de tecnologías y conocimientos sobre el manejo sanitario de los cultivos de cebada, que ha incrementado problemas fitosanitarios significativamente, como la roya, escaldaduras, manchas foliares y presencia de virus, que inciden sobre la reducción de la productividad y los agricultores no han podido solucionar hasta el momento.

El condicionamiento principal por falta de variedades resistentes asociados al cambio climático ha venido evidenciando un aumento de plagas y enfermedades, porque existe una exigencia de la demanda de nuevas variedades generadas tanto por el INIAP como UEB, en la localidad de Laguacoto III de la Provincia Bolívar.

Las enfermedades fúngicas como roya amarilla (*Puccinia striiformis*), manchas foliares (*Pyrenophora teres*) y fusarium son unos de los principales factores limitantes de los rendimientos y calidad de granos de cebada, especialmente en las cebadas con destino a maltería.

La falta de acceso a información y capacitación adecuada sobre enfermedades y medidas de control fitosanitario puede dificultar que los agricultores adquieran el conocimiento necesario para manejar los problemas fitosanitarios en sus cultivos de cebada ya que viene afectando a la economía del país.

Esta investigación se centra en analizar la vulnerabilidad de la cebada ante diversas cuestiones fitosanitarias, lo que lleva a que los agricultores realicen inversiones significativas con resultados poco rentables. Al evaluar las tres variedades de cebada cervecera, se avanza en el proceso de desarrollar una nueva variedad que presente cierta resistencia a enfermedades. Esto, a su vez, posibilitará que los productores obtengan un mayor rendimiento de sus cultivos, mejorando así sus ingresos económicos y, en consecuencia, elevando su calidad de vida.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la respuesta agronómica de tres variedades de cebada cervecera, bajo dos tipos de control fitosanitario.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la respuesta agronómica de las variedades de cebada cervecera, según las condiciones agroecológicas de la zona en estudio.
- Identificar el tipo de control fitosanitario con mayor eficiencia en el cultivo de cebada cervecera.
- Determinar la calidad y rendimiento del grano de cebada cervecera.

1.4. HIPÓTESIS

H₀: La respuesta agronómica del cultivo de cebada cervecera, no depende de las variedades, el control fitosanitario ni su interacción genotipo ambiente.

H₁: La respuesta agronómica del cultivo de cebada cervecera, depende de las variedades, el control fitosanitario y su interacción genotipo ambiente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es uno de los cultivos agrícolas más antiguos en el mundo. Restos arqueológicos de granos de cebada han sido encontrados en la región del Creciente Fértil, Mesopotamia, indicando que el cultivo fue domesticado alrededor del año 8000 a.c. Debido a su centro de origen o de diversidad, la cebada se ha desarrollado en una gama ecológica desde círculo polar ártico en Finlandia, en la India tropical a una altura de 500 msnm hasta los Andes Ecuatorianos por encima de 3000 m.s.n.m. (Ponce et al; 2019).

2.2. Clasificación taxonomía

Reino:	Plantae – Planta
Subreino:	Tracheobionta – Plantas vasculares
División:	Magnoliophyta – Plantas que florecen
Clase:	Liliopsida – Monocotiledoneas
Clase:	Commelinidae
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	Hordeum
Especie:	vulgare
Nombre Científico:	<i>Hordeum vulgare</i> L.
Nombre Común:	Cebada

(Ponce, 2019).

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Raíz

La raíz es de tipo fasciculado, fibroso alcanza poca profundidad en comparación con el de otros cereales. La cebada produce raíces primarias y secundarias. Las

secundarias se desarrollan en los primeros 20 cm, aunque esta profundidad varía según la fertilidad y la humedad del suelo, pudiendo alcanzar un metro (Garrido, 2017).

2.3.2. Tallo

El tallo se caracteriza por ser erecto, formado por varios entrenudos, los mismos que son más anchos en el centro que en los extremos. La altura de los tallos varía de 0.50 cm a 1 m dependiendo de las variedades y otros factores. La planta tiene un tallo principal y macollos o hijuelos. El número de tallos o macollos en cada planta es variable, cada macollo produce una espiga, pero el macollamiento depende de las condiciones ambientales y de las prácticas culturales (Rivera, 2017).

2.3.3. Hojas

Las hojas son lineales, lanceoladas y compuestas de una vaina, una lámina, una lígula y dos aurículas. Son glabras (no pubescentes) y rara vez pubescentes; su ancho varía entre 5 y 15 mm. Las vainas envuelven el tallo completamente. La lígula y especialmente las aurículas, distinguen a la cebada de otros granos de cereales: son glabras, envuelven el tallo y puede estar pigmentadas con antocianinas (Hernández, 2018).

2.3.4. Flores

Las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas. La fecundación es autógena, las flores se abren después de haberse realizado la fecundación, importante para la conservación de los caracteres de una variedad determinada (Perez, 2018).

2.3.5. Inflorescencia

La inflorescencia de la cebada es en forma de espiga y está ubicada en la parte terminal del tallo, está formada de espiguillas que se colocan en forma alterna y opuesta en los nudos del raquis o el eje de la espiga. De acuerdo al número de espiguillas por nudo de raquis, la cebada, puede ser de 6 hileras o de 2 hileras o de tipo irregular (Chancasanampa, 2020).

2.3.6. Espigas

Las espigas pueden ser barbadadas, sin barbas (múticas) y también pueden ser lisas o dentadas. La espiga está formada por espiguillas, las cuales están dispuestas de tres en forma alterna a ambos lados del raquis. Si todas las espiguillas se presentan fértiles se originará una espiga de seis hileras (Hexástica), si, solo resultan fértiles las 7 espiguillas centrales, se originará una espiga de dos hileras (dística) (Ponce et al; 2019).

2.3.7. Fruto

Están formados por el fruto con su semilla (cariópside) que, con el pericarpio, el lema y la palea (glumillas) forman la cascara del fruto la misma que está adherido a la semilla (salvo en el caso de la cebada desnuda). Este fruto es seco, indehiscente, con una sola semilla que posee dos partes, el embrión y el endospermo (Ponce et al; 2020).

2.4. Descripción vegetativa

2.4.1. Germinación

Para que se produzca la germinación, la semilla debe estar fisiológicamente madura y sin latencia (León, 2010). El grano absorbe entre un 45 - 60% de su peso en agua, iniciándose la germinación cuando se ha absorbido un 25%. La temperatura óptima para esta fase es de 20 - 22 °C, siendo su duración normal 12 a 15 días, no obstante, se pueden producir retrasos por frío, siembras profundas, suelos demasiado asentados o excesos de humedad (Escobar, 2018).

2.4.2. Producción de hojas o crecimiento de plántula

Una vez emergida la planta el coleóptilo deja de crecer y aparecen las primeras hojas verdaderas. Las hojas aparecen aproximadamente cada tres a cinco días dependiendo de la variedad y condiciones. Cuando la planta tiene de dos a tres hojas, el ápice o punto de crecimiento pasa de la fase vegetativa o de formación de hojas a la fase reproductiva, iniciándose la formación de la espiga embrionaria. Los cereales invernales requieren de bajas temperaturas o vernalización para completar

este proceso. Del tallo principal generalmente se forman ocho a nueve hojas, las variedades de maduración tardía generalmente forman más hojas (Mesías & Yáñez, 2022).

2.4.3. Macollamiento

Esta fase depende de la variedad, época de siembra, fertilización y otros factores, pero en promedio varía de 40 a 60 días después de la germinación. Si se han registrado poca precipitación durante el año la planta ahijará poco, la competencia entre ellas será mínima y su desarrollo será bueno (Aguirre et al; 2017).

2.4.4. Encañado

Es el alargamiento de los entrenudos que mediante la formación de materia seca en los mismos le da rigidez a la planta. Durante este periodo se forman el número de espigas por planta, durando alrededor de 30 días aproximadamente y termina con la diferenciación de los estigmas en las flores (Mesías & Yáñez, 2022).

2.4.5. Espigamiento

El espigamiento se caracteriza por la emergencia de las aristas y por la presencia de espiguillas primordiales. Días después del espigamiento, ocurre la aparición del primer estambre y la apertura de las flores comienza en el segundo tercio de la espiga empezando por la espiguilla central, posteriormente las laterales y continúa hacia arriba y hacia abajo. La flor se abre por 100 minutos, pero la extrusión de las anteras y su dehiscencia es de solamente 10 minutos (Molina & Guaman, 2022).

2.4.6. Madurez fisiológica

La cebada ha alcanzado la madurez fisiológica cuando los granos poseen un 40% de humedad, esto quiere decir que las glumas han perdido su coloración verdosa y el último entrenudo se presenta seco, pero se debe esperar que las semillas tengan una humedad de 14% (grano duro) para ser cosechadas y trilladas en óptimas condiciones (Miranda, 2019).

2.4.7. Semilla

Debemos utilizar semilla de calidad, para asegurar un buen porcentaje de germinación de plantas de cebada. Una característica de la semilla de calidad es su pureza física, genética y fisiológica (Garrido, 2017).

2.5. Requerimientos edafoclimáticos

2.5.1. Clima

La cebada es poco exigente en cuanto el clima, por lo cual su cultivo es muy extendido, vale mencionar que crece mejor en climas frescos y moderadamente secos, el cultivo de cebada para que pueda lograr la madures fisiológica requiere menos unidades de calor, por ello alcanza altas latitudes y altitudes (Chancasanampa, 2020).

2.5.2. Altitud

La mayor presencia de este cultivo se registra en las regiones interandinas con altitudes que varían desde los 2400 a 3300 msnm (Moreta et al; 2020).

2.5.3. Temperatura

Los requerimientos en temperatura en la cebada para la etapa de emergencia son de 20° C, crecimiento 20° C, floración de 16 a 17° C y llenado de 20° C (Manzano, 2022).

2.5.4. Pluviosidad

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 (Allan & Quinatoa, 2020).

En Laguacoto la cebada se desarrolla en buenas condiciones con una precipitación de 500 mm y bien distribuida durante el ciclo de cultivo (Monar, 2019).

2.5.5. Suelo

Prefiere suelos fértiles, pero se puede obtener buenos rendimientos en suelos hasta poco profundos y pedregosos, con tal que no falte el agua al comienzo de su desarrollo. Los suelos arcillosos son problemáticos para su adecuado crecimiento y tolera bien el exceso de salinidad en el suelo. Los terrenos compactos le son desfavorables pues dificultan la germinación y las primeras etapas del crecimiento de la planta (Baldoce, 2015). En el cultivo de cebada hay que prestar mayor atención ya que en suelos con una óptima fertilidad y años lluviosos, el acame puede ocasionar problemas en la trilla y una reducción 25 en la cosecha (Rivera, 2017).

2.6. Prácticas y labores en el manejo del cultivo

2.6.1. Preparación del terreno

La preparación debe realizarse con dos meses de anticipación a la siembra debido a que la maleza debe descomponerse para incorporarse al suelo. La preparación del lote depende de las labores culturales realizadas en el ciclo anterior, en lotes con barbecho o en descanso puede consistir en un pase de arado y dos pases de rastra (Mesías & Yáñez, 2022).

2.6.2. Densidad de siembra

La cebada es sembrada a densidades de 135 a 180 kilogramos por hectárea empleando semillas de calidad. La densidad puede variar dependiendo del porcentaje de germinación (Ponce et al; 2020).

2.6.3. Siembra

Normalmente se realiza, al inicio de las épocas de lluvia, de manera la cosecha coincida con la época seca, una adecuada humedad del suelo garantizara una buena germinación de la semilla. El método manual al voleo es la forma más común de siembra en la Sierra Ecuatoriana. La siembra no debe de ser ni muy profunda ni muy superficial, lo ideal es que la semilla se encuentre de 2.0 a 5.0 cm de profundidad (Allan & Quinatoa, 2020).

2.6.4. Fecha de siembra de la cebada

La fecha de la siembra va desde febrero, a inicios de marzo, pero el período se puede extender hasta julio dependiendo la variedad (Perrochón, 2018).

En Ecuador hay tres épocas de siembra establecidas para este cultivo:

- Octubre, noviembre e inicios de diciembre, para la zona centro. Provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.
- Finales de diciembre, enero e inicios de febrero para la zona norte. Provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi.
- Finales de febrero, marzo y abril, para la zona centro-sur. Provincias de Bolívar, Cañar, Azuay y Loja (Famagro, 2021).

2.6.5. Calidad de semilla

Para obtener las condiciones y requerimientos óptimos es necesario utilizar una semilla de buena calidad, que sean de categorías “Registrada” o “Certificada” con un porcentaje mínimo de germinación del 85%. Es necesario seleccionar y desinfectar la semilla con Carboxin + Captan (Vitavax 300) en una dosis de 100 g por quintal con el propósito de prevenir enfermedades que se transmiten por este medio (Castro, 2022).

2.6.6. Profundidad de siembra

Una buena germinación y emergencia de la semilla de cebada ocurre cuando la profundidad de siembra es de 2.5 a 4.0 centímetros (Ponce et al; 2020).

2.7. Control de malezas

Para el control de malas hierbas se recomienda realizar rotaciones de cultivos evitando el monocultivo. Tanto las técnicas de no laboreo (siembra directa) o laboreo mínimo, dan buenos resultados en regadío y son más controvertidas en seco, pero en general en todos los casos, se debe inicialmente pasar una arada de discos y aportar o eliminar los restos del cultivo anterior. Luego, conviene también

que el terreno quede mullido, pero no excesivamente fino para que no se formen costras, del mismo modo que el arado no debe ser excesivamente intenso y agrietado en profundidad, de esa manera evitando el desarrollo de las malezas en el cultivo de cebada (Allan & Quinatoa, 2020).

El control de malezas puede ser:

- **Manual:** Se lo realiza arrancando las malezas más grandes, teniendo la precaución de no maltratar al cultivo. Siempre que los campos sean pequeños y se disponga de mano de obra se puede deshierbar a mano. Este trabajo debe hacerse cuando las plantas están macollando, cuidando de no malograr las raíces del cultivo (Rivera, 2017).
- **Químico:** El control químico involucra la aplicación de un herbicida específico para el control de malezas de hoja ancha; empleando metsulfurón – metil se obtienen buenos resultados al ser aplicado al inicio del macollamiento (30 – 40 días después de la siembra (Garrido, 2017).

2.8. Riego

Por lo general, la cebada se cultiva en regiones agroclimáticas con menor disponibilidad. La cebada tiene un coeficiente de transpiración similar al cultivo del trigo, aunque, por ser de ciclo más corto, la cantidad de agua absorbida es algo inferior. La cebada tiene como ventaja que exige más agua al principio de su desarrollo que al final y requiere 420 mm en todo su ciclo agrícola, también podemos indicar que la cebada es más resistente a la sequía (Tumiri, 2018).

2.9. Cosecha

El manejo del cultivo de cebada continúa en la cosecha y el almacenamiento. La cebada debe ser cosechada antes de romperse o germinar en la espiga, pero debe estar lo suficientemente seca para un almacenamiento seguro (menor al 15% de humedad). Si el contenido de humedad del grano es superior al 13%, debe secarse antes de ser almacenado. La trilladora debe calibrarse correctamente para evitar pelar o agrietar el grano y minimizar las pérdidas de cosecha. El grano pelado o

agrietado germina en cualquier momento y es más susceptible al daño causado por moho e insectos (Ponce et al; 2020).

2.10. Labores poscosecha

- **Secado del grano**

El grano debe secarse para que no supere el 13 % de humedad requerido en la industria y evitar daño en la semilla almacenada (Carrillo & Minga, 2021).

- **Limpieza y clasificación**

La semilla debe limpiarse y clasificarse por tamaño antes de ser almacenada, empleando mallas de 2,5 mm (Castro, 2022).

- **Ensacado e identificación de la semilla**

La semilla seca, limpia y clasificada debe colocarse en sacos en buen estado y limpios, los cuales deben ser identificados con una etiqueta que contenga la siguiente información básica: nombre del cultivo, fecha de cosecha, nombre del productor y peso (Ponce et al; 2022).

2.11. Almacenado

Una vez terminadas las labores de poscosecha la semilla debe ser almacenada en un lugar seco, libre de humedad, con buena ventilación y libre de roedores. Los sacos no deben estar en contacto directo con el suelo o pegados a las paredes, porque la semilla puede absorber humedad de estas superficies (Allan & Quinatoa, 2020).

2.12. Plagas

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

Tienen cuerpo blando casi transparente cuando están en cantidades abundantes, pueden causar amarillamiento y muerte prematura de las hojas. Exudan gotitas de un líquido azucarado (roció de miel) que puede causar diminutas manchas chamuscadas en las hojas y favorecen el desarrollo de mohos negros al alimentarse (Famagro, 2021).

El principal problema de esta plaga es el daño que producen de forma indirecta como transmisores de virosis como el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV). La cebada muestra una mayor sensibilidad. Los pulgones colonizan los cultivos de trigo y realizan picadas sobre las hojas que adquieren tonalidades amarillas (Agrointegra, 2019).

- **Gusano de Alambre (*Agriotes* sp.)**

Adulto con el cuerpo castaño negro. Las antenas de color castaño con el segundo artejo de la antena más largo que el tercero. Protórax un poco más largo que ancho. Pubescencia castaña dorada. Longitud de 7 a 9 mm. Larva cilíndrica con el tegumento duro (coriáceo) de color amarillo. Los adultos aparecen a partir de mayo hasta julio. Colocan huevos en grupos de 5-6 hasta unos 200 huevos. Las larvas nacen después de unos 15 días de incubación y se alimentan de material vegetal. La fase larvaria en el suelo puede llegar a 4 años pasando por ocho mudas. Al final de la última primavera desarrollan la pupa y emerge el adulto. Las partes dañadas son las raíces y los órganos subterráneos, así pueden producir daños directos al destruir plantas cultivadas como en el caso de cereales (Agroterra, 2020).

- **Nematodos**

Los nematodos también perjudican los cultivos de la cebada, sobre todo en años poco lluviosos. Los síntomas del ataque de nematodos se presentan en zonas concretas de las parcelas infectadas formando rodales en los que las plantas se desarrolla con mucha dificultad, amarillándose, si no mueren en esta fase, ahíjan muy poco y producen espigas pequeñas y deformadas (Famagro, 2021).

