



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos
Naturales y del Ambiente
Carrera de Agronomía

TEMA:

RESPUESTA PRODUCTIVA DE CINCO VARIEDADES DE CEBADA (*Hordeum vulgare L.*) A LA APLICACIÓN DE DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR

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

AUTORES:

Oscar Fabian Manobanda Pilco

Marco Raúl Rubín Velasco

DIRECTORA:

Ing. Araceli Beatriz Lucio Quintana PhD

GUARANDA – ECUADOR

2023

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE CINCO VARIEDADES DE CEBADA
(*Hordeum vulgare* L.) A LA APLICACIÓN DE DOS SISTEMAS DE
FERTILIZACIÓN FOLIAR, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL
LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR**

REVISADO Y APROBADO POR:



**Ing. ARACELI BEATRIZ LUCIO QUINTANA PhD
DIRECTORA**



**Ing. VÍCTOR DANILO MONTERO SILVA Mg.
ÁREA DE BIOMETRÍA**



**Ing. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA**



CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nosotros, Oscar Fabián Manobanda Pilco con cédula de identidad 0250108669 y Marco Raúl Rubín Velasco con cédula de identidad 0202387098 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 correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

OSCAR MANOBANDA PILCO
AUTOR
C.I 0250108669

MARCO RUBÍN VELASCO
AUTOR
C.I 0202387098

Ing. ARACELI BEATRIZ LUCIO QUINTANA PhD
DIRECTORA
C.I 0201092152

Ing. VÍCTOR DANILO MONTERO SILVA Mg.
ÁREA DE BIOMETRÍA
C.I 0201185584

Ing. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA
C.I 0201600327



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



rio...

Nº ESCRITURA 20230201003P00592

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: RUBIN VELASCO MARCO RAUL Y MANOBANDA PILCO OSCAR FABIAN

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000003228

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diecisiete de marzo del dos mil veintitrés, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda**, comparecen los señores **MANOBANDA PILCO OSCAR FABIAN**, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en el Cantón San Miguel y de paso por este lugar, con celular (0991418305), correo electrónico es oscarpilco1998@gmail.com; y **RUBIN VELASCO MARCO RAUL**, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en el Cantón San Miguel y de paso por este lugar, con celular (0959542957), correo electrónico es marcorubin1994@gmail.com, por sus propios y personales derechos, 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 instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declara lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **“RESPUESTA PRODUCTIVA DE CINCO VARIEDADES DE CEBADA (*Hordeum vulgare L.*) A LA APLICACIÓN DE DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR”** es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención del título de Ingenieros Agrónomos en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que le hacemos para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA.** La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquel se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

RUBIN VELASCO MARCO RAUL
C.C. 0202387099

MANOBANDA PILCO OSCAR FABIAN
C.C. 0250108669

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA....

URKUND

Documento [Cebada_Manobanda_Rubín.docx.pdf \(D161142154\)](#)

Presentado 2023-03-15 12:40 (-05:00)

Presentado por marubin@mailes.ueb.edu.ec

Recibido nmonar.ueb@analysis.orkund.com

Mensaje Proyecto [Mostrar el mensaje completo](#)

7% de estas 62 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

<input type="checkbox"/>	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D80344695
<input type="checkbox"/>	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D132354869
<input type="checkbox"/>	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D132354867
<input type="checkbox"/>	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D133980362
<input type="checkbox"/>	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D134115239

de Agronomía TEMA:

RESPUESTA

PRODUCTIVA

DE CINCO VARIEDADES DE CEBADA (Hordeum vulgare

L.) A LA APLICACIÓN DE DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA,

PROVINCIA DE BOLIVAR. Proyecto de investigación

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

Carrera

de Agronomía.

AUTORES:

OSCAR FABIAN MANOBANDA PILCO MARCO RAÚL RUBÍN VELASCO DIRECTORA Ing. Araceli Beatriz Lucío Quintana

PhD.GUARANDA - ECUADOR 2023

Buscar

de Agronomía TEMA:

RESPUESTA

PRODUCTIVA

DE CINCO VARIEDADES DE CEBADA (Hordeum vulgare

L.) A LA APLICACIÓN DE DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA,

PROVINCIA DE BOLIVAR. Proyecto de investigación

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

Carrera

de Agronomía.