2.13. Enfermedades

- **Roya lineal o roya amarilla (*Puccinia striiformis*)**

La roya amarilla es una enfermedad causada por, un hongo que ataca a cualquier parte del área de la planta de cebada, principalmente a las hojas y espigas. En las hojas el hongo produce pústulas de color amarillo y aspecto pulverulento, dispuestas en forma de estrías lineales y paralelas al sentido de las nervaduras. Los

síntomas se pueden presentarse en cualquier hoja de la planta, pero preferentemente en las hojas del tercio medio de la planta con pústulas visibles y formando líneas de 2-4 cm o más. El desarrollo de la infección puede ser muy explosivo dañando completamente las hojas en 12 o 15 días, incluso vainas foliares, en la espiga la infestación también puede comprometer a variedades susceptibles, infectando así glumas y barbas (Agroterra, 2020).

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

La roya de la hoja en la cebada es producida por *Puccinia hordei*. Se caracteriza porque las pústulas tienen forma circular o ligeramente elíptica y su distribución no sigue ningún patrón, el color de las pústulas fluctúa entre el anaranjado y el café anaranjado. Este patógeno puede reducir el rendimiento hasta en un 50%. La mejor manera de combatirlo es usando variedades resistentes a este patógeno (Ponce et al; 2020).

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

Los síntomas del enanismo amarillo de la cebada (BYD) varían según la especie de cultivo afectada, la edad de la planta en el momento de la infección, la cepa del virus y las condiciones del medio. Los síntomas con frecuencia se encubren o se confunden con otros problemas. Las plantas afectadas presentan hojas amarillentas (imagen de la derecha) o rojizas (avena y algunos trigos), enanismo, hojas engrosadas y rígidas en posición erecta (imagen izquierda), crecimiento de raíces reducido, retraso (o ausencia) de la formación de espigas y disminución del rendimiento. Las temperaturas de aproximadamente 20°C son favorables para el desarrollo de la enfermedad y los síntomas aparecen alrededor de 14 días después (Allan & Quinatoa, 2020).

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

La mancha foliar denominada “escaldadura” es causada por el hongo *Rhynchosporium secalis*, ataca a todos los órganos de la planta; se presenta como manchas aisladas o agrupadas, de forma romboidal y de color verde oliváceo claro a verde grisáceo. Esta enfermedad se puede transmitir por la semilla y por el rastrojo

infectado que queda en el campo. Para combatirlo hay que usar variedades resistentes y semilla de calidad desinfectada (Molina & Guaman, 2022).

- **Carbón desnudo (*Ustilago nuda*)**

El carbón desnudo es un hongo basidiomiceto que pueden atacar a la cebada, esta enfermedad suele ser más débil, con aspecto clorótico, presenta un menor ahijamiento, tiene una talla más reducida y presenta una mayor precocidad hasta el estado de espigado. Cuando las espigas salen de la vaina se observa que todos los órganos florales están completamente destruidos y en su lugar aparece una abundante masa pulverulenta, de color negro verdoso constituida por las esporas (Zúñiga, 2021).

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

Su denominación responde a que la masa pulverulenta de esporas en que quedan convertidos los granos, permanece encerrada en el interior de las glumillas. La masa de teliosporas que sustituye al ovario tiene un color pardo a negro purpúreo. Las esporas tienen forma esférica a subesférica, son de color amarillento a pardo y su pared es lisa y delgada; miden 5-11 μm de diámetro. La membrana del soro, que sustituye a los granos en las espigas, no se rompe hasta el momento de la recolección. Las espigas infectadas crecen más tarde que las sanas. También se pueden formar soros en bandas sobre la hoja bandera o como agallas en el tallo (Fragoso, 2019).

2.14. Fertilización

Es importante realizar un análisis de suelo para la práctica de fertilización que se realiza según se requiera puede realizarse, en el momento de la siembra o después de la siembra. En suelos de textura ligera, se debe aplicar en la siembra todo el fósforo y dos tercios de nitrógeno. En suelos pesados, se recomienda aplicar todo el fósforo y nitrógeno al tiempo de sembrarse. Se puede decir que los cereales requieren entre 40 y 200 kg de nitrógeno, de 20 a 60 kg de fósforo y hasta 40 kg de potasio por hectárea (Carrillo & Minga, 2021).

La recomendación de fertilización media general es de 80, 60, 40 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, con esta recomendación se podría alcanzar un rendimiento potencial de hasta 3 Tm por ha. La extracción de nutrientes por tonelada de grano de cebada producida es de 26 kg de N, 9 kg de P, 21 kg de K (Ponce et al; 2020).

Bajo este requerimiento el agricultor puede aplicar cuatro sacos de 10-30-10 a la siembra y luego, al macollamiento de 30 a 45 días después de la siembra, un saco de urea de 50 kg ha⁻¹ o un saco de sulphomag aplicado al voleo con humedad en suelo (Cajamarca & Montenegro, 2015).

2.15. Variedades usadas en el ensayo

2.15.1. Voyager

Esta variedad de cebada “Voyager” de origen mexicano representa un rendimiento de 2.5 toneladas métricas por hectárea lo que da como resultado un incremento del 30% de media nacional que con la cebada forrajera. El programa Siembra por Contrato propone invertir en el agro ecuatoriano, alrededor de 12 millones de dólares hasta 2025, para beneficiar a más de 170000 personas que conforman la cadena de producción. Cervecería Nacional y su marca Nuestra Siembra reafirman su compromiso con el agro ecuatoriano quienes representan el 9.4% de PIB del Ecuador. Ahora mismo anunciaron un gran paso para el país: Por primera vez se logra cosechar cebada maltera (variedad Voyager de origen mexicano) en Chillanes, Gualaceo, Riobamba, y otras ciudades (Poveda, 2022).

2.15.2. INIAP Cañicapa 2003

Esta es una variedad de cebada de dos hileras proveniente de la cruza INIAP–SHYRI 89/3/GAL/PI6384//ESC-II-72-607-1E-1E-1E-5E, de acuerdo al historial de selección E97-9053-3E-0EC-1E-0E-0E-0E-0E. Puede ser cultivada en zonas del austro que tengan una altura de 2400 a 3200 m.s.n.m y una pluviosidad de 500 - 700 mm durante el ciclo de cultivo. Su mayor atributo es el alto contenido de proteína, así como también buen rendimiento del grano, razón por la cual esta variedad contribuirá a mejorar la dieta de los campesinos de las zonas altas de la sierra ecuatoriana (Garrido, 2017).

2.15.3. INIAP Alfa 2021

La nueva variedad maltera INIAP-Alfa 2021 se originó por el cruzamiento entre la línea STANDER-BAR y la línea CALI92/ROBUST realizado en el CIMMYT-México. La cual fue introducida por el Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en el año 2007. INIAP-Alfa 2021 fue evaluada y seleccionada en campos experimentales y campos de productores de la Sierra, como nueva variedad mejorada con características malteras. INIAP-Alfa 2021 puede ser cultivada en zonas cebaderas de la Sierra ecuatoriana de las provincias de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Azuay, comprendidas entre los 2000 a 3200 metros de altura, con temperaturas de 13 a 24 °C y precipitaciones de 400 a 700 mm (Ponce et al; 2022).

Características agronómicas de las variedades vigentes de cebada liberadas por el INIAP Cañicapa 2003 y INIAP Alfa 2021

Características	INIAP Cañicapa 2003	INIAP Alfa 2021
Ciclo del cultivo (días)	170 – 180	160 - 180
Espigamiento (días)	85 – 90	80 - 90
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	3000 – 5000 kg ha ⁻¹	3000 - 4000
Susceptibilidad a estrés hídrico	Tolerante	Tolerante

Reacción de enfermedades

Roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>)	Resistencia	Resistencia
Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	Resistencia	Resistencia
Enanismo de los cereales (BYDV)	Resistencia	Resistencia

Fuente:* (Garrido, 2017)** (Ponce et al; 2022).

Características morfológicas de las variedades de INIAP Cañicapa 2003 y INIAP Alfa 2021.

Características	INIAP Cañicapa 2003	INIAP Alfa 2021
Número de granos por espiga	30	30 - 40
Número de hileras	2	6 (hexástica)
Tipo de espiga	Barbada	Barbada
Tipo de grano cubierto	Cubierto	Cubierto
Densidad de espiga compacta	Compacta	Compacta
Forma de grano	Oblongo	Oblongo
Color de grano amarillo	Amarillo claro	Amarillo
Color de espiga amarilla	Blanco	Amarilla
Número de macollos 3 - 5	8 - 10	3 - 5
Tipo de tallo	Tolerante al vuelco	Resistente al Acame
Tamaño de espiga	12 cm	8 – 9cm

Fuente: * (Garrido, 2017)** (Ponce et al; 2022).

2.16. Mejoramiento genético de la cebada

El mejoramiento genético consiste en obtener germoplasmas con mejores características como: mayor rendimiento, calidad, resistencias a factores abióticos entre otras. En otros términos, el mejoramiento genético busca o tiene la finalidad de crear germoplasmas más eficientes que permitan producir materias primas para cubrir la demanda en distintos sectores como: la industrialización, alimentación humana y animal (Rivas, 2016).

El cultivo de cebada ha sufrido importantes cambios durante los diferentes procesos de domesticación y de mejoramiento genético. Durante las últimas décadas el mejoramiento se ha centrado en la cebada de dos hileras, en diferentes aspectos como el rendimiento, calidad del grano, enfermedades y adaptación a estrés biótico y abiótico, evitando afectar la calidad maltera (Orrala, 2020).

2.17. Características de la cebada maltera

En la industria cervecera, para calidad maltera, las características más importantes son el porcentaje de proteínas y el calibre de los granos. Las proteínas cumplen un rol fundamental en la expresión de la calidad, su contenido está relacionado con la actividad enzimática llamada a hidrolizar los almidones. Un bajo contenido de proteínas resultará en baja actividad diastásica, pero un valor excesivamente alto, causará una reducción proporcional del contenido de carbohidratos. De acuerdo a las normas de la industria cervecera, el contenido de proteína debe tener un valor mínimo de 10% y un valor máximo de 12% (Arellano, 2018).

2.18. Atributos de calidad

2.18.1. Las proteínas en los cereales: Cebada

La composición total de proteína de grano de cebada varía de 8 % a 13 %, con diversos tejidos de grano de cebada enriquecidos con tipos específicos de proteína en diferentes niveles. Las proteínas principales en la cebada son la hordeína (35 - 45 %) y la glutelina (35 - 45 %), mientras que el salvado y el germen de cebada están enriquecidos en proteínas citoplasmáticas (principalmente albúmina y globulina). De tal manera que los usó para extraer, cuantificar y clasificar las proteínas de almacenamiento de los cereales.

- **Albúminas:** engloba las proteínas solubles en agua o en disoluciones salinas diluidas.
- **Globulinas:** esta fracción requiere concentraciones salinas más elevadas.
- **Prolaminas, u hordeínas:** en el caso de la cebada: son la fracción soluble en alcohol.
- **Glutelinas:** son la fracción más difícil de solubilizar, siendo extraíbles con álcalis y ácidos débiles o soluciones detergentes diluidas (González, 2020).

2.18.2. Características

La variedad de cebada cervecera a seleccionar debe cumplir con características físicas y bioquímicas; entre las características físicas se encuentran: un grano grueso

y redondeado de tamaño uniforme, de color amarillo claro, con una cascarilla fina y rizada y libre de infecciones de microorganismos. Entre las características bioquímicas se refiere a la gran capacidad de absorción de agua y a la baja capacidad de letargo; la semilla debe germinar uniformemente y en un tiempo mínimo, produciendo la mayor cantidad de malta posible por unidad de peso de cebada (Ávila, 2020).

- **Características de calidad física de cebada cervecera**

- Sin mezcla varietal.
- Granos uniformes y tamaño grueso (calibre).
- Libre de granos pelados y rotos, la cascarilla debe ser fina y rizada.
- Granos brillantes, de color amarillo claro.
- Sin granos pre germinados.
- 100% libre de plagas e infestaciones; sin material extraño físico o químico, susceptible de producir daños en la calidad o en los equipos de molturación.

- **Características de calidad bioquímica de cebada cervecera**

- Ausencia de letargo.
- Porcentaje de proteínas entre 8.5 y 13.5%.
- Bajo contenido de humedad (base 12%).
- Germinación pareja, más del 95%.
- Alto porcentaje de extracto fermentable.
- Humedad: Máximo 22%.
- Impurezas: Máximo 7%.
- Con puntaje sobre malla 2.5 mm: mínimo 65% (Ávila, 2020).

2.19. Control fitosanitario

El método y técnica para la prevención, control y eliminación o curación de las enfermedades de las plantas. Es necesario el control de la roya y la escaldadura se puede aplicar Propiconazole en una dosis de 0.5 L ha⁻¹. Aunque la mejor manera de controlar enfermedades es usar semilla de variedades de cebada resistentes como

las liberadas por el INIAP. El control del carbón es mediante una adecuada desinfección de la semilla antes de la siembra (Ponce et al; 2022).

2.19.1. Fungicida

El término fungicida no solamente se refiere a un producto que tiene la capacidad de destruir hongos, sino que incluye también todos aquellos compuestos que pueden proporcionar resistencia a la planta huésped o que convierten el medio ambiente en un lugar inadecuado para el desarrollo y crecimiento del organismo infeccioso.

La aplicación de los fungicidas en forma preventiva se realiza a los 41 días de la siembra y los fungicidas curativos a los 70 días de la siembra cuando el cultivo de cebada está en las sub etapas fenológicas Z3.9- Z4.0 (encañado) y Z7.0 (estado lechoso del grano) (Garcia, 2019).

2.19.2. Fungicida propiconazole

Fungicida sistémico y residual, de amplio espectro, que aplicado al follaje tiene un efecto protectante y curativo. Es un fungicida triazol de acción sistémica para el control de enfermedades por hongos; incluyendo enfermedades tipo cenicillas, royas y carbones que atacan a cultivos, como en cebada. Es compatible con la mayoría de los plaguicidas usados tradicionalmente, no obstante; es indispensable realizar previamente un ensayo de compatibilidad. No es tóxico a las plantas, siempre que se aplique utilizando las dosis recomendadas (Agrospec, 2022).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

- **Localización de la investigación**

Se realizó en la granja Laguacoto III de la Universidad Estatal de Bolívar, parroquia Veintimilla, cantón Guaranda, provincia de Bolívar.

- **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:	14.4° C
Precipitación media anual:	980 mm
Heliofania: Horas/ luz / año.	900h/l/año
Humedad relativa:	70%

Fuente: Estación meteorológica Laguacoto II. UEB 2019.

- **Zona de vida.**

La localidad de acuerdo a la zona de vida de Holdridge (1979). se encuentra ubicada en el bosque seco montano bajo (bs-MB).

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Material experimental

Variedades de cebada cervecera y fungicida.

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Control fitosanitario

A1: Propiconazole

A2: Sin fungicida

Factor B: Variedades de cebada cervecera

B1: Voyager

B2: INIAP-Alfa 2021

B3: INIAP - Cañicapa 2003

3.2.3. Tratamientos

Nº Tratamientos	Código	Descripción
T1	A1B1	Propiconazole + Voyager
T2	A1B2	Propiconazole + INIAP - Alfa 2021
T3	A1B3	Propiconazole + INIAP- Cañicapa 2003
T4	A2B1	Sin fungicida + Voyager
T5	A2B2	Sin fungicida + INIAP - Alfa 2021
T6	A2B3	Sin fungicida + INIAP- Cañicapa 2003

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Para este estudio se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 2x3 con tres repeticiones en parcelas divididas.

3.2.5. Manejo del experimento en campo

- **Preparación del suelo**

Se empezó con la preparación 15 días antes de la siembra, con ayuda de un tractor agrícola, se realizó una arada y rastrada, y así tener el terreno listo para la siembra.

- **Trazado de las unidades experimentales**

Se realizó con la ayuda de estacas y piolas de acuerdo con el croquis del ensayo, las cuales tuvieron dimensiones de 7 x 1.2 m para cada una de las parcelas.

- **Siembra**

Este proceso se realizó al voleo, en cada parcela experimental, utilizando una densidad de siembra de 150 kg ha⁻¹, aplicando 126 g de semilla.

- **Control químico de malezas**

El control químico de malezas se realizó con el herbicida selectivo Metsulfurón Metil en dosis de 10 g ha⁻¹, el cual se aplicó, a los primeros días después de la siembra.

- **Fertilización complementaria**

Se aplicó 250 kg ha⁻¹ de urea 15 – 30 - 15 fraccionando en tres aplicaciones una al momento de la siembra luego a los 40 y 70 días en una dosis de 42 g ha⁻¹ en cada parcela al voleo.

- **Control de plagas**

El control de pulgones, se realizó aproximadamente a los 40 días, con insecticida (Acephate) de 300 g ha⁻¹, se aplicó en dosis de 30g por 20 L de agua por una sola vez.

- **Control de enfermedades**

El control fitosanitario para roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia hordei*), se efectuó en forma preventiva a los 60 días con el fungicida Propiconazole de 250 g ha⁻¹, se aplicó en dosis 1.5cc por 20 L de agua solo en los tratamientos sin fungicida.

- **Cosecha**

Se realizó de forma manual con la ayuda de una hoz, cuando las plantas alcanzaron su madurez comercial, teniendo como indicador el color de espiga, color café claro del grano y cuando esté presente una humedad del 13%.

- **Trilla**

Se procedió a realizar de forma manual, en un costal, golpeando con un garrote, con la finalidad de evitar que no se mezclen las semillas de los diferentes tratamientos o de ser el caso en una trilladora experimental.

- **Secado**

Se efectuó en forma manual en un tendal, hasta cuando el grano obtuvo un contenido del 13% de humedad.

- **Aventado**

Para hacer el aventado, se empleó la fuerza del viento con la finalidad de separar el grano de ciertas impurezas como son los restos vegetales.

- **Almacenado**

Se procedió a almacenar en la planta de semillas de la UEB, en unos sacos tamaño pequeños de arroba y de color blanco, para todo el germoplasma maltero, previamente etiquetado, secado y limpiado, con el objetivo de evitar pérdidas en post-cosecha, por roedores.

3.2.6. Métodos de evaluación (variable respuesta)

- **Porcentaje de emergencia (PE)**

Variable que se evaluó, a los 15 primeros días de haber transcurrido la siembra el número de plantas emergidas en cada parcela, se registró por medio de una observación directa en base a la siguiente escala: 1 Bueno: 81-100%; 2 Regular: 60-80 %; 3 Malo:< 60 %.

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

Se evaluó visualmente comparando el desarrollo general de las plantas, en cada parcela de acuerdo a la siguiente escala: 1 Bueno; 2 Regular; 3 Malo (Ponce et al; 2022).

- **Hábito de crecimiento (HC)**

Esta variable se registró a través de una observación directa, en la etapa fisiológica de macollamiento con base, a la siguiente escala: 1 Erecto; 2 Intermedio; 3 Postrado (Ponce, 2019).

- **Días al espigamiento (DE)**

Variable que se registró en cada parcela contando el número de días desde la siembra hasta que presentó espigamiento, más del 50% de las plantas de la parcela experimental.

- **Altura de planta (AP)**

Se evaluó cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica, en 10 plantas al azar, en cada parcela experimental, con ayuda de un flexómetro, desde la base de la planta, hasta la última arista de la espiga, los mismos datos que son expresados en cm.

- **Tipo de paja (TP)**

Esta variable fue evaluada dependiendo de las condiciones durante el desarrollo del cultivo, en base a la siguiente escala: 1 Tallo fuerte; 2 Tallo intermedio; 3 Tallo débil (Galarza, 2019).

- **Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)**

Se realizó por medio de un conteo directo después de haber realizado el corte de un metro cuadrado de la parcela experimental de cada tratamiento, con la ayuda de un cuadrante de 1m x 1m.

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

Se realizó en la fase de madurez comercial del cultivo, en 10 espigas al azar y contar de forma manual el número de granos llenos que tiene cada espiga.

- **Reacción a enfermedades (RE)**

Se determinó las características y atributos que presentan las plantas luego de haber alcanzado su madurez fisiológica, se registró la reacción a enfermedades con la ayuda de la siguiente descripción:

Reacción	Descripción
-----------------	--------------------

5/O	Ningún síntoma visible en la planta
10R	Clorosis o necrosis visibles sin presencia de uredias.
20MR	Pequeñas uredias rodeadas por áreas cloróticas o necróticas.
40M	Uredias de variados tamaños, algunos con clorosis, necrosis o los dos
60MS	Uredias de tamaño medio posiblemente rodeados de clorosis
100S	Grandes uredias generalmente con poca o ninguna clorosis ni necrosis (Ponce et al; 2020).

- **Tamaño de espiga (TE)**

Variable que se evaluó durante su madurez fisiológica en 10 espigas al azar, utilizando una regla, desde la base de la espiga hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas, y sus datos se expresó en cm.

- **Peso hectolítrico (PH)**

Se determinó este componente agronómico, utilizando una balanza de peso hectolítrico, y para lo cual se tomó una muestra de 1 kg de cada parcela experimental y se expresó en kg hL⁻¹.

- **Tipo de grano (TG)**

Se realizó mediante observación los granos de los diferentes tratamientos y se determinó el tipo de grano, con base a la siguiente escala. 1 Grano pequeño; 2 Grano normal; 3 Grano grande (Ponce et al; 2022).

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

Se evaluó después de la cosecha, para lo cual se procedió a tomar una muestra al azar de 1000 granos de cada tratamiento, se pesó en una balanza de precisión y se expresó en gramos.

- **Rendimiento de grano por parcela (R kg)**

El rendimiento en kg/ha se obtuvo mediante la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP * \left(\frac{10000m^2/ha}{ANC m^2/1} * \frac{100 - HC}{100 - HE} \right)$$

Dónde:

R= Rendimiento en kg/ha al 14% de humedad

ANC= Área neta cosechada en m²

HE= Humedad estándar (14%)

PCP= Peso de campo por parcela en kg

HC= Humedad de cosecha en porcentaje (Monar, 2012).

3.2.7. Tipo de análisis

- Análisis de la varianza (ADEVA)

Fuentes de variación	Grados de libertad	CME*
Bloques (r-1)	2	f ² e + 6 f ² Bloques
FA (a-1)	1	f ² e + 6 Θ ² t
Error A (r-1)(a-1)	2	
FB (b-1)	2	f ² e + 6 Θ ² t
A x B (a -1) (b -1)	2	f ² e + 3 Θ ² t
Error experimental (a*b-1)(r-1)	8	f ² e
Total (a*b*r)-1	17	

- Prueba de Tukey al 5 % para promedios de tratamientos.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Variables agronómicas para el factor A (Control fitosanitario)

Tabla 1

Resultados promedios del análisis estadístico en el Factor A (Control fitosanitario) en las variables: Porcentaje de emergencia (PE), Días al espigamiento (DE), Altura de planta (AP), Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Tamaño de espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Incidencia de mancha foliar (IMF), Incidencia de roya amarilla (IRA), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (kg hL⁻¹), Rendimiento de grano (kg) y Rendimiento (kg ha⁻¹).

Variables	A1	R	A2	R	MG	CV
PE (ns)	98.89	A	99.44	A	99.17 %	2.22 %
IRA (*)	5.17	B	88.86	A	47.01 %	6.59 %
AP (ns)	91.90	A	94.01	A	92.96 cm	4.62 %
NEMC (ns)	515	A	486	A	501 espiga	10 %
TE (*)	7.50	B	7.85	A	7.68 cm	3.64 %
NGE (ns)	31	A	31	A	31 granos	7.61 %
IMF (ns)	80.94	A	84.06	A	82.50 %	7.12 %
DE (ns)	74	A	74	A	74 días	0 %
PMG (*)	50.63	A	42.73	B	46.68 g	3.37 %
PH (ns)	62.53	A	60.90	A	61.71 %	2.18 %
RG (*)	3.55	A	2.32	B	2.94 kg ha ⁻¹	7.48 %
R (*)	4270.3	A	2779.5	B	3524.9 kg ha ⁻¹	2.52 %

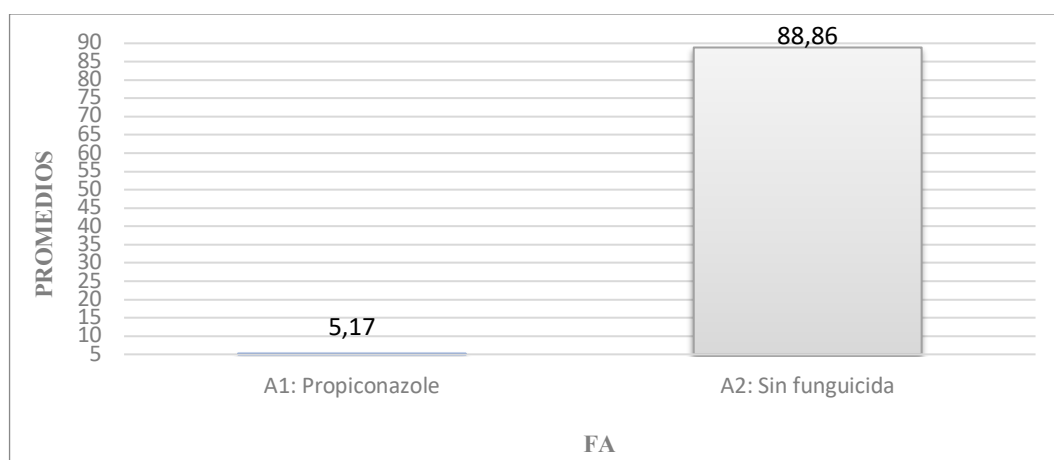
Nota: *=Significativo NS=No significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

Factor A (Control fitosanitario)

La respuesta agronómica de tres variedades de cebada cervecera bajo dos tipos de control fitosanitario en relación a las variables: IRA, TE, PMG, RG y R fueron estadísticamente diferente (*), mientras que las variables; PE, DE, AP, NEMC, NGE, IMF y PH, fueron similares (NS) (Tabla 1).

Figura 1

Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable incidencia de roya amarilla (IRA).



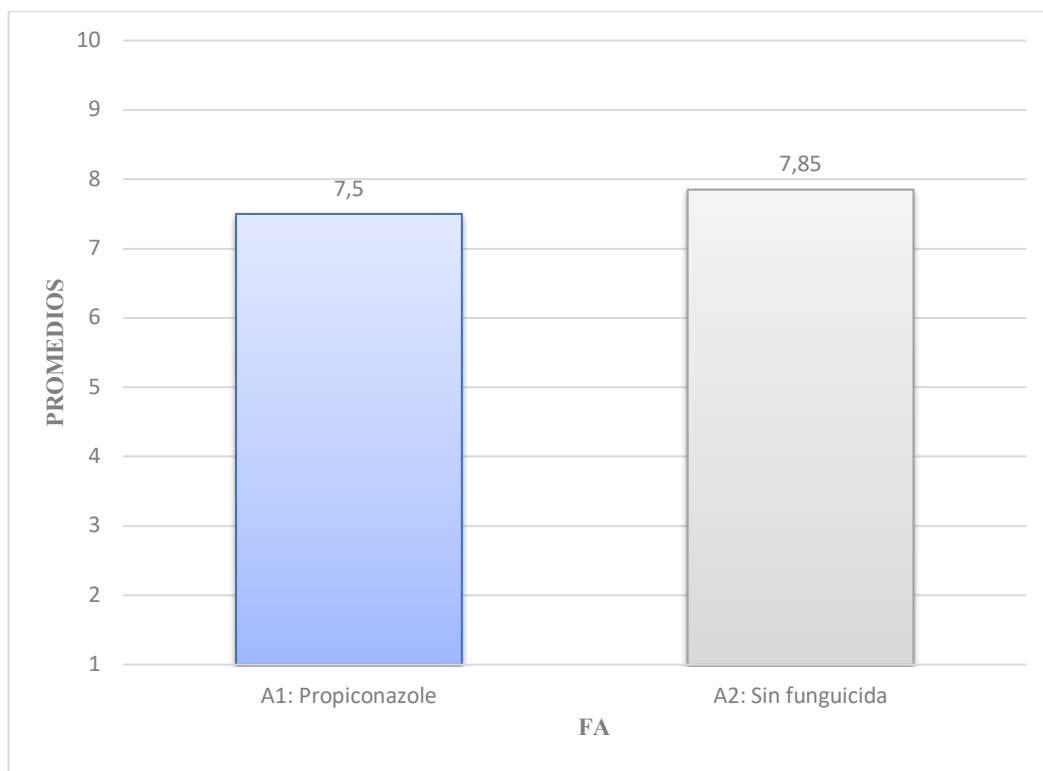
La respuesta agronómica de dos tipos de control fitosanitario en relación a la variable incidencia de roya amarilla (IRA) fue diferente (*), registró una media general de 47.01% y un coeficiente de variación de 6.59% (Tabla 1). El menor promedio de incidencia registró el A1: Propiconazole con 5.17 %, mientras que el promedio mayor correspondió al A2: sin fungicida con 88.86 % (Figura 1).

El uso de Propiconazole como control fitosanitario tiene un impacto positivo en la reducción de la incidencia de roya amarilla en comparación con la ausencia de fungicida (Sin fungicida).

La roya amarilla, al ser una enfermedad fúngica, puede debilitar la planta y afectar su capacidad para absorber nutrientes. La presencia de la enfermedad puede comprometer la salud general de la planta al interferir con procesos metabólicos esenciales. El Propiconazole, al controlar la propagación de la roya amarilla, ayuda a mantener la integridad estructural y funcional de la planta (Castro, 2022).

Figura 2

Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable tamaño de espiga (TE).



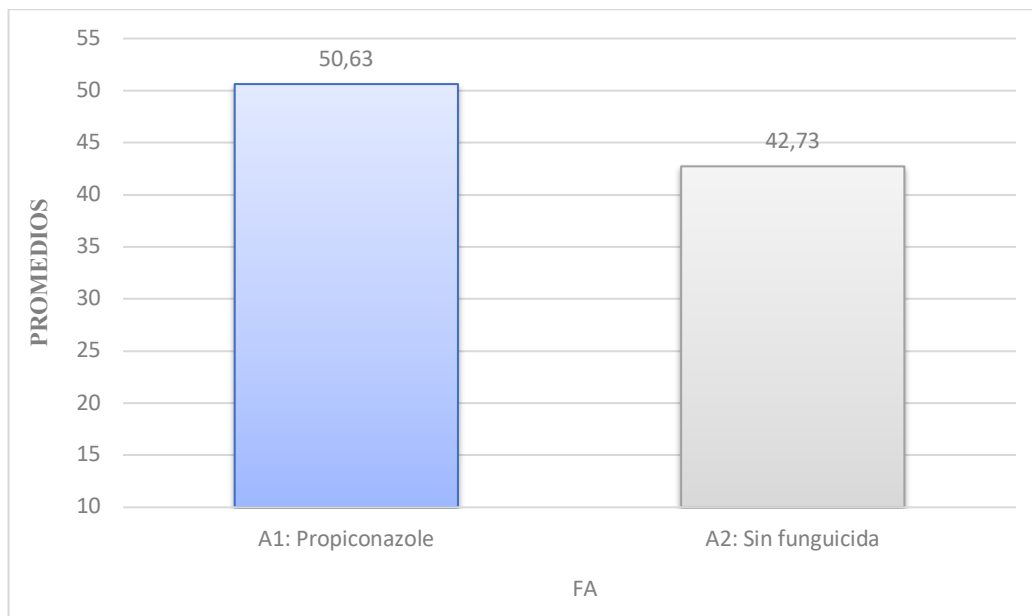
La respuesta agronómica de dos tipos de control fitosanitario en relación a la variable tamaño de espiga (TE) fue diferente (*), registró una media general de 7.68 cm y un coeficiente de variación de 3.64 % (Tabla 1). El mayor promedio de tamaño registró el A2: sin funguicida con 7.85 cm, mientras que el promedio inferior correspondió al A1: Propiconazole con 7.50 cm (Figura 2).

El uso de Propiconazole como control fitosanitario tuvo un impacto ligeramente negativo en el tamaño de las espigas en comparación con la ausencia de funguicida (Sin funguicida).

El propiconazole puede tener un efecto indirecto en el tamaño de las espigas al mejorar la salud general de la planta. Al reducir el estrés causado por enfermedades fúngicas, la planta puede utilizar más eficientemente los nutrientes y la energía para el desarrollo de las espigas (Rivera, 2021).

Figura 3

Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable peso de mil granos (PMG).



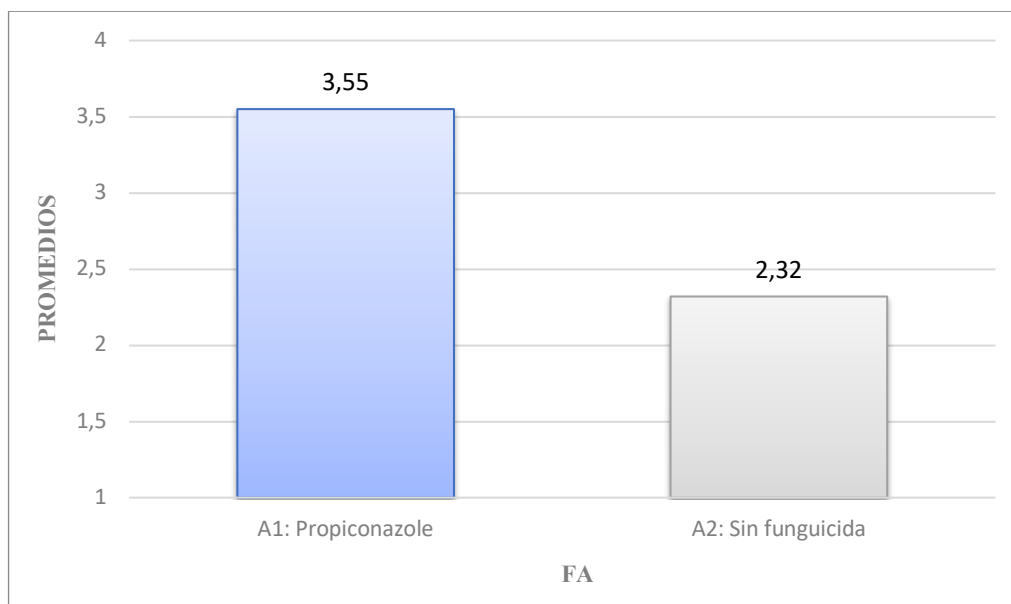
La variable peso de mil granos (PMG) fue diferente (*), registró una media general de 46.68 gramos y un coeficiente de variación de 3.37 % (Tabla 1). El promedio superior correspondió al A1: Propiconazole con 50.63 g, mientras que el promedio inferior registró el A2: sin funguicida con 42.73 gramos (Figura 3).

El A1: Propiconazole, con el mayor promedio de PMG, destaca la posible influencia positiva de este fungicida en el desarrollo y peso de los granos. Los fungicidas se utilizan para controlar enfermedades fúngicas, y este resultado podría sugerir que la protección contra las enfermedades ha contribuido a un mejor desarrollo de los granos y un PMG más alto.

Mientras mayor es el peso, mayor es el rendimiento potencial del cultivo. Este parámetro está determinado por el porcentaje de humedad del grano, tamaño del grano, y por las condiciones presentes en el suelo y clima durante el desarrollo del cultivo (INIAP, 2022).

Figura 4

Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable rendimiento de grano (kg).

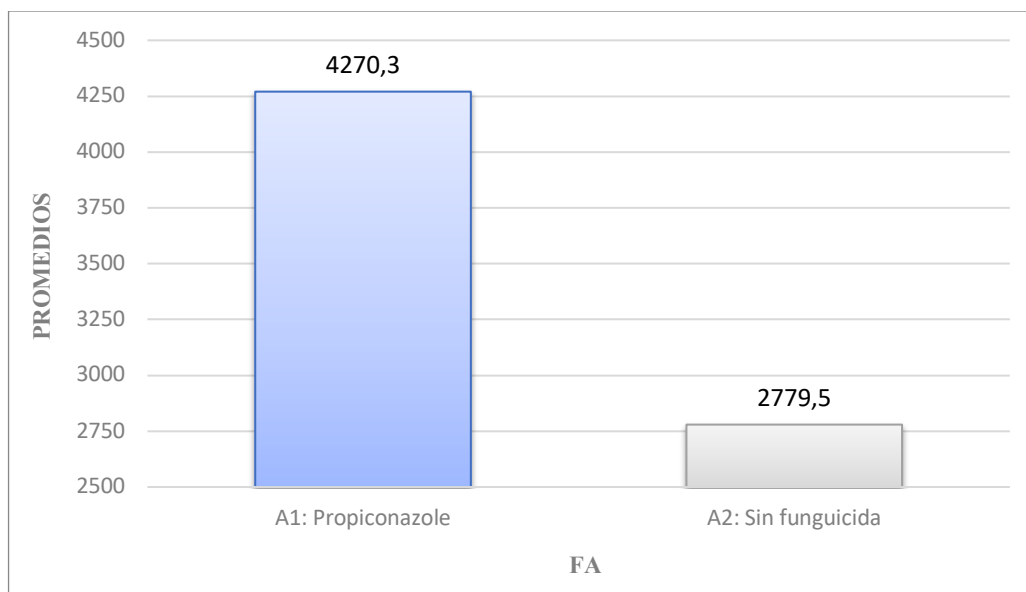


La respuesta agronómica bajo dos tipos de control fitosanitario en relación a la variable (RG) fue diferente (*), registró una media general de 2.94 kg por parcelas y un coeficiente de variación de 7.48% (Tabla 1). El mayor promedio correspondió al A1: Propiconazole con 3.55 kg por parcelas, mientras que el promedio inferior registró el A2: sin funguicida con 2.32 kg por parcelas (Figura 4).