AUTORES:

OSCAR FABIAN MANOBANDA PILCO MARCO RAÚL RUBÍN VELASCO DIRECTORA Ing. Araceli Beatriz Lucío Quintana

PhD.GUARANDA - ECUADOR 2023

Buscar

ING. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.
ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

DRA. ARACELI BEATRIZ LUCIO QUINTANA Ph.D.
DIRECTORA

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado en primer lugar a Dios que me brinda salud, sabiduría y fortaleza para poder concluir con mi carrera universitaria.

A mis padres Norberto Manobanda y Rosa Pilco por ser mi motor e inspiración a cada día salir adelante, por estar desde el día uno dándome ese apoyo incondicional de padres para poder hoy concluir con mis estudios.

A mis tres hermanos los cuales fueron el ejemplo a seguir y los que con sus palabras de aliento me motivaron cada día a que los sueños si se cumplen y a ser una mejor persona y para alguien que fue como mi cuarto hermano quien siempre me dijo que si lo iba a lograr. Aunque ya no estás, pero lo logré gracias por confiar en mí siempre.

Es grato agradecer a aquellas personas que en su momento compartieron y me brindaron su apoyo, aquellos compañeros que incondicionalmente compartieron sus conocimientos, alegrías y también tristezas en este camino extenso y corto a la vez.

También agradezco a una persona en especial que compartimos muchas experiencias juntas y la cual hoy en día me da el regalo más grande del mundo y la cual amo con todo mi corazón y es el motor para salir adelante.

Gracias a todos.

Oscar

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida, salud, conocimiento y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Mariana Velasco, por ser un pilar importante, demostrarme siempre su cariño, amor y apoyo incondicional sin importar en qué situación estemos. A mi padre Raúl Rubín, quien con su conocimiento, esfuerzo y consejos ha sabido guiarme en toda mi vida estudiantil.

A mis hermanos quienes han estado en todo el transcurso de mi carrera, y han sido un apoyo incondicional para culminar esta etapa de mi vida.

Finalmente dedico esta tesis a mis amigos por el apoyo y por extender su mano en momentos difíciles. Mil gracias.

Marco

AGRADECIMIENTO

Agradecemos de manera especial a la Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía por habernos permitido desarrollar nuestros estudios de tercer nivel.

Así como también a todas las autoridades, y personal docente que nos han impartido sus conocimientos a lo largo de nuestro estudio. Nuestra gratitud y reconocimiento a los miembros del tribunal Dra. Araceli Lucio Q, Ing. David Silva G, Ing. Danilo Montero por dirigirnos y por su apoyo incondicional en todo este proceso de titulación, así como en las horas de enseñanza como docentes.

Oscar y Marco

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA.....	3
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Origen.....	5
2.2. Taxonomía.....	5
2.3. Descripción botánica.....	5
2.3.1. Raíz.....	5
2.3.2. Tallo.....	6
2.3.3. Hojas.....	6
2.3.4. Flores.....	6
2.3.5. Grano.....	6
2.4. Descripción vegetativa.....	7
2.4.1. Germinación.....	7
2.4.2. Crecimiento de la plántula.....	7
2.4.3. Macollamiento.....	7
2.4.4. Desarrollo del grano y maduración.....	8
2.4.5. Semilla.....	8
2.5. Requerimientos del cultivo.....	9
2.5.1. Clima.....	9
2.5.2. Temperatura.....	9
2.5.3. Precipitación.....	9
2.5.4. Suelo.....	9

2.6.	Manejo del cultivo	10
2.6.1.	Preparación del terreno.....	10
2.6.2.	Siembra y densidad.....	10
2.6.3.	Riego.....	11
2.6.4.	Fertilización	11
2.6.5.	Control de malezas	13
2.6.6.	Cosecha y almacenamiento	13
2.7.	Plagas.....	14
2.7.1.	Pulgones (<i>Schizaphis graminum</i>).....	14
2.7.2.	Nemátodos.....	15
2.7.3.	Larva del insecto (<i>Lema melanopa</i>).....	15
2.7.4.	Mosquito del cereal	16
2.8.	Enfermedades	16
2.8.1.	Carbón desnudo (<i>Ustilago nuda</i>).....	16
2.8.2.	Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	16
2.8.3.	Roya parda (<i>Puccinia triticina</i>)	17
2.8.4.	Carbón desnudo (<i>Ustila gonuda</i>).....	17
2.8.5.	Escaldadura (<i>Rhynchosporium secalis</i>)	17
2.8.6.	Virus del enanismo amarillo (BYDV)	18
2.9.	Producción de cebada en Ecuador.....	18
2.10.	Variedades	19
2.10.1.	INIAP-Cañicapa 2003	19
2.10.2.	INIAP-Pacha 2003	20
2.10.3.	INIAP- Palmira	22
2.10.4.	Andreia.....	23
2.10.5.	Metcalfé	24