Lo que permite deducir que el A1 Propiconazole, exhibe el mayor promedio con 3.55 kg por parcelas, destacando un posible efecto positivo de este fungicida en la variable (RG), además resaltar la importancia de considerar factores adicionales que podrían contribuir a la variabilidad, como condiciones ambientales, técnicas de aplicación, o características específicas del suelo (Castro, 2022).

Figura 5

Promedios del factor A (Control fitosanitario) en la variable rendimiento (R).



La variable ($R \text{ kg ha}^{-1}$), fue diferente (*), registró una media general de $4352.9 \text{ kg ha}^{-1}$ un coeficiente de variación de 2.52 % (Tabla 1). El mayor promedio se determinó en el A1: Propiconazole con $4270.3 \text{ kg ha}^{-1}$, mientras que el promedio inferior registró el A2: sin funguicida con $2779.5 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 5).

Lo que permite deducir que las variaciones observadas en los promedios, la aplicación del funguicida Propiconazole demostró un impacto estadísticamente significativo en la variable ($R \text{ kg ha}^{-1}$).

Propiconazole es un funguicida que se utiliza para combatir infecciones fúngicas en las plantas. Si las plantas estuvieron expuestas a condiciones que favorecieron el crecimiento de hongos patógenos, el uso de Propiconazole ayudó a controlar esas enfermedades y permitir un mayor desarrollo de las espigas y mayor rendimiento (Estrada, 2021).

4.1.2. Variables agronómicas para el factor B (Variedades de cebada cervecera)

Tabla 2

Resultados promedios del análisis estadístico en el Factor B (Variedades de cebada cervecera) en las variables: Porcentaje de emergencia (PE), Días al espigamiento (DE), Altura de planta (AP), Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Tamaño de espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Incidencia de mancha foliar (IMF), Incidencia de roya amarilla (IRA), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (kg hL⁻¹), Rendimiento de grano (kg) y Rendimiento (kg ha⁻¹).

Variables	B1	R	B2	R	B3	R	MG	CV
PE (ns)	98.33	A	99.17	A	100	A	99.17 %	2.22 %
DE (ns)	71	A	74	A	77	A	74 días	0 %
AP (*)	82.62	B	85.45	B	110.80	A	92.96 cm	4.62 %
NEMC (*)	663	A	409	B	430	B	501 espiga	10 %
NGE (*)	26	B	47	A	20	C	31 granos	7.61 %
PMG (*)	42.97	B	38.95	C	58.13	A	46.68 g	3.37 %
IMF (ns)	77.68	A	82.57	A	87.25	A	82.50 %	7.12 %
IRA (ns)	49.95	A	44.67	A	46.42	A	47.01 %	6.59 %
R (*)	3070.8	B	3870.6	A	3633.4	A	3524.9 kg ha ⁻¹	2.52 %
RG (*)	2.56	B	3.23	A	3.02	A	2.94 kg	7.48 %
PH (*)	63.47	A	57.92	B	63.75	A	61.71 %	2.18 %
TE (*)	7.78	B	6.55	C	8.70	A	7.68 cm	3.64 %

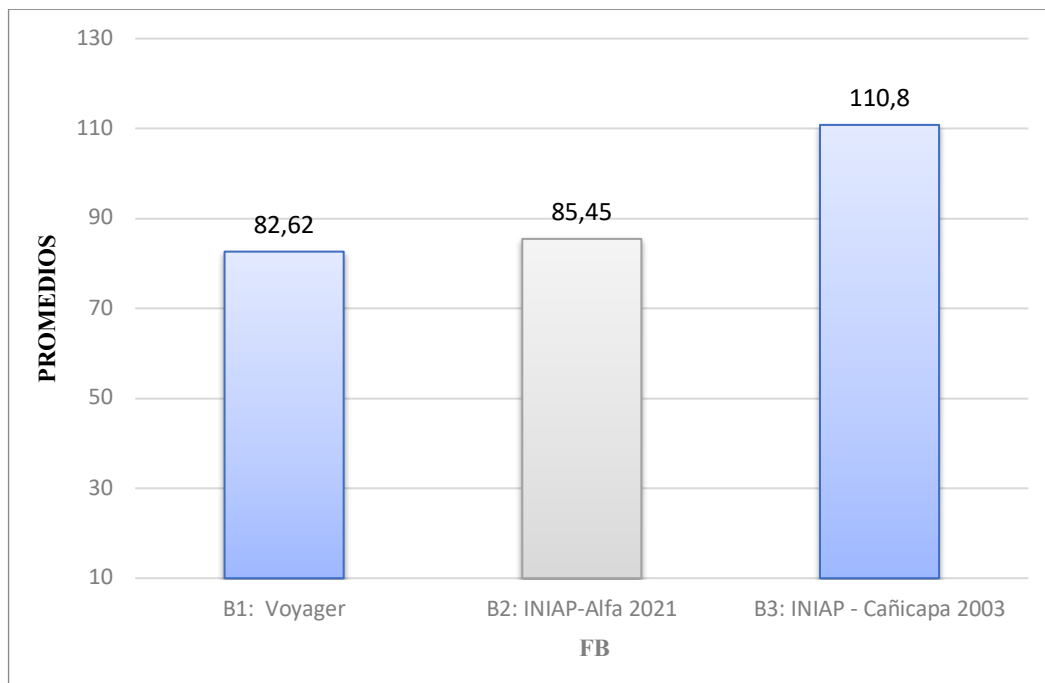
Nota: NS=No significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

Factor B (Variedades de cebadas cervecera)

La respuesta de las variedades de cebadas cervecera en relación a las variables: AP, NEMC, TE, NGE, PMG, PH, RG Y R fueron estadísticamente diferente (*), mientras que para las variables; PE, DE, IMF y IRA no se determinó diferencias estadísticas significativas (NS) (Tabla 2).

Figura 6

Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable altura de planta (AP).



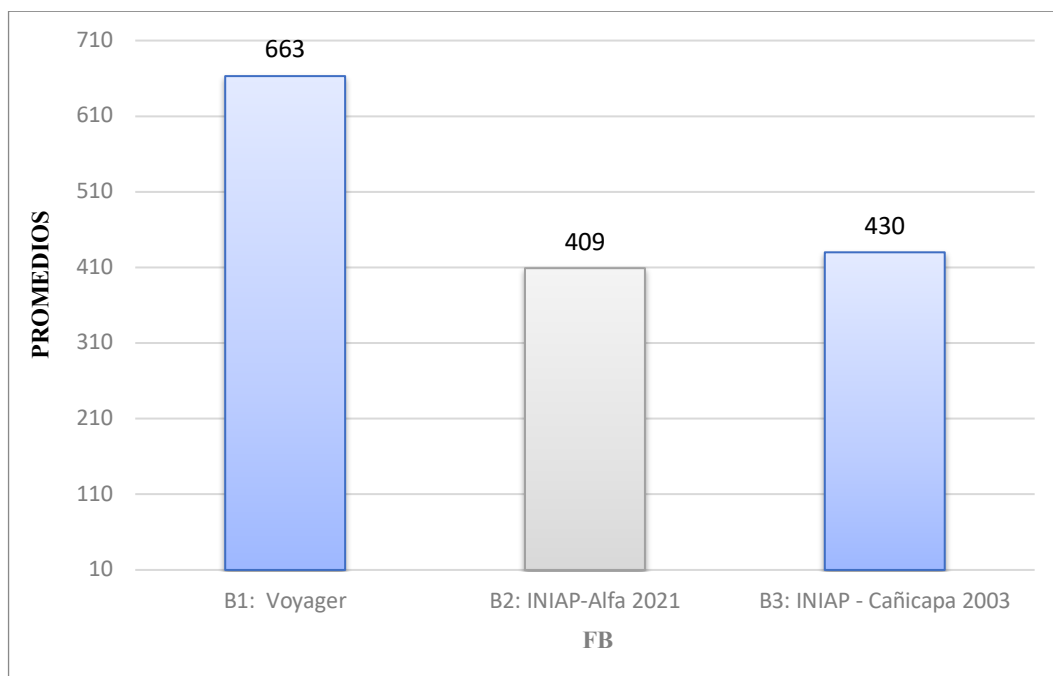
La variable Altura de planta (AP) fue estadísticamente diferente (*), registró una media general de 92.96 cm y un coeficiente de variación de 4.62 % (Tabla 2). El mayor promedio de altura correspondió al B3: INIAP – Cañicapa 2003 con 110.8 cm, seguido del B2: INIAP – Alfa 2021 con 85.45 mientras que B1: Voyager registró el menor promedio de 82.62 cm de altura (Figura 6).

Lo que permite deducir que el tratamiento A3, INIAP – Cañicapa 2003, presentó el mayor promedio de altura, puede deberse a las características de la variedad o factores como fertilizantes, con un alto contenido de nitrógeno, algunos micronutrientes, que estimulan el crecimiento de las plantas.

La altura de la planta depende de la disponibilidad de nutrientes que contenga el suelo, una adecuada temperatura durante el ciclo de desarrollo, además el tipo de fertilización que se haya incorporado y las horas luz adecuadas además que el tallo de cebada crece de acuerdo con las variedades, normalmente de 60 a 120 cm (Castro, 2022).

Figura 7

Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC)



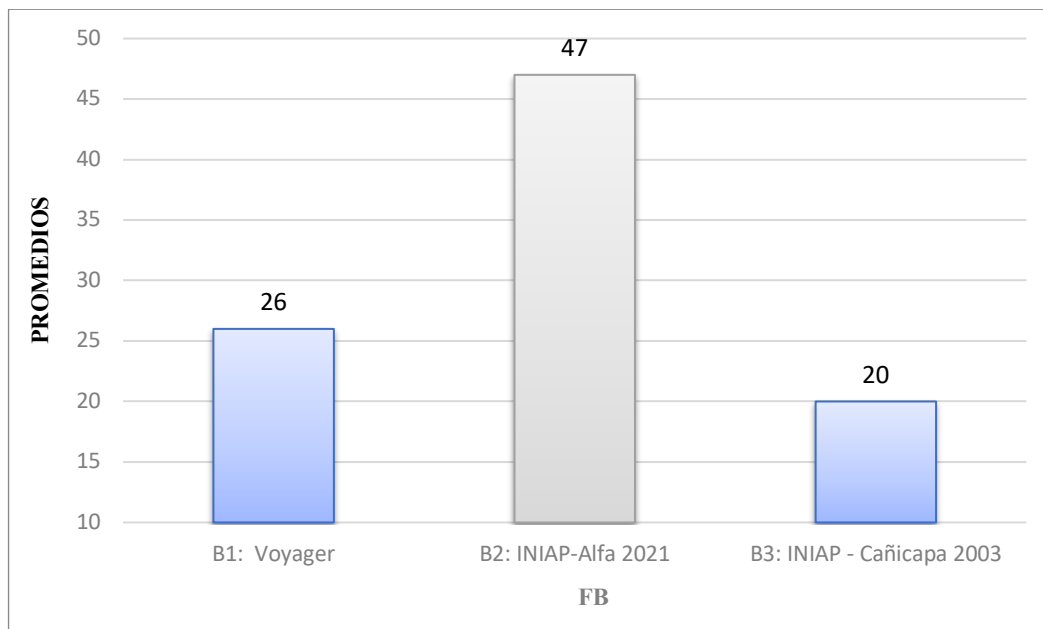
Existió diferencias significativas en la variable NEMC, registró una media general de 501 espigas por metro cuadrado y un coeficiente de variación de 10 % (Tabla 2). El mayor promedio correspondió al B1: Voyager con 663 espigas por metro cuadrado, seguido del B3: INIAP – Cañicapa 2003 con 430 espigas por metro cuadrado, mientras que B2: B2: INIAP – Alfa 2021 registró el menor promedio de 409 espigas por metro cuadrado (Figura 7).

Lo que permite deducir que la variedad Voyager, presentó incremento en un número de espigas por cada unidad de superficie; lo que podría generar potencialmente una línea directa proporcional con su rendimiento, desde luego si estas presentan un buen llenado de grano, lo cual está relacionado con los controles fitosanitarios

La densidad de siembra es la que más influye sobre el número de espigas por metro cuadrado. Un aumento de la densidad de siembra da lugar a un aumento del número de espigas por metro cuadrado (Estrada, 2021).

Figura 8

Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable número de granos por espiga (NGE).



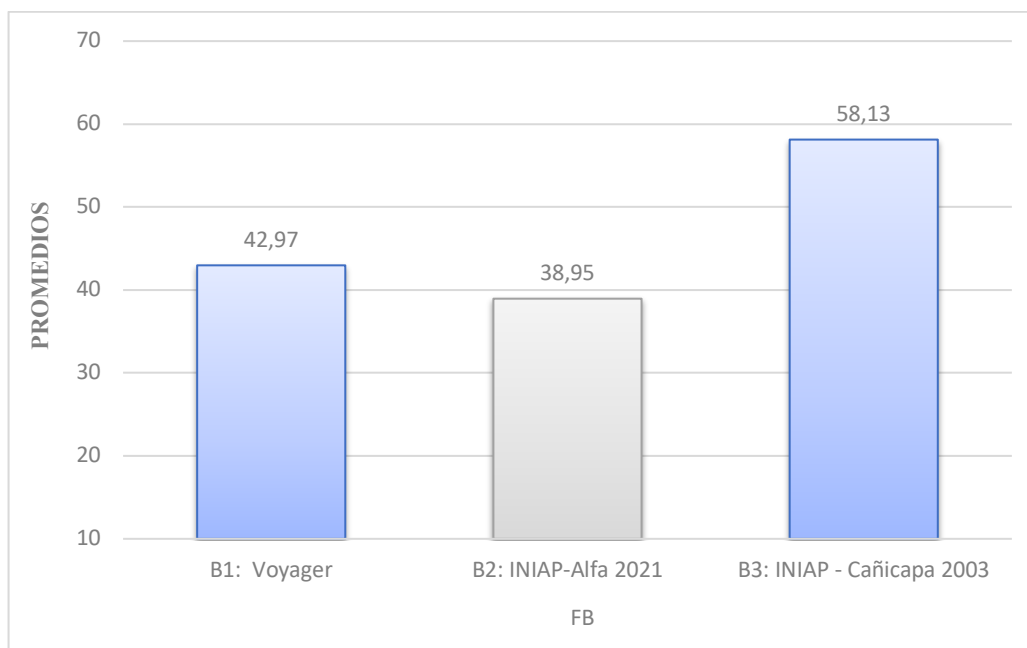
Existió diferencias significativas en la variable NGE, registró una media general de 31 granos y un coeficiente de variación de 7.61 % (Tabla 2). El mayor promedio de número de granos por espigas correspondió al B2: INIAP – Alfa 2021 con 47 granos por espigas, seguido del B1: Voyager con 26 granos, mientras que B3: INIAP – Cañicapa 2003 registró el menor promedio de 20 granos por espiga (Figura 8).

Deduciendo que la variedad INIAP – Alfa 2021 tuvo una mejor adaptación que la otra variedad en estudio, debido a las características genéticas con un valor que supera a los demás.

El estrés hídrico causado por la baja disponibilidad de agua en el suelo en condiciones secas durante el periodo de llenado del grano, disminuyó la tasa de fotosíntesis y el potencial hídrico foliar de la cebada, y la reducción en la disponibilidad de asimilados provenientes de la fotosíntesis acortó la duración del llenado del grano y disminuyó el número de granos por espiga (Pallo, 2022).

Figura 9

Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable peso de mil granos (PMG).



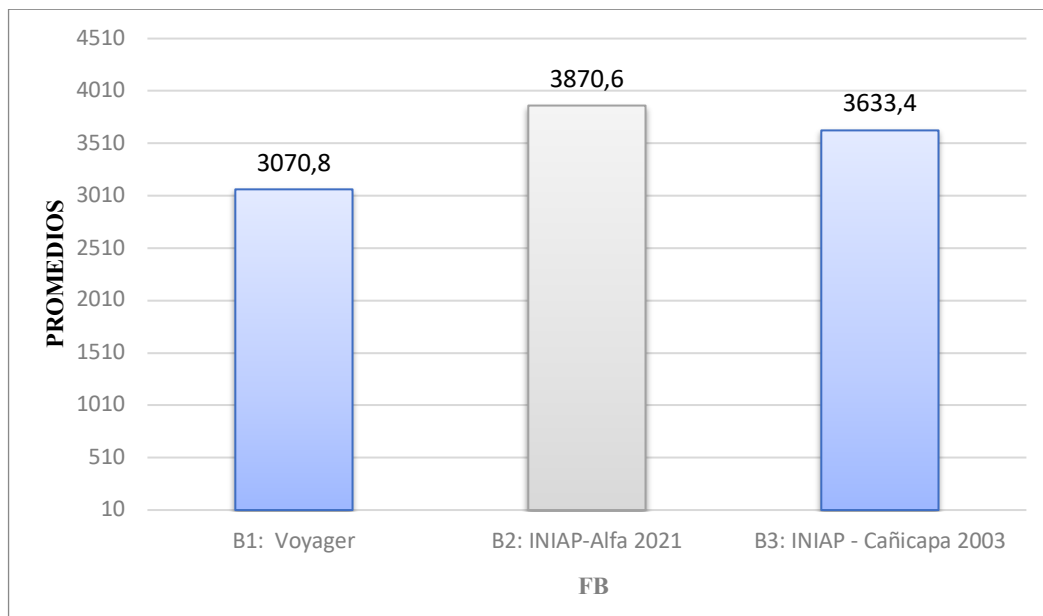
La variable agronómica peso de mil granos (PMG) fue estadísticamente diferente (*), registró una media general de 46.68 gramos y un coeficiente de variación de 3.37 % (Tabla 2). El mayor promedio registró B3: INIAP – Cañicapa 2003 con 58.13 g, mientras que el menor promedio correspondió al B2: INIAP – Alfa 2021 con 38.95 gramos (Figura 9).

Estos resultados permitieron inferir que el cultivo de cebada cervecera dependió principalmente de los controles fitosanitario y las variedades de cebadas.

Mientras mayor es el peso, mayor es el rendimiento potencial del cultivo. Este parámetro está determinado por el porcentaje de humedad del grano, tamaño del grano, y por las condiciones presentes en el suelo y clima durante el desarrollo del cultivo (INIAP, 2022).

Figura 10

Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable Rendimiento (kg ha^{-1}).

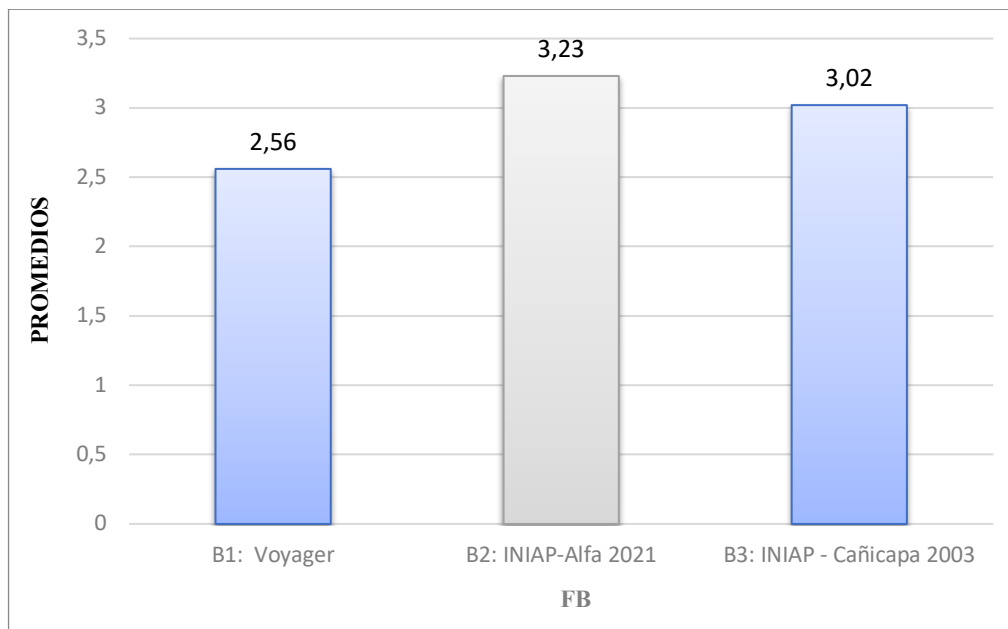


La variable rendimiento por hectárea (R kg ha^{-1}) fue estadísticamente diferente (*), registró una media general de $3524.9 \text{ kg ha}^{-1}$ y un coeficiente de variación de 2.52% (Tabla 2). El promedio superior registró el B2: INIAP – Alfa 2021 con $3870.6 \text{ kg ha}^{-1}$, mientras que el menor promedio correspondió al B1: Voyager con $3070.8 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 10).

Este parámetro se vio afectado tanto por la severidad de las enfermedades de roya amarilla, mancha foliar, que influyeron en su rendimiento así como también los factores abióticos como el clima, suelo, agua y temperatura siendo el principal factor la humedad, por precipitaciones que tanto al inicio del ciclo del cultivo como en la etapa de macollamiento estas fueron abundantes y en la fase de encañamiento los vientos fueron fuertes lo que ayudo a que las enfermedades se propaguen con más rapidez.

Figura 11

Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable rendimiento de grano (kg)



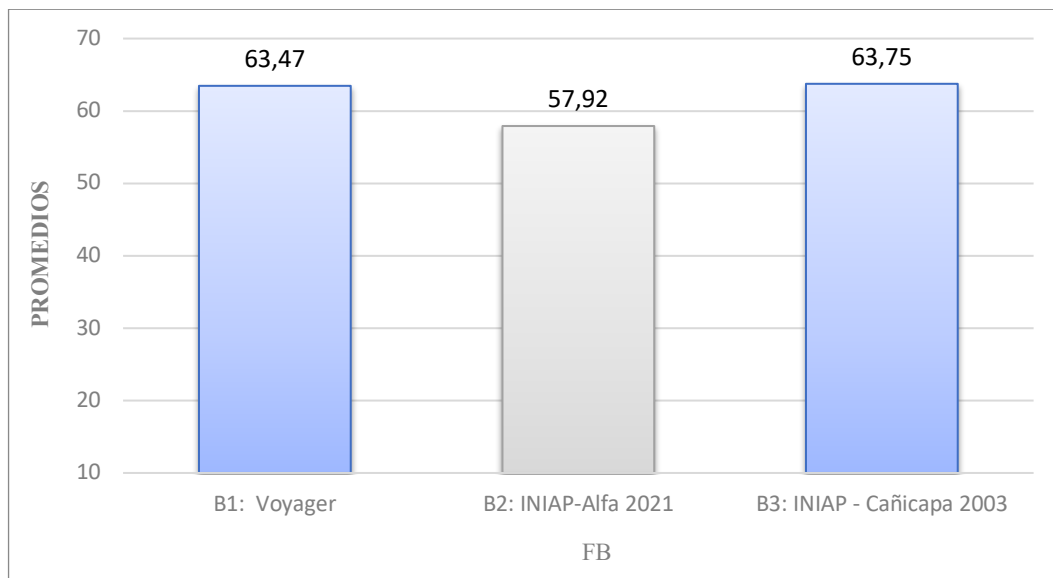
La variable rendimiento de grano (kg) fue estadísticamente diferente (*) registró una media general de 2.94 kg por parcelas y un coeficiente de variación de 7.48 % (Tabla 2). El mayor promedio de rendimiento registró el B2: INIAP – Alfa 2021 con 3.23 kg por parcelas seguido de B3: INIAP – Cañicapa 2003, mientras que el promedio inferior de rendimiento se determinó en el B1: Voyager con 2.56 kg por parcelas (Figura 11). El rendimiento es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente.

Lo que permite deducir que la variable agronómica (RG) es una característica varietal que depende de su interacción genotipo ambiente, sin embargo, en esta investigación la variedad INIAP – Alfa 2021 obtuvo el mayor rendimiento de grano por lo que los resultados obtenidos en esta variable agronómica evaluada, son confiables.

Los factores que inciden en este carácter de cada variedad son el tamaño, calidad y sanidad del grano, temperatura, humedad del suelo, cantidad y calidad de luz solar; fotoperiodo, altitud, índice de área foliar, tasa de fotosíntesis, sanidad y nutrición de las plantas (Famagro, 2021).

Figura 12

Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable peso hectolítrico (kg hL⁻¹).



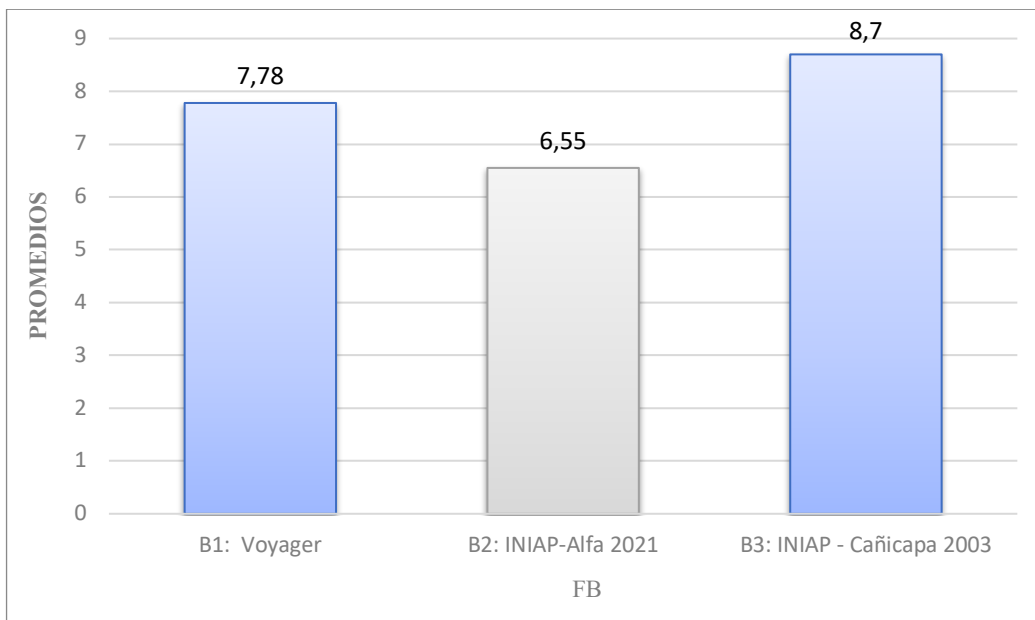
La variable peso hectolítrico (kg hL⁻¹) fue diferente (*) registró una media general de 61.71 kg hL⁻¹ y un coeficiente de variación de 2.18 % (Tabla 2). El mayor promedio registró B3: INIAP – Cañicapa 2003 con 63.75 kg hL⁻¹, mientras que el menor promedio correspondió al B2: INIAP – Alfa 2021 con 57.92 kg hL⁻¹ (Figura 12).

INIAP-Cañicapa registró los mejores resultados, la misma que puede ser de gran interés para la generación de nuevas variedades que cumplan las expectativas de productores e industrias.

El Peso hectolítrico, es el peso del grano en un volumen específico. Es decir que mientras mayor peso se alcanza mejor es la calidad del producto. Este parámetro considera a los factores como el llenado del grano que influye directamente sobre este, los bióticos (plagas y enfermedades), como abióticos (clima, temperatura altas y bajas, nutrientes, agua, pH, luminosidad, nubosidad, etc.) y la humedad del grano (Escobar, 2018).

Figura 13

Promedios del factor B (Variedades de cebadas cervecera) en la variable Tamaño de espiga (TE).



La variable tamaño de espiga (TE) registró una media general de 7.68 cm y fue estadísticamente diferente (*) (Tabla 2). El mayor promedio de tamaño registró B3: INIAP – Cañicapa 2003 con 8.7 cm, mientras que el menor promedio correspondió al B2: INIAP – Alfa 2021 con 6.55 cm (Figura 13).

Los resultados registrados en esta variable agronómica permitieron corroborar que los factores determinantes en los componentes del rendimiento son las características varietales, condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y la interacción genotipo ambiente; principalmente la humedad, cantidad y calidad de luz solar, temperatura y sanidad de las plantas (Garcia, 2019).

4.1.3. Interacción de factores (AxB): Control fitosanitario por variedades de cebada cervecera.

Tabla 3

*Resultados del análisis estadístico para comparar los promedios de la interacción de FA*FB en las variables: Porcentaje de emergencia (PE), Días al espigamiento (DE), Altura de planta (AP), Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Tamaño de espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Incidencia de mancha foliar (IMF), Incidencia de roya amarilla (IRA), Peso de mil granos (PMG) Peso hectolítrico (kg hL⁻¹), Rendimiento de grano (R kg) y Rendimiento (R kg ha⁻¹).*

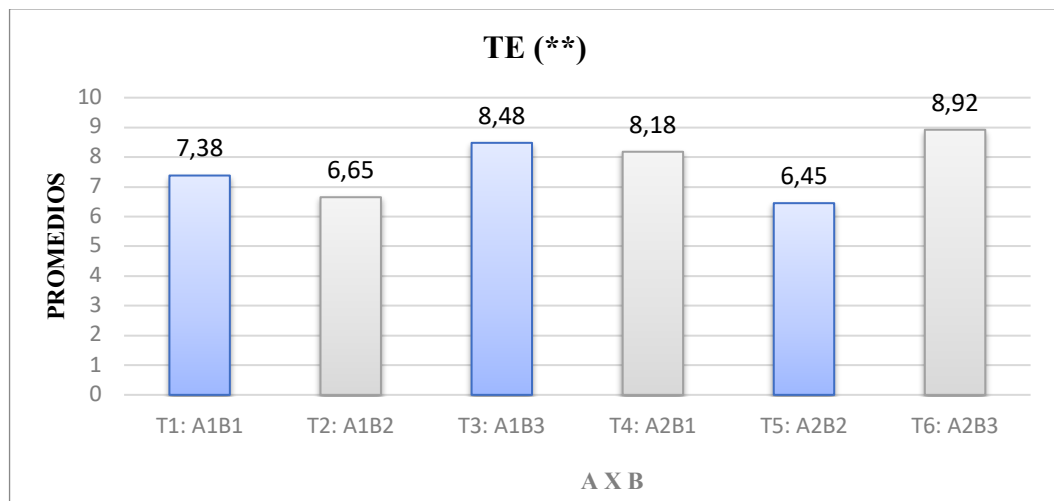
Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	MG
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	
PE (ns)	98.33	98.33	100	98.33	100	100	99.17 %
Rango	A	A	A	A	A	A	
DE (ns)	71	74	77	71	74	77	74 días
Rango	A	A	A	A	A	A	
TE (**)	7.38	6.65	8.48	8.18	6.45	8.92	7.68 cm
Rango	BC	C	AB	AB	C	A	
AP (*)	80.77	82.60	112.3	84.47	88.30	109.27	92.96 cm
Rango	B	B	A	B	B	A	
NEMC (**)	692	411	443	635	407	416	501 espiga
Rango	A	C	BC	AB	C	C	
NGE (**)	25	48	21	27	45	20	31 granos
Rango	BC	A	BC	B	A	C	
IMF (ns)	76.12	81.98	84.70	79.25	83.15	89.79	82.50 %
Rango	A	A	A	A	A	A	
IRA (*)	5	5.17	5.33	94.90	84.17	87.50	47.01 %
Rango	B	B	B	A	A	A	
PMG (**)	47.50	41.47	62.93	38.43	36.43	53.33	46.68 gramos
Rango	B	C	A	C	C	B	
PH (**)	63.84	59.55	64.18	63.09	56.29	63.31	61.71 %
Rango	A	BC	A	AB	C	AB	
R kg/pa (**)	2.95	3.73	3.97	2.18	2.73	2.06	2.94 kg ha ⁻¹
Rango	B	A	A	CD	BC	D	
R kg ha⁻¹ (**)	3537	4478	4797	2605	3263	2470	3524.9kg ha ⁻¹
Rango	B	A	A	C	BC	C	

*Nota: **=Altamente significativo *=Significativo NS=No significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.*

La respuesta de la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera, en relación a la variable NEMC, TE, NGE, PMG, PH, RG Y R fue muy diferente (**). Mientras que para las variables: AP, IRA fue diferente (*). Es decir que el cultivo de cebada dependió de las variedades y del control fitosanitario. Sin embargo, para las variables agronómicas PE y IMF fue similar (NS). Infiriendo que fueron factores independientes (Tabla 3).

Figura 14

Promedios de la variable tamaño de espiga (TE) en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.



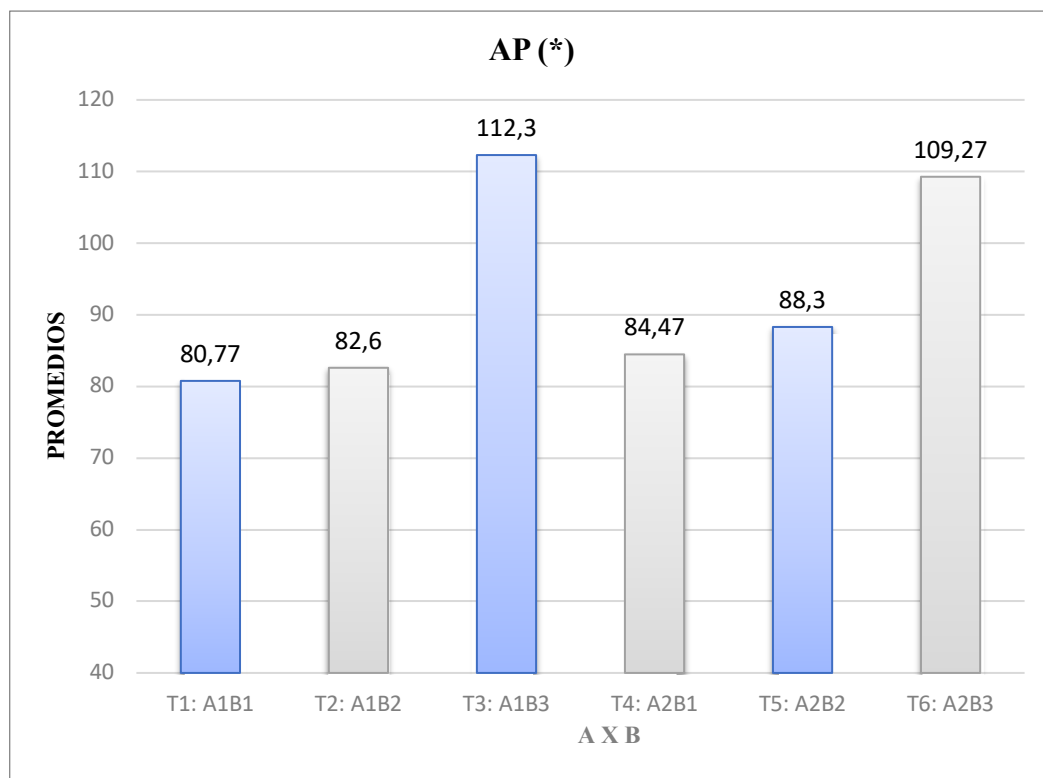
Para tamaño de espiga (TE), el tratamiento que registró el mayor promedio de tamaño de espiga fue: A2B3 (Sin fungicida + INIAP- Cañicapa 2003) con 8.92 cm, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A2B2 (Sin fungicida + INIAP - Alfa 2021 con 6.45 cm (Figura 14).

Estos resultados permitieron inferir que la diferencia registrada se debe principalmente a las características genéticas de las variedades en estudio y de los controles fitosanitarios, en esta investigación se obtuvo un promedio de 7.68 cm en tamaño de la espiga el cual está dentro de los estándares de tamaño.

Otros factores que inciden en estas variables son las características físicas, químicas y biológicas del suelo, densidad y sistema de siembra, temperatura, humedad del suelo, cantidad y calidad de luz solar, competencia de plantas, nutrición y sanidad de las plantas (Bernardi, 2021).

Figura 15

Promedios de la variable altura de planta (AP) en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.