2.10.6.	Alpha.....	24
2.10.7.	Guaranga.....	25
2.11.	Nutrientes	26
2.12.	Sistemas de fertilización foliar	29
2.12.1.	Calcio boro.....	29
2.12.2.	Ácido húmico + fithormona + vitamina	29
2.13.	Principio del sistema.....	29
2.14.	Costo de producción.....	30
CAPÍTULO III.....		31
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	31
3.1.	Materiales	31
3.1.1.	Ubicación de la investigación	31
3.1.2.	Situación geográfica y climática	31
3.1.3.	Zona de vida	31
3.2.	Material experimental.....	32
3.3.	Material de campo	32
3.4.	Material de oficina.....	32
3.5.	Métodos.....	33
3.5.1.	Factores en estudio.....	33
3.5.2.	Tratamientos	33
3.5.3.	Tipo de diseño experimental	35
3.5.4.	Tipo de análisis	35
3.6.	Métodos de evaluación y datos tomados.....	35
3.6.1.	Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)	35
3.6.2.	Número de plantas por metro cuadrado (PMC)	35
3.6.3.	Número de macollos por planta (NMP)	36

3.6.4.	Hábito de crecimiento (HC)	36
3.6.5.	Incidencia y severidad de enfermedades foliares (ISEF)	36
3.6.6.	Días de espigamiento (DE)	37
3.6.7.	Altura de la planta (AP)	37
3.6.8.	Longitud de la espiga (LE)	37
3.6.9.	Acame de tallo (AT).....	37
3.6.10.	Acame de raíz (AR)	37
3.6.11.	Días a la cosecha (DC).....	38
3.6.12.	Grano quebrado (GQ).....	38
3.6.13.	Número de hilera por espigas (NHPE).....	38
3.6.14.	Desgrane de la espiga (DE).....	38
3.6.15.	Color del grano (CG).....	38
3.6.16.	Tamaño de grano (TG)	39
3.6.17.	Porcentaje de humedad del grano (HG)	39
3.6.18.	Peso hectolítrico (PH)	39
3.6.19.	Rendimiento total kg/parcela.....	39
3.6.20.	Rendimiento total en kg/ha	39
3.7.	Manejo de experimento	40
3.7.1.	Análisis de suelo	40
3.7.2.	Preparación de suelo	40
3.7.3.	Siembra.....	40
3.7.4.	Control de malezas	41
3.7.5.	Fertilización	41
3.7.6.	Control de plagas	41
3.7.7.	Control de enfermedades.....	41
3.7.8.	Codificación de unidades experimentales.....	41

3.7.9.	Cosecha	42
3.7.10.	Trilla	42
3.7.11.	Secado.....	42
3.7.12.	Aventado.....	42
3.7.13.	Almacenado	42
CAPÍTULO IV.....		43
4.	Resultados y discusión	43
4.1.	Variables agronómicas	43
4.1.1.	Factor A: Sistemas de fertilización	43
4.1.2.	Factor B: Accesiones de cebada.....	51
4.1.3.	Interacción de factores (AxB)	60
4.2.	Variables morfológicas.....	75
4.3.	Variables de calidad	78
4.3.1.	Factor A: Sistemas de fertilización	78
4.3.2.	Factor B: Accesiones de cebada.....	79
4.3.3.	Interacción de factores (AxB)	81
4.4.	Coefficiente de variación (CV)	86
4.5.	Análisis de correlación y regresión lineal.....	87
4.5.1.	Coefficiente de correlación.....	87
4.5.2.	Coefficiente de regresión	88
4.5.3.	Coefficiente de determinación.....	88
4.6.	Análisis de costo beneficio.....	94
4.6.1.	Relación costo-beneficio	95
4.7.	Comprobación de hipótesis	96
4.8.	Conclusiones	97
4.9.	Recomendaciones	99