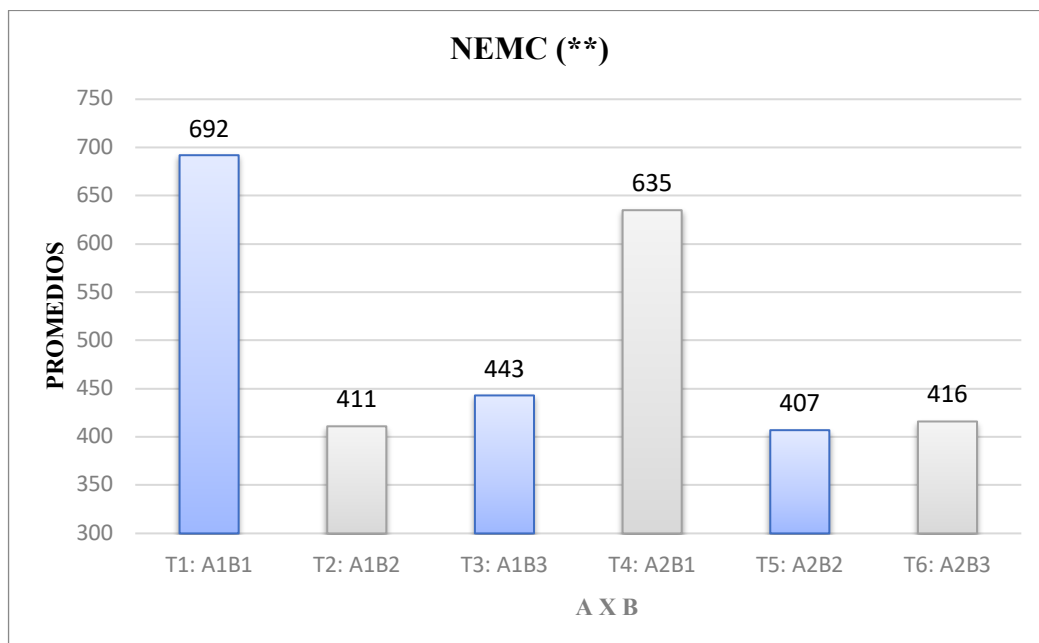


Para la altura de planta (AP), el tratamiento que registró el mayor promedio de altura fue: A1B3 (Propiconazole + INIAP- Cañicapa 2003) con 112.3 cm, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A1B1 (Propiconazole + Voyager) con 80.77 cm (Figura 15).

Estos resultados permitieron inferir que la diferencia registrada se debe principalmente a las características genéticas de las variedades en estudio y los controles fitosanitarios aplicados en esta investigación.

Figura 16

Promedios de la variable número de espigas por metro cuadrado (NEMC), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.

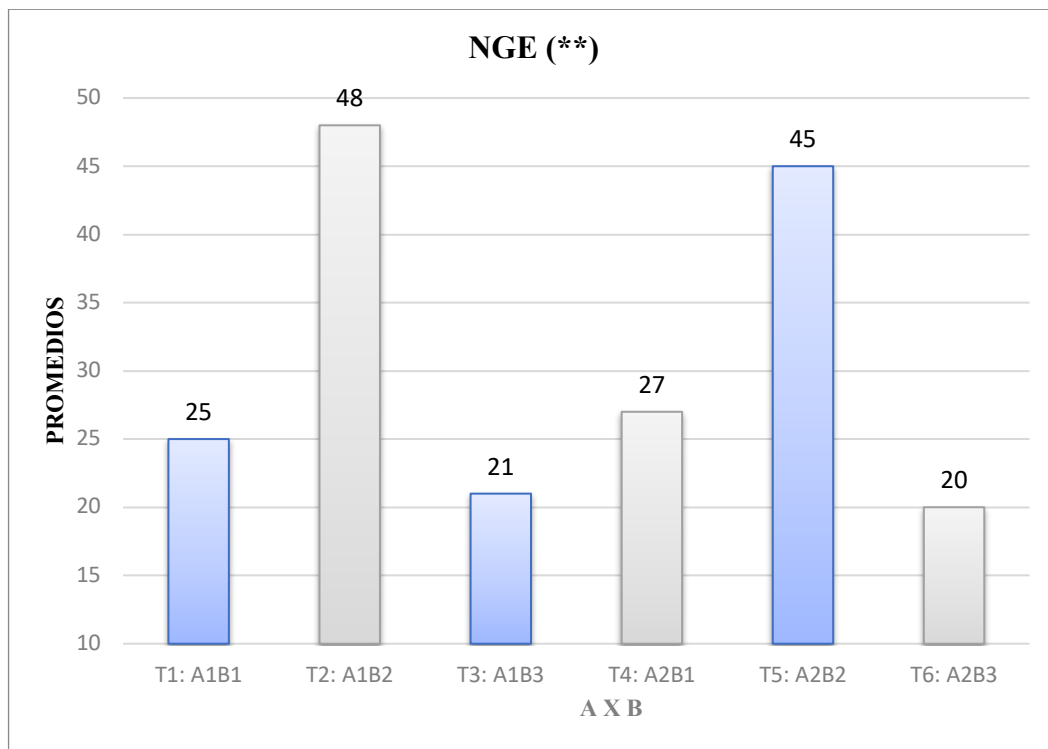


El número de espigas por metro cuadrado (NEMC), el tratamiento que registró el mayor promedio número de espigas por metro cuadrado fue: A1B1 (Propiconazole + Voyager) con 692 espigas por metro cuadrado, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A2B2 (Sin fungicida + INIAP - Alfa 2021) con 407 espigas por metro cuadrado (Figura 16).

El número de espigas por metro cuadrado está relacionado con las características y componentes agronómicos de cada variedad como: adaptación, ciclo de cultivo, sanidad y requerimientos nutricionales en relación a los micro y macro nutrientes. En esta investigación la variedad Voyager con el control fitosanitario (Propiconazole) presentó una mejor adaptabilidad y al promover un mayor desarrollo de espigas.

Figura 17

Promedios de la variable número de granos por espiga (NGE), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.

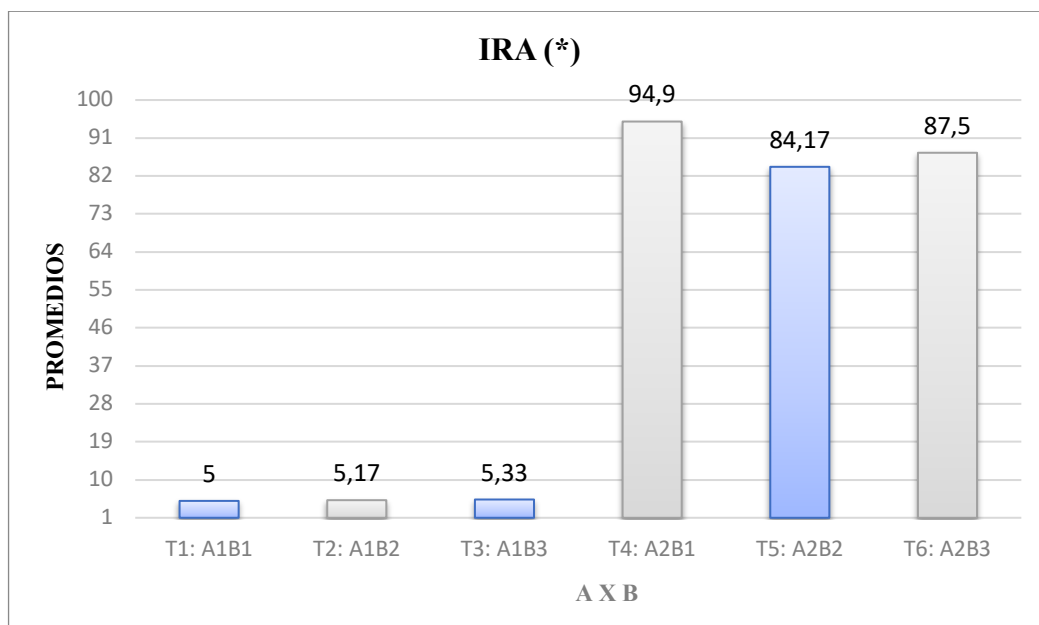


Para la variable agronómica número de granos por espiga (NGE), el tratamiento que registró el mayor promedio fue: A1B2 (Propiconazole + INIAP - Alfa 2021) 48 granos, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A2B3 (Sin fungicida + INIAP- Cañicapa 2003) con 20 granos (Figura 17).

El tratamiento A1B2, que incluye el fungicida Propiconazol y la variedad INIAP - Alfa 2021, registró un promedio notable alto de 48 granos por espiga. Este resultado sugiere que la combinación de Propiconazole y la variedad INIAP - Alfa 2021 ha generado condiciones propicias para el desarrollo y la formación de un mayor número de granos en cada espiga. Es importante señalar que el Propiconazol, al ser un fungicida, podría estar desempeñando un papel clave en la protección de la espiga contra enfermedades fúngicas.

Figura 18

Promedios de la variable incidencia de roya amarilla (IRA), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.



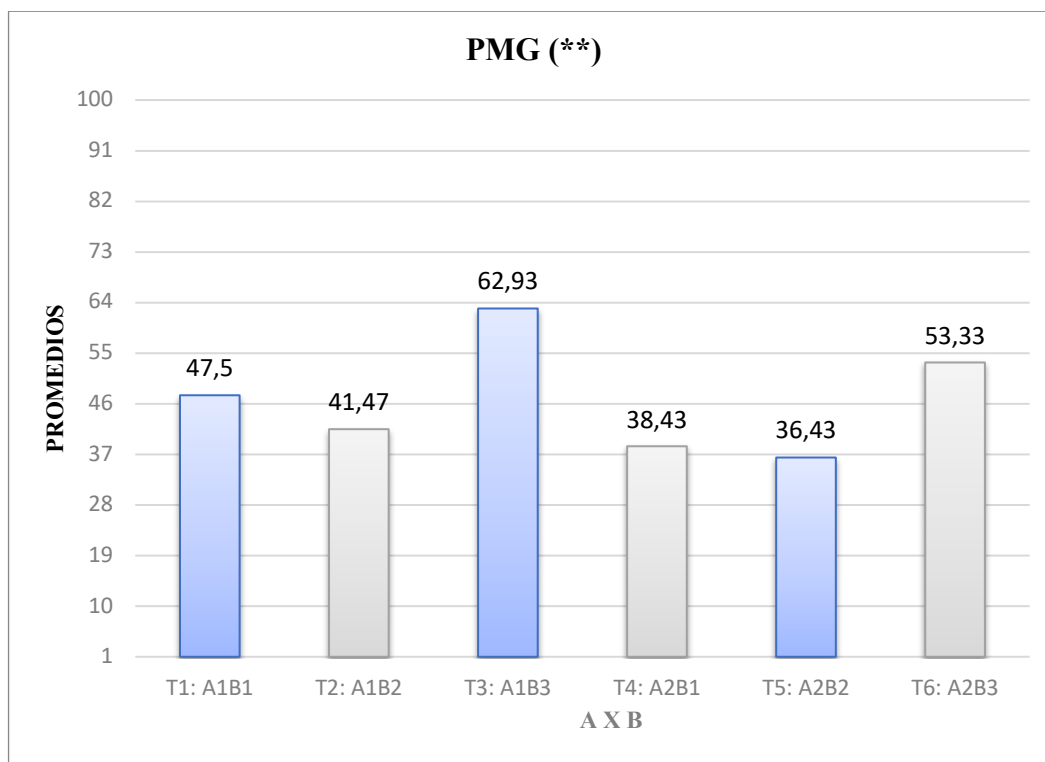
La variable Incidencia de roya amarilla (IRA), registró una media general de 47.01% y fue significativa (*). Para evaluar la IRA se aplicó la escala propuesta por (CIMMYT, 2004) la misma que indica un rango de incidencia que va de 10 % a 30 % baja incidencia, 40 % a 60 % mediana incidencia y de 70% a 100% alta incidencia.

El tratamiento que registró la menor incidencia fue: A1B1 (Propiconazole + Voyager) con 5%, mientras que el mayor promedio correspondió al tratamiento: A2B1 (Sin fungicida + Voyager) con 94.9 % (Figura 18).

En el análisis de los tratamientos específicos, se destacó que el tratamiento A1B1 (Propiconazole + Voyager) exhibió la menor incidencia, registrándose tan solo un 5%. Esto sugiere que la combinación de Propiconazole y Voyager tiene un impacto significativo en la reducción de la roya amarilla en comparación con otros tratamientos.

Figura 19

Promedios de la variable peso de mil granos (PMG), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.

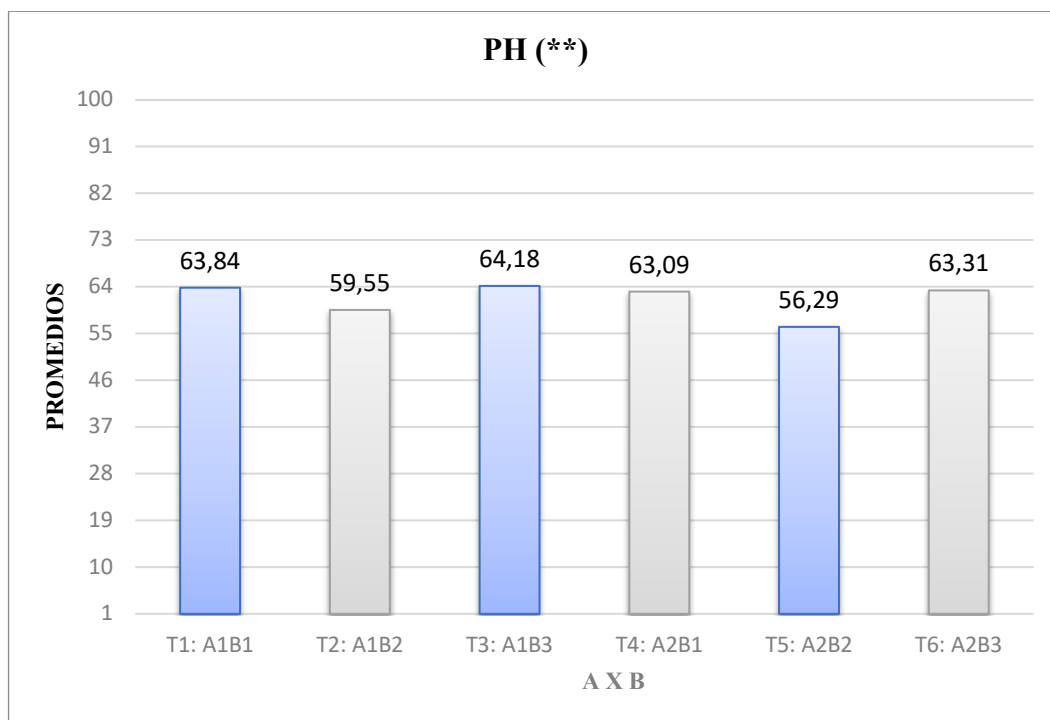


Para la variable agronómica peso de mil granos (PMG), el tratamiento que registró el mayor promedio fue: A1B3 Propiconazole + INIAP- Cañicapa 2003 con 62.93 g, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A2B2 (Sin fungicida + INIAP - Alfa 2021 con 36.43 g (Figura 19).

El tratamiento A1B3, que involucra la aplicación de Propiconazol junto con la utilización de la variedad INIAP-Cañicapa 2003, ha demostrado ser altamente efectivo al registrar un PMG promedio de 62.93 g. Este resultado sugiere que la combinación de este fungicida específico y esta variedad de cultivo tiene un impacto positivo en el desarrollo y peso de los granos, lo cual podría traducirse en mayores rendimientos y, por ende, beneficios económicos para los agricultores.

Figura 20

Promedios de la variable peso hectolítrico (kg hL^{-1}), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.

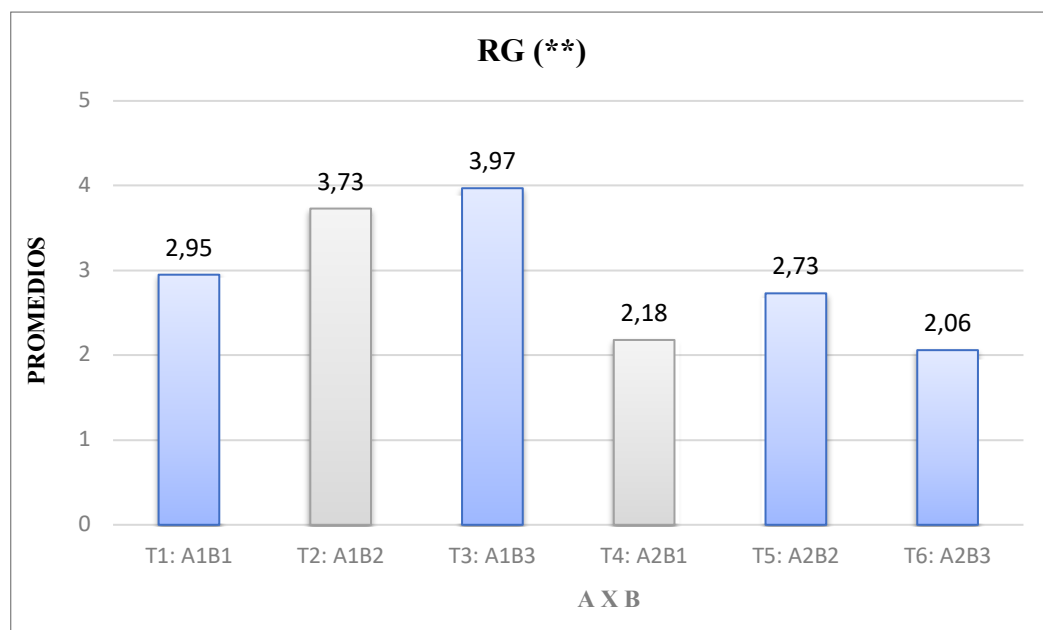


Para la variable agronómica peso hectolítrico (kg hL^{-1}), el tratamiento que registró el mayor promedio fue: A1B3 Propiconazole + INIAP- Cañicapa 2003 con 64.18 kg hL^{-1} , mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A2B2 (Sin fungicida + INIAP - Alfa 2021 con 56.29 kg hL^{-1} (Figura 20).

El tratamiento A1B3, que consistió en la aplicación de Propiconazol junto con la variedad INIAP-Cañicapa 2003, registró el mayor promedio de peso hectolítrico con 64.18 kg hL^{-1} . Estos resultados plantean la relevancia de la elección adecuada de fungicidas y variedades en la producción agrícola, ya que la combinación de factores puede tener un impacto significativo en la calidad de los granos. (Agrotterra, 2020).

Figura 21

Promedios de la variable rendimiento de grano (R kg), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.

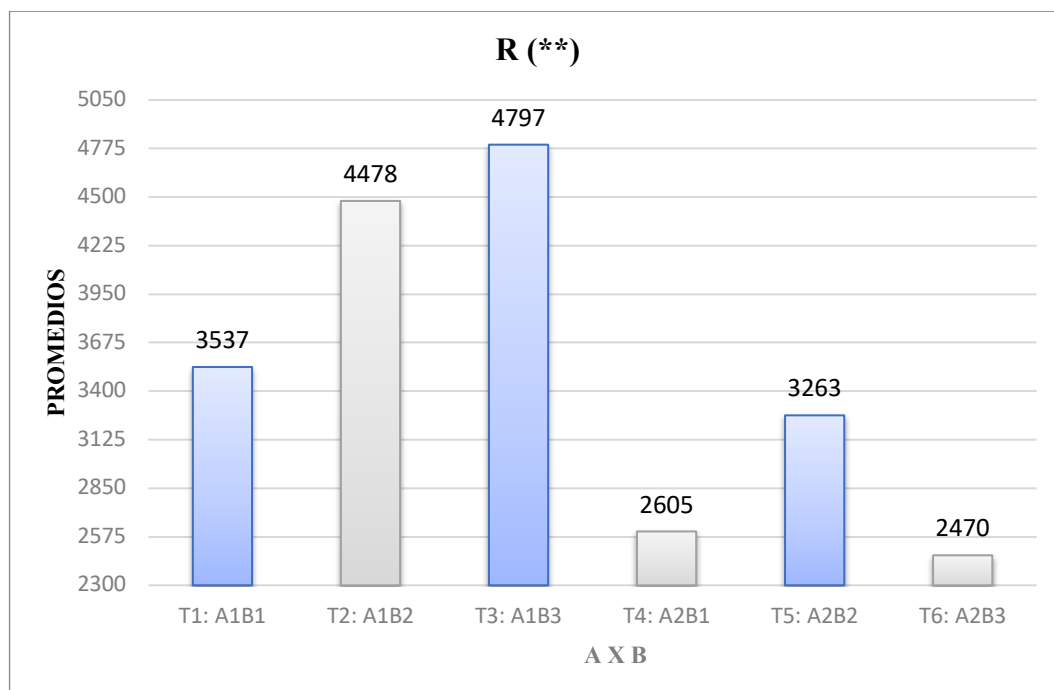


Al realizar el análisis de varianza al 5 %, el promedio, más elevado en la interacción de factores para el (R kg), registró el tratamiento: A1B3 (Propiconazole + INIAP-Cañicapa 2003) con 3.97 kg por parcela, mientras que el menor promedio correspondió al tratamiento: A2B3 (Sin fungicida + INIAP- Cañicapa 2003) con 2.06 kg por parcelas (Figura 21).

El tratamiento A1B3, que consiste en la combinación de Propiconazol e INIAP-Cañicapa 2003, exhibe el promedio más elevado de 3.97 kg por parcela. Esto indica que esta combinación específica de fungicida y variedad ha demostrado ser eficaz para aumentar el rendimiento en comparación con los demás tratamientos evaluados. Este hallazgo podría tener implicaciones significativas para los agricultores, ya que sugiere que la aplicación de esta combinación puede ser una estrategia efectiva para mejorar la productividad de sus cultivos.

Figura 22

Promedios de la variable rendimiento ($R \text{ kg ha}^{-1}$), en la interacción de factores (AxB) controles fitosanitarios por variedades de cebada cervecera.



La respuesta de los controles fitosanitarios en cuanto al rendimiento, es altamente significativa dependieron de las variedades de cebada cervecera.

Con la prueba de Tukey al 5%, los promedios más elevados en la interacción de factores, se presentaron en los tratamientos: A1B3 (Propiconazole + INIAP- Cañicapa 2003) con 4797 kg ha^{-1} , A1B2 (Propiconazole + INIAP - Alfa 2021) con 4478 kg ha^{-1} , A1B1 (Propiconazole + Voyager) con 3537 kg ha^{-1} , A2B2 (Sin fungicida + INIAP - Alfa 2021) con 3263 kg ha^{-1} , A2B1 (Sin fungicida + Voyager) con 2605 kg ha^{-1} , mientras que el promedio de rendimiento más bajo se registró en el tratamiento A2B3 (Sin fungicida + INIAP- Cañicapa 2003) (Figura N°22).

Los tratamientos A1B3 (Propiconazol + INIAP- Cañicapa 2003) y A1B2 (Propiconazol + INIAP - Alfa 2021) exhibieron los promedios más altos de rendimiento con 4797 kg ha^{-1} y 4478 kg ha^{-1} , respectivamente. Esto sugiere que la combinación de Propiconazol con las variedades INIAP- Cañicapa 2003 e INIAP - Alfa 2021 tuvo un impacto positivo en el rendimiento del cultivo.

4.1.4. Variables cualitativas

Tabla 4

Promedios de la respuesta en las características cualitativas: Vigor de planta (VP), Hábito de crecimiento (HC), Tipo de paja (TP) y Tipo de grano (TG).

Tratamientos	Variables			
	Vigor de la planta (VP)	Hábito de crecimiento (HC)	Tipo de paja (TP)	Tipo de grano (TG)
T1	1 (Buena)	1 (Erecto)	1 (Tallo fuerte)	2 (Grano normal)
T2	1 (Buena)	1 (Erecto)	1 (Tallo fuerte)	2 (Grano normal)
T3	1 (Buena)	1 (Erecto)	2 (Tallo intermedio)	3 (Grano grande)
T4	1 (Buena)	1 (Erecto)	1 (Tallo fuerte)	2 (Grano normal)
T5	1 (Buena)	1 (Erecto)	1 (Tallo fuerte)	2 (Grano normal)
T6	1 (Buena)	1 (Erecto)	2 (Tallo intermedio)	3 (Grano grande)

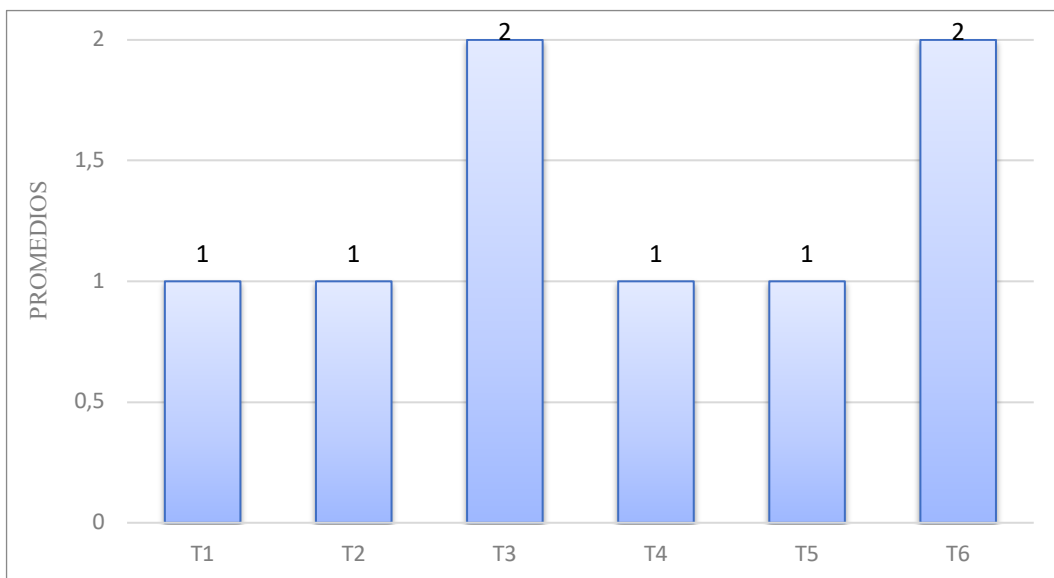
Nota: Vigor de la planta (1 Bueno; 2 Regular; 3 Malo). Hábito de crecimiento 1 Erecto; 2 Intermedio; 3 Postrado. Tipo de paja (1 Tallo fuerte; 2 Tallo intermedio; 3 Tallo débil). Tipo de grano (2 Grano normal; 3 Grano grande).

Las variedades de cebada cervecera presentaron una escala buena en los tratamientos con el 100 % en el vigor de la planta; plantas, hojas grandes y bien desarrolladas, mientras que en el hábito de crecimiento fue naturalmente erecto. Algunas variedades de cebada tienen esta característica, lo que facilita la recolección y el manejo.

El vigor es la fuerza con la que crecen las plantas en una parcela, basados en el desarrollo general del cultivo. Esta variable está directamente relacionada e influenciada por el tamaño y calidad de la semilla, disponibilidad de nutrientes y la humedad del suelo. (INIAP, 2022)

Figura 23

Resultados de los promedios de la variable tipo de paja (TP) para el control fitosanitario en variedades de cebada cervecera



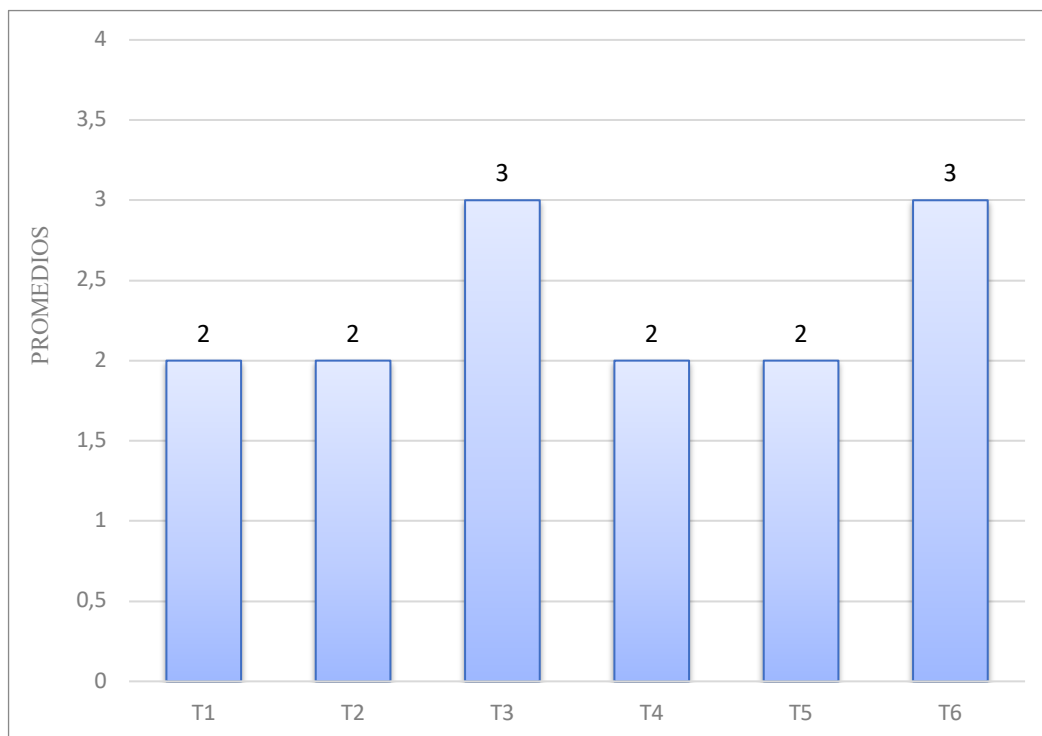
Los resultados de la variable tipo de paja TP indican que en las parcelas correspondientes a los tratamientos T1, T2, T4 y T5, representan un 66.66% de los tratamientos, con un tipo de paja catalogado como tallo fuerte mientras que en las parcelas correspondientes a los tratamientos T3 y T6, que representan un 33.33% de los tratamientos, registró un tipo de paja catalogado como tallo intermedio.

La variable tipo de paja se refiere a la resistencia y fortaleza del tallo de las plantas de cebada. En este caso, la mayoría de las parcelas (66.66%) presentaron un tipo de paja clasificado como tallo fuerte, lo que indica que las plantas tienen tallos resistentes y robustos entre las variedades Voyager y INIAP alfa 2021. Sin embargo, un tercio de las parcelas (33.33%) exhibieron un tipo de paja tallo intermedio, lo que hace referencia en que estas plantas pueden tener tallos menos resistentes en comparación con las otras, características específicas de Cañicapa.

Es importante destacar que la resistencia de los tallos de la cebada puede ser un factor importante en la calidad y el rendimiento del cultivo, ya que los tallos fuertes son menos propensos a doblarse o romperse durante eventos climáticos adversos, como vientos fuertes o lluvias intensas (Garrido, 2017).

Figura 24

Resultados de los promedios de la variable tipo de grano (TG) para el control fitosanitario en variedades de cebada cervecera



La variable tipo de granos (TG) indican que los tratamientos T1, T2, T4 y T5, se registró un tipo de grano normal, mientras que en los tratamientos T3 y T6, grano grande.

La morfología y el tamaño de los granos pueden variar según la variedad de cebada utilizada. Algunas variedades pueden producir granos más pequeños o más grandes de forma natural.

Es importante destacar que el tamaño de los granos de cebada puede tener implicaciones en la calidad del cultivo y en su uso final, especialmente en la industria cervecera.

Los granos de cebada de mayor tamaño suelen ser preferidos en la producción de forraje debido a su capacidad nutrientes y extracción de azúcares. (García, 2019)

4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL

Tabla 5

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron diferencias significativas positivas o negativas en relación al rendimiento (variable dependiente Y).

Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente regresión (b)	Coefficiente de determinación (R² %)
PMG	0.46*	43.62	21.4

Coefficiente de correlación (r)

En esta investigación la variable que registró una relación significativa (*) y positiva con el rendimiento de grano en kg ha⁻¹ fue: Peso de mil granos (PMG) en la variable: Peso hectolítrico (PH). (Tabla 5).

Coefficiente de regresión (b)

La regresión nos permite analizar cómo varía la variable dependiente cuando realizamos un cambio único en las variables independientes, ya sea aumentándolas o disminuyéndolas.

La variable que contribuyó a incrementar el rendimiento de grano en kg ha⁻¹ fue: Peso de mil granos (PMG) (Tabla 5).

Coefficiente de determinación (%)

El mayor incremento de rendimiento se obtuvo en la variable: Peso de mil granos (PMG). con un valor de coeficiente de determinación (R²) de 21.40 %, esto quiere decir que en un 21.40% incremento el rendimiento de grano en kg ha⁻¹ se debe al peso de mil granos (Tabla 5).

4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Dado que los resultados de la prueba de separación de medias, muestran diferencias estadísticamente significativas y altamente significativas entre los factores en estudio y la interacción genotipo ambiente, esto respalda la hipótesis alternativa (H1) que afirmaba que la respuesta agronómica del cultivo de cebada cervecera depende de las variedades, el control fitosanitario y su interacción genotipo ambiente.

Por lo tanto, en base a los resultados presentados y las diferencias estadísticamente significativas y altamente significativas mostradas en esta investigación, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (H1). Hay evidencia estadística de que las variables estudiadas tienen un impacto significativo y altamente significativas en la respuesta agronómica del cultivo de cebada cervecera en la investigación.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- La respuesta agronómica de las tres variedades de cebada cervecera bajo dos tipos de control fitosanitario en relación a las variables agronómicas evaluadas fueron diferentes en esta zona agroecológica.
- Para el factor A (Controles fitosanitarios) el uso Propiconazole registró una reducción de un 90 % de incidencia de roya amarilla.
- Para el Factor B (Variedades de cebada) en las tres variedades de cebadas registró una incidencia similar, obteniendo el mejor rendimiento la variedad INIAP – Alfa 2021 con 3870.6 kg ha⁻¹.
- Para la interacción de factores (AxB) el promedio más alto del rendimiento se determinó en el tratamiento A1B3 (Propiconazole + INIAP- Cañicapa 2003) con 4797 kg ha⁻¹.
- La variable que contribuyó a incrementar el rendimiento de grano en kg ha⁻¹ fue: Peso de mil granos (PMG).
- La variedad INIAP- Cañicapa ha destacado por su alto rendimiento de grano por hectárea, siendo una opción a considerar para agricultores en busca de altos rendimientos.

5.2. RECOMENDACIONES

- La elección del control fitosanitario debe ser cuidadosa y adaptada a las necesidades específicas de las variedades de cebada utilizadas. En este estudio, se ha observado que el uso de Propiconazole tuvo un impacto positivo en varios aspectos agronómicos, pero es importante considerar las condiciones locales y las recomendaciones de expertos para su aplicación.
- Realizar un seguimiento constante del desarrollo de los cultivos es esencial para identificar problemas tempranos y tomar medidas correctivas. Además, evaluar regularmente el estado de los cultivos permitirá optimizar el rendimiento y la calidad del grano.
- Compartir los resultados de las investigaciones de manera clara y accesible para agricultores y otros miembros de la comunidad agrícola. La comunicación efectiva es esencial para asegurar que los hallazgos se traduzcan en prácticas agrícolas mejoradas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrointegra. (2019). Guía de Protección Integrada: Cebada. Navarra, España Consebro. Recuperado el 10 de 04 de 2021,. Disponible en: https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_CEBADA.pdf.
- Agrospec. (2022). Ficha tecnica de propiconazole. Disponible en: <https://agroactivocol.com/producto/sanidad-vegetal-alimentos-saludables/fungicida-held-50-ec-propiconazole/>.
- Agrotterra. (2020). Ficha técnica. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633037/Gusanos_de_alambre.pdf.
- Aguirre et al, .. (2017). Roducción de cebada (*Hordeum vulgare L*) con úrea normal y polimerizada en Pintag. En L. e. Aguirre. Quito- Ecuador: Agron. Mesoam, I(28).
- Allan, A., & Quinatoa, C. (2020). Caracterización morfoagronómica de 144 accesiones de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en la granja experimental Laguacoto III Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3673>.
- Arellano, V. (2018). Manual de la cebada cervecera. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc>.
- Ávila, N. (2020). Características de calidad física de cebada cervecera. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cebada cervecera en la asociación lechera y agropecuaria de suesca. Universidad Santo Tomas, Bogotá, Colombia. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/22320/2020nalkynavila.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- Ayo, M. (2015). Evaluación de la resistencia a Roya amarilla (*Puccinia striiformis f. sp. hordei*) y Roya de la hoja (*Puccinia hordei*) en el Germoplasma Promisorio de Cebada (*Hordeum vulgare L.*) del INIAP en dos localidades. Pichincha (Bachelor's thesis, Quito: UCE). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4539/1/T-UCE-0004-5.pdf>

- Bernardi, L. (2021). Perfil de la cebada. Ministerio de la Agricultura, Ganadería y Pesca., págs. Obtenido de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/perfil-de-cebada-2019.pdf.
- Cajamarca, B., & Montenegro, S. (2015). Selección de una línea promisorio de cebada (*Hordeum vulgare* L.) Bio-fortificada de grano descubierto y bajo contenido en fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur Ecuatoriana. Cuenca, Ecuador. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23473/1/TEISIS%20CEBADA.pdf>.
- Canal, G. (2016). Análisis de la variabilidad genotípica de cebada cervecera en rendimiento, porcentaje de proteína y calibre en distintos ambientes. Universidad de Buenos Aires- Facultad de Agronomía.
- Carrillo, F., & Minga, F. (2021). Caracterización agronómica de 16 variedades de cebada maltera realizadas en el centro experimental. Tunshi-Riobamba, Ecuador. Disponible en: <https://doi.org/10.23857/pc.v6i1.2169>.
- Castro, L. (2022). Evaluación de incidencia y severidad de la enfermedad mancha en red (*Drechslera teres*), en seis variedades de cebada cervecera tratadas con un fungicida a base fluxapyroxad y triticonazole en Luján. Obtenido de <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/1587>
- Chancasanampa, W. (2020). Componentes de rendimiento de líneas avanzadas de cebada hexástica (*Hordeum hexastichon* L.) 29TH-IBYT- UNCP en condiciones de siembra tardía en la C. C. Huamancaca-Chupaca. 75. 75. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4719/Quispe>.
- Chimbo, E., & Quinchuela, G. (2023). Eficiencia nutricional a la aplicación de cinco bioestimulantes para la producción de semilla certificada de cebada (*Hordeum vulgare*), variedad Cañicapa, en Laguacoto III, provincia Bolívar. Obtenido de <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/5580/1/Tesis%20final%20Cebada.pdf>
- Escobar, F. (2018). Efecto de la densidad de siembra de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con respecto a sus parametros productivos y

composición químico bromatológico. Universidad Nacional De Huancavelica.