BIBLIOGRAFÍA.....	100
ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1	Resultados de la prueba de Tukey al 5% en variables agronómicas del Factor A (Sistemas de fertilización): Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Número de plantas por metro cuadrado (PMC), Altura de la planta (AP), Longitud de espiga (LE), Acame de tallo (AT), Acame de raíz (AR), Grano quebrado (GQ), Tamaño de grano (TG), Porcentaje de humedad del grano (HG), Peso hectolitrico (PH), Rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y Rendimiento en kg/ha (kg/ha).	44
2	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para las variables agronómicas del Factor B (Variedades de cebada): Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Número de plantas por metro cuadrado (PMC), Altura de la planta (AP), Longitud de espiga (LE), Acame de tallo (AT), Acame de raíz (AR), Grano quebrado (GQ), Tamaño de grano (TG), Porcentaje de humedad del grano (HG), Peso hectolitrico (PH), Rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y Rendimiento en kg/ha (Kg/ha).	52
3	Resultados de la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (sistemas de fertilización y variedades de cebada) para las variables agronómicas: Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Número de plantas por metro cuadrado (PMC), Altura de la planta (AP), Longitud de espiga (LE), Acame de tallo (AT), Acame de raíz (AR), Grano quebrado (GQ), Tamaño de grano (TG), Porcentaje de humedad del grano (HG), Peso hectolitrico (PH), Rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y Rendimiento en kg/ha (Kg/ha).	61

4	Caracteres morfológicos: Hábito de crecimiento (HC); Desgrane de la espiga (Des); Color del grano (CG) y Número de hilera por espiga (NHPE)	76
5	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para el Factor A (Sistemas de fertilización) Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).	79
6	Resultados de la prueba de Tukey al 5% de las variables calidad del Factor B (Variedades de cebada) Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).	80
7	Resultados de la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (sistemas de fertilización y variedades de cebada) para las variables de calidad: Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).	82
8	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes agronómicos) que presentaron relación significativa positiva o negativa con el rendimiento (variable dependiente).	88
9	Costo producción de cinco variedades de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	95

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1	Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y número de plantas por metro cuadrado (PMC) para el factor A (sistemas de fertilización).	45
2	Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios altura de la planta (AP) y longitud de espiga (LE) para el factor A (sistemas de fertilización).	46
3	Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de acame de tallo (AT) y acame de raíz (AR) para el factor A (sistemas de fertilización).	47
4	Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables grano quebrado (GQ) y tamaño del grano (TG) para el factor A (sistemas de fertilización).	48
5	Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de contenido de humedad (HG) y peso hectolitrico (PH) para el factor A (sistemas de fertilización).	49
6	Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y rendimiento kg/ha (Kg/ha) para el factor A (sistemas de fertilización).	51
7	Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de emergencia en el campo y número de plantas por metro cuadrado para el factor B (variedades de cebada)	53
8	Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables altura de planta y longitud de espiga para el factor B (variedades de cebada)	54
9	Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables acame de tallo y acame de raíz para el factor B (variedades de cebada)	55

- 10 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables grano quebrado y tamaño del grano para el factor B (variedades de cebada) 56
- 11 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de humedad del grano y peso hectolítrico para el factor B (variedades de cebada) 57
- 12 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y rendimiento total kg/ha (Kg/ha) para el factor B (variedades de cebada) 59
- 13 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y número de plantas por metro cuadrado (PMC) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada) 62
- 14 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables altura de planta (AP) y longitud de espiga (LE) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada) 64
- 15 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables acame de tallo (AT) y acame de raíz (AR) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada) 66
- 16 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables grano quebrado (GQ) y tamaño de grano (TG) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada) 69
- 17 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de humedad de grano (HG) y peso hectolítrico (PH) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada) 71
- 18 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y rendimiento total kg/ha (Kg/ha) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada) 73

19	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para el Factor A (Sistemas de fertilización) Análisis de fibra (AFib); Análisis de 79 grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).
20	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para el Factor B (Variedades de cebada) Análisis de fibra (AFib); Análisis de 81 grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).
21	Resultados de la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (sistemas de fertilización y variedades de cebada) para 83 las variables de calidad: Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).
22	Regresión lineal entre porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y el rendimiento en kg/ha. 90
23	Regresión lineal entre número de plantas por metro cuadrado (PMC) y el rendimiento en kg/ha. 90
24	Regresión lineal entre altura de planta (AP) y el rendimiento en kg/ha. 91
25	Regresión lineal entre longitud de espiga (LE) y el rendimiento en kg/ha. 91
26	Regresión lineal entre acame de tallo (AT) y el rendimiento en kg/ha. 92
27	Regresión lineal entre acame de raíz (AR) y el rendimiento en kg/ha. 92
28	Regresión lineal entre porcentaje de humedad del grano (HG) y el rendimiento en kg/ha. 93
29	Regresión lineal entre peso hectolítrico (PH) y el rendimiento en kg/ha. 93
30	Regresión lineal entre peso total por parcela (PTP) y el rendimiento en kg/ha. 94

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°	DESCRIPCIÓN
1	Ubicación de la investigación
2	Análisis químico de macro y micro nutrientes del suelo
3	Base de datos de cinco variedades de cebada en tres sistemas de fertilización
4	Manejo del experimento
5	Glosario de términos técnicos

RESUMEN Y SUMMARY

Resumen

La cebada es un cultivo que se encuentra difundido en todo el mundo. Ecuador se caracteriza por el consumo, de cebada en elaborados alimenticios para consumo humano y a través del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP), se logra liberar variedades mejoradas con características especiales y alto rendimiento. El presente trabajo se ejecutó en Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Los objetivos planteados fueron: i) Valorar la respuesta productiva de cinco variedades de cebada. ii) Determinar el sistema de fertilización foliar con mayor eficiencia química para el cultivo de cebada. iii) Realizar el análisis económico en la relación beneficio/costo. Se aplicó como metodología un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones. Se evaluó tres sistemas de fertilización en cinco accesiones. Se realizó el análisis de varianza más la prueba de comparación de medias Tukey al 5% para comparar los promedios. Análisis de correlación y regresión simple y múltiple al 5%. La respuesta agronómica de las cinco variedades de cebada en tres sistemas de fertilización, evaluados en la zona agroecológica de Laguacoto III presentó diferencias estadísticas significativas. En la interacción de sistemas de fertilización por accesiones de cebada (AxB), se presentó diferencias altamente estadísticas, los rendimientos promedios más elevados fueron registrados en los tratamientos T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con una producción de 5361,7 kg/ha) y T1 (Calcio boro + Palmira con 5199,7 kg/ha). Económicamente las mejores opciones tecnológicas para el cultivo de cebada se presentaron en los tratamientos: T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con \$ 872,27/ha, seguido del tratamiento T1 (Calcio boro con Palmira) y T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) ambos con \$ 807,37/ha, lo que figura que el agricultor de cebada por cada dólar invertido tiene una ganancia de \$0,48 y \$0,45 centavos de dólar respectivamente.

Palabras claves: Productividad, Cebada, Fertilización, Proteína, Alpha.

Summary

Barley is a crop that is widespread throughout the world. Ecuador is characterized by the consumption of barley in food products for human consumption and through the National Institute of Agricultural Research of Ecuador (INIAP), improved varieties with special characteristics and high yields have been released. This work was carried out in Laguacoto III, Guaranda canton, Bolivar province. The objectives were: i) To evaluate the productive response of five barley varieties. ii) To determine the foliar fertilization system with the highest chemical efficiency for the barley crop. iii) To carry out an economic analysis of the benefit/cost ratio. The methodology applied was a Randomized Complete Block Design (RCBD), with three replications. Three fertilization systems were evaluated in five accessions. The analysis of variance plus the Tukey 5% mean comparison test was performed to compare the averages. Correlation analysis and simple and multiple regression at 5%. The agronomic response of the five barley varieties in three fertilization systems evaluated in the agroecological zone of Laguacoto III showed significant statistical differences. In the interaction of fertilization systems by barley accessions (AxB), there were highly statistical differences, the highest average yields were recorded in the treatments T7 (Humic acid + phytohormone + vitamin B12 with Alpha) with a yield of 5361,7 kg/ha) and T1 (Calcium boron + Palmira with 5199,7 kg/ha. Economically the best technological options for barley crop were presented in the treatments: T7 (Humic acid + phytohormone + vitamin B12 with Alpha) with \$ 872,27/ha, followed by treatment T1 (Calcium boron with Palmira) and T12 (No foliar fertilization with Alpha) both with \$ 807,37/ha, which figures that the barley farmer for each colar invested has a profit of \$0,48 and \$0,45 cents respectively.

Key words: Productivity, Barley, Fertilization, Protein, Alpha.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es un cultivo que se encuentra ampliamente difundido en todo el mundo, ocupando el cuarto lugar en superficie sembrada después del trigo, maíz y arroz. La cebada engloba gran importancia por su amplia adaptación ecológica, siendo un cereal que se cultiva en los cinco continentes, al presente los diez principales países productores de cebada son: Rusia, Ucrania, Francia, Alemania, España, Australia, Canadá, Turquía, Reino Unido y Argentina (Aldabaga, 2018).

En la región del Altiplano, producir forraje verde es una necesidad para la manutención del ganado lechero, sin embargo, en esta eco región tenemos limitantes como son las bajas precipitaciones y los constantes riesgos climáticos, lo que hace que, el agricultor tenga que esperar la época de lluvias para sembrar a temporal (Saravia, 2020).

En el Ecuador la producción de cebada es de 18733 T. La superficie dedicada al cultivo de la cebada es de 48874 ha, comercializadas en todas las provincias de la sierra, pero ello no refleja el gran número de campesinos que, en superficies muy pequeñas, siembran cebada para uso y consumo familiar (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador - INEC, 2017).

Ecuador se enfatiza por el consumo de cebada en elaborados alimenticios para consumo humano, la cebada sirve como insumo para la obtención de máchica (harina), pinol, y arroz de cebada; asimismo se utiliza como adjunto para cervecería y en verde para forraje de alimento pecuario (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, 2019).

En la provincia Bolívar, se cultiva aproximadamente 1800 ha de cebada común, con un rendimiento promedio de 1,5 tm/ha en variados sistemas de producción y particularmente para el autoconsumo (Monar, 2019).

El nitrógeno, fósforo y potasio, junto con carbono e hidrógeno; del aire y del agua, son los nutrientes importantes que precisa la planta para su buen desarrollo. Pero para que su absorción por ésta sea la esperada, es justo que estén presentes otros nutrientes, que son los nombrados elementos secundarios y micro elementos, que van a potenciar y mejorar dicha eficiencia, de tal forma que, la carencia de alguno de ellos puede provocar desajustes fisiológicos y problemas nutricionales que puedan provocar en anomalías de crecimiento, floración, cuajado, engorde de los frutos, falta de calidad, etc (FERTIBERIA, 2006).

La fertilización adecuada de micronutrientes en la planta es esencial para que los nutrientes como nitrógeno (N) y fósforo (P) sean asimilados eficientemente, además, desempeñan un significativo papel en la resistencia a problemas fitosanitarios. De igual manera, se ha reconocido que los micronutrientes hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), boro (B), cloro (Cl) y níquel (Ni), son fundamentales para el crecimiento reproductivo de las plantas tanto a nivel fisiológico como agronómico (Kyrkby, 2016).

Dentro de esta investigación, se presentaron los siguientes objetivos

- Valorar la respuesta productiva de cinco variedades de cebada.
- Determinar el sistema de fertilización foliar con mayor eficiencia química para el cultivo de cebada.
- Realizar el análisis económico en la relación beneficio/costo.

1.2. PROBLEMA

En Ecuador, se cultiva uno de los cuatro cereales más importante en el mundo, la cebada actualmente presenta disminución en su producción, a esto se le añade varios de los factores tales como; cambio climático, presencia de problemas fitosanitarios severos, desequilibrio económico del mercado, pérdida de biodiversidad, erosión genética, poca rentabilidad, adaptación a distintas zonas agroecológicas, lo que hace que el agricultor o productor se desmotive en la producción de cebada.

En los últimos años el cultivo de cebada ha presentado una severa proliferación de enfermedades, lo que se ha tenido como resultado su difícil control y propagación.

Se agrega a todo este contexto que, nuestro país no cuenta con variedades y materiales promisorios con particularidades como la resistencia o tolerancia a proliferación de problemas fitosanitarios y aceptadas para la industria cervecera. Las variedades que se encuentran vigentes llegan a tener factores como la susceptibilidad a problemas fitosanitarios en especial de royas, así mismo muchas de ellas son tardías.

En virtud a que la mayoría de suelos de Ecuador no proporcionan todo el N que el cultivo requiere, debido a la lenta liberación de N a partir de la materia orgánica, se requiere una adecuada fertilización nitrogenada (FN) para corregir y completar la nutrición del cultivo. Para una producción de grano de cebada se deberían aplicar entre gran cantidad de nitrógeno, aunque las compañías cerveceras que conforman el consorcio de Cervecería Nacional y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) recomiendan aplicaciones que varían de 0 a 90 kg