ESPAC. (2022). Tabulados ESPAC 2020. Quito, Pichincha , Ecuador. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.

Estrada, J. (2021). Evaluación del efecto de la solución AgCelence de BASF para control de enfermedades foliares fúngicas en el cultivo de maíz (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ). Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6458>

Famagro. (2021). Cómo afectan los nematodos a tu cultivo. Disponible en: <https://elproductor.com/2021/02/como-afectan-los-nematodos-a-tu-cultivo/>.

Fragoso, G. (2019). Plagas y enfermedades de los cereales . https://borauhermanos.com/archivos/fichas/enfermedades_trigo_cebada.pdf.

Galarza, E. (2019). Evaluación del comportamiento agronómico de dieciocho variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) liberadas por el INIAP en el Campus Querochaca, Cevallos. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38376/1/049%20Agronom%c3%ada%20-%20Galarza%20Tenesaca%20Edisson%20Roberto.pdf>.

García, J. (2019). Los fungicidas de cebada . Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19031/64405_64953.pdf?s.

García, M., Gonzalez, M., Bueno, A., & Ortega, A. (2023). Evaluación de fungicidas para el control de enfermedades foliares en el cultivo de cebada. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 36-42. Obtenido de: <https://www.proquest.com/openview/576af8ece83981d2da1a8d11aea8b4cc/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2031961>

García. J. (2019). El control fitosanitario. Disponible en: <https://www.trichodex.bio/metodos-y-tecnicas-de-control-fitosanitario-para-los-cultivos/>.

- Garrido, B. (2017). Evaluación del comportamiento agronómico y cinco niveles de fertilización en dos variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en Tunshi, Provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba. file:///C:/Users/User/Desktop/Tesis%20cebada/13 T08 56.pd.
- González, M., Zamora, M., & Solano, S. (2016). Evaluación agronómica y física en líneas avanzadas de cebada maltera. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 159-171. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000100159&sCript=sci_abstract&tlng=pt
- González, G. (2020). Métodos de análisis para la determinación de proteínas en cereales: amaranto y cebada. Universidad de Coruña: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/27174/GonzalezPerez_Maria.
- Hernández, J. (2018). La biología y organología vegetal. <https://es.scribd.com/document/383848107/BIOLOGIA-2018-pdf>.
- Infoagro. (2020). Cultivo de la cebada . Chile . Recuperado el 10 de abril de 2021, de <https://www.infoagro.com/>.
- INIAP. (2022). INIAP Cañicapa 2003: La primera variedad de cebada con alto contenido de proteína. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2591>
- Lema, A., Basantes, E., & Pantoja, J. (2017). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. Artículo: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637007.pdf>.
- León de la Cruz, O. (2018). Diseño racional y síntesis de novedosos análogos de propiconazol. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/51725/LeonCruzOsvaldo.pdf?sequence=3>
- Manobanda, O., & Rubín, M. (2023). Respuesta productiva de cinco de variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) a la aplicación de dos sistemas de fertilización foliar, en la granja experimental Lagucoto III, cantón

Guaranda, provincia de Bolívar. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/5103>

Manzano, C. (2022). Comparación de rendimiento en seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) forrajera y maltera con dos densidades de siembra aplicado a la industria cervecera. <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4227/1/TESIS%20CAROLINA.pdf>.

Mesías, R., & Yáñez, V. (2022). Estimación de parámetros de calidad y rendimiento del grano en diez líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con proyección a la industria cervecera en Laguacoto Provincia Bolívar. https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4151/1/TESIS%20CEBADA_%20MESIAS_YANEZ_2022.pdf.

Miranda, L. (2016). Desarrollo radical y rendimiento en diferentes variedades de trigo, cebada y triticale bajo condiciones limitantes de humedad del suelo. *Terra Latinoamericana*, 393-407. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792016000400393&script=sci_arttext

Miranda. (2019). Desarrollo radical y rendimiento en diferentes variedades de trigo, cebada y triticale bajo condiciones limitantes de humedad del suelo. https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/llenado.htm.

Molina, C., & Guaman, M. (2022). Adaptación agronómica de seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos densidades de siembra con proyección para la industria cervecera. <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4169/1/Tesis%20Final%20Cristian%20y%20Miguel.pdf>.

Monar, C. (2019). Mejoramiento de los sistemas de producción . Disponible en: <https://es.scribd.com/document/223651764/Proyecto-semillas-Bolivar-pdf>.

Moreta et al, .. (2020). Caracterización morfoagronómica de 144 accesiones de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la granja experimental Laguacoto III Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. . <https://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3673>.

- Orrala, 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.
- Pallo, M. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP bajo las condiciones agroecológicas en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021-2022. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9468>
- Perez, J. (2018). Rendimiento de grano, fenología y calidad de semilla en genotipos de cebada maltera. Colegio de posgraduados. Institución de enseñanza e investigación de ciencias agrícolas. México.
- Pérez, J., & Zamora, M. (2016). Evaluación de 10 genotipos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en cinco fechas de siembra y dos ciclos agrícolas. *Agrociencia*, 201-213. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000200201&script=sci_arttext
- Perrochón, J. (2013). Cultivos Forrajeros de Invierno. <http://planagropecuario.org.uy/publicaciones/libros/Invierno.html>.
- Ponce et al. (2019). Parámetros de evaluación y selección en cereales. Manual No.111. INIAP. Quito-Ecuador. 58p. <file:///C:/Users/Spce/Downloads/Manual%20Par%C3%A1metros%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20Cereales%20DIGITAL-1.pdf>.
- Ponce et al. (2020). La cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. <file:///C:/Users/Spce/User/Desktop/Tesis%20cebada/Manual%20116%20La%20cebada.pdf>.
- Ponce et al. (2022). Actividades de investigación en cereales año 2021. <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/5977/1/INFORME%20ANUAL%20CEBADA%202021%20digital%20baja%20resoluci%C3%B3n.pdf>.

- Ponce et al. (2022). Cebada (*Hordeum vulgare* L.) Manual de manejo del cultivo y conservación de suelos. file:///C:/Users/Spc/Downloads/FINAL%20MANUAL%20CEBADA%20KOPIA%202022_compressed-2.pdf.
- Ponce et al. (2022). Triptico INIAP alfa 2021. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5972/1/TRIPTICO%20INIAP%20ALFA.pdf>
- Ponce, L. (2019). Parámetros de Evaluación INIAP. file:///C:/Users/Spc/Downloads/Manual%20Par%C3%A1metros%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20Cereales%20DIGITAL.pdf.
- Portilla, M. (2019). Determinación del impacto de la roya en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y sus alternativas de control, en la Parroquia El Ángel, Provincia del Carchi (Bachelor's thesis, El Angel: UTB, 2019). Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6424>
- Poveda, M. (2022). Cervecería Nacional anuncia su primera cosecha de cebada maltera. <https://www.quebakan.com/v15/cerveceria-nacional-anuncio-la-primera-cosecha-de-cebada-maltera-en-el-ecuador-y-continua-su-apoyo-al-agro/>.
- Quelal, N. (2014). “Evaluación del fraccionamiento f 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” . .
- Realpe, M. (2022). Evaluación de las variedades mejoradas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Salache UTC 2021-2022. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9480/1/PC-002428.pdf>
- Rivas, M. (2016). Curso de Introducción al mejoramiento genético de las plantas. Recuperado el 16 de abril de 2021. <https://eva.undelar.edu.uy/mod/resource/view.php?id=91749>.

- Rivera, E. (2017). Evaluación de un fertilizante nitrogenado de liberación controlada en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la granja experimental Yuyucocha (*Bachelor's thesis*). Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7172>.
- Rivera. (2017). Evaluación de un fertilizante nitrogenado de liberación controlada. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales,.
- Rodríguez, M. (2021). Evaluación de fungicidas contra roya amarilla (*Puccinia striiformis f. sp. hordei*) en seis variedades de cebada. *Revista mexicana de fitopatología*, 414-434. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092021000300414&script=sci_arttext
- Romero, M. (2015). Respuesta en rendimiento y calidad de la cebada cervecera a la fertilización nitrogenada ya la aplicación de fungicida en un ambiente de media loma en Chivilcoy, provincia de Buenos Aires. Obtenido de <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/431>.
- Sandoval, P. (2022). Evaluación de los parámetros del proceso de tostado de cebada variedad Iniap-Cañicapa 2003 (*Hordeum vulgare*), sobre la capacidad antioxidante en una bebida, considerada sucedáneo de café (*Bachelor's thesis*). Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13395>
- 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.
- Velasco, Y. (2020). Caracterización agromorfológica de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Municipio de Chivata Boyacá, Colombia. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 103-116. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612020000200103&script=sci_arttext
- Zúñiga, J. (2021). Carbón desnudo de cereales, *Ustilago* sp., descripción, daños y control integrado. <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/trigo/1262-carbon-desnudo-de-cereales-ustilago>.

ANEXOS

Anexo 1 Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2 Croquis del ensayo en campo

CROQUIS DEL ENSAYO



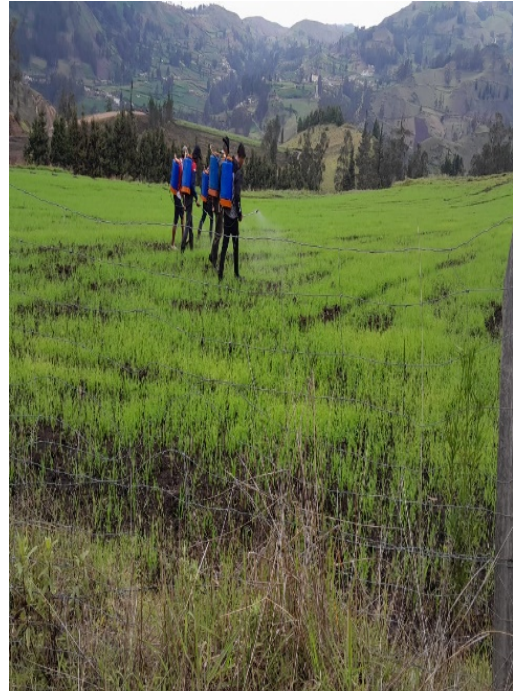
Anexo 3 Base de datos

Trat	Rep	FA	FB	PE	VP	HC	IMF	IRA	DE	AP	TP	NEMC	TE	NGE	R kg/pa	PMG	Kg/hL	TG	R Kg/ha
1	1	1	1	100	1	1	71.43	5	72	77.7	1	756	7.84	28	2.71	48.4	63.1	2	3229.90
2	1	1	2	95	1	1	78.47	4.5	70	87.1	1	333	6.83	51	3.61	41.2	59.46	2	4371.72
3	1	1	3	100	1	1	81.98	5	80	106.2	2	450	8.6	22	4.09	59.6	65.7	3	4891.43
4	1	2	1	100	2	1	84.33	94.7	72	84.5	1	600	8.7	28	2.08	38.7	64.46	2	2493.27
5	1	2	2	100	1	1	74.95	97.5	70	94.6	1	360	6.45	45	2.56	38.2	58.15	2	3096.66
6	1	2	3	100	1	1	96.05	65	80	111.1	2	396	9.25	20	2.19	52.6	63.78	3	2616.13
1	2	1	1	100	1	1	70.26	2.5	72	87.3	1	680	6.75	23	2.94	47.3	62.63	2	3548.28
2	2	1	2	100	2	1	78.46	3.5	70	84	1	440	6.5	41	3.79	41.3	60.22	2	4548.21
3	2	1	3	100	2	1	84.33	3.5	80	116.4	2	400	8.34	20	3.81	63.7	62.3	3	4624.34
4	2	2	1	95	1	1	79.64	97.5	72	85.3	1	680	7.48	26	1.96	38.3	61.05	2	2319.92
5	2	2	2	100	2	1	90.19	67.5	70	84.6	1	440	6.31	45	2.96	35.7	55.73	2	3544.06
6	2	2	3	100	1	1	84.31	97.5	80	110.9	2	460	8.72	20	1.79	54.3	63.19	3	2145.65
1	3	1	1	95	1	1	86.67	7.5	72	77.3	1	640	7.55	25	3.2	46.8	65.8	2	3831.42
2	3	1	2	100	1	1	89.02	7.5	70	76.7	1	460	6.61	53	3.8	41.9	58.97	2	4513.41
3	3	1	3	100	1	1	87.80	7.5	80	114.4	2	480	8.5	20	4.02	65.5	64.55	3	4873.73
4	3	2	1	100	1	1	73.77	92.5	72	83.6	1	624	8.35	28	2.49	38.3	63.77	2	3001.77
5	3	2	2	100	1	1	84.32	87.5	70	85.7	1	420	6.6	45	2.67	35.4	54.99	2	3149.34
6	3	2	3	100	2	1	89,01	100	80	105,8	2	392	8,8	20	2,21	53,1	62,97	3	2649,10

Anexo 4 Fotografías



Trazado y siembra de parcelas



Control de malezas



Control de plagas y enfermedades



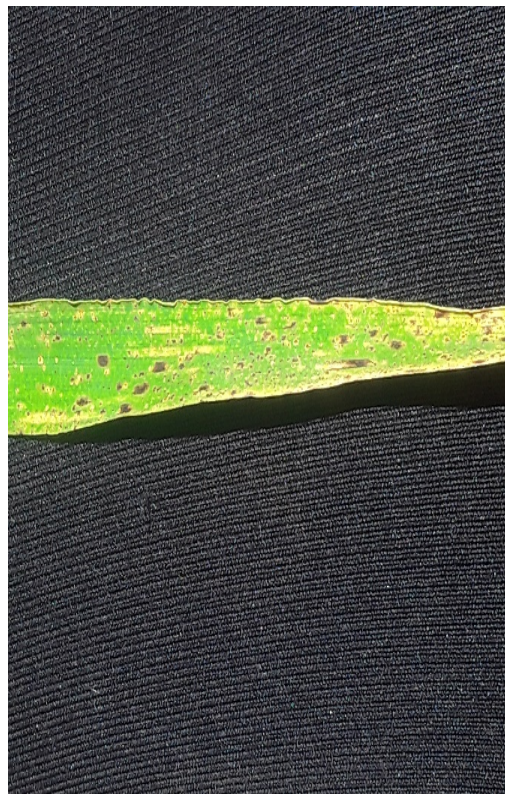
Fertilización



Toma de variable porcentaje de emergencia



Toma de variable hábito de crecimiento



Incidencia y severidad de enfermedades como mancha foliar y roya amarilla



Visita de campo



Toma de variable número de espigas por metro cuadrado



Trilla



Secado



Aventado



Peso de mil granos



Toma de variable peso hectolítrico



Toma de variable tamaño de espiga



Toma de variable porcentaje de humedad de grano

Anexo 5 Glosario de términos técnicos

Almacenamiento. - Conservación, control y expedición de mercancías y productos.

Barbecho. - Terreno de labor que no se siembra durante uno o dos años para que la tierra descanse o se regenere.

Coleóptilo. - Es la estructura que emerge inicialmente desde la semilla hacia arriba, se aproxima a la superficie del suelo a través de la elongación del mesocotilo. En el momento en que el ápice del coleóptilo recibe estímulos lumínicos, aún bajo la superficie del suelo, reanuda su crecimiento, alongando y produciendo la emergencia de las plántulas.

Diastásica. - Es una enzima de origen vegetal que se encuentra en determinadas semillas germinadas y otras plantas.

Espiga: Inflorescencia cuyas flores son hermafroditas y están sentadas a lo largo de un eje; como en el llantén; fructificación de esta inflorescencia.

Encañado. - Cuando el cereal llega a esta fase de desarrollo, un número determinado de tallos se transforma en tallos portadores de espigas, otros retrasan su crecimiento, se detienen, e incluso llegan a retroceder en el mismo.

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

Hexástica. - El crecimiento de la demanda industrial. Otro componente que adquiere importancia en esta etapa como condición.

Lígula. - En botánica, apéndice membranoso estipular situado entre la vaina y el limbo de las hojas de las gramíneas u otras plantas.

Mejoramiento genético. - El mejoramiento genético encebada 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.

Mullido. - Es Ahuecar algo con las manos para que esté más blando y esponjoso. Dar vuelta la tierra para que esté más suelto.

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.

Proteína. - Las proteínas o prótidos son macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos. Las proteínas están formadas por aminoácidos y esta secuencia está determinada por la secuencia de nucleótidos de su gen correspondiente.

Siembra al voleo. - es aquella en la cual las semillas se esparcen sobre la cama de siembra sin un orden determinado (al azar). Siembra en líneas: es aquella en la cual la semilla se deposita sobre la cama de siembra manteniendo una distancia regular entre las líneas sembradas.

Tendal. - Puede ser de tela o de plástico que se tiende en el suelo, debajo de determinados árboles (avellanos, olivos, etc), para que caigan en él los frutos cuando se recogen.

Vernalización. - Es la condición natural física a periodos variables de frío de algunas plantas herbáceas para que se produzca la apertura de sus flores. La vernalización o cantidad mínima de horas de frío requeridas, varía con las distintas especies y genotipos.

Glumillas. - Son las piezas exteriores que envuelven a la flor. Son estériles. Se les considera como los vestigios del periantio externo (cáliz) de la flor. Distinguimos entre glumilla inferior que, como en el caso de la gluma inferior, se sitúa por delante y envolviendo a las glumillas superiores. La glumilla inferior también es llamada lema y a la glumilla superior se la conoce como pálea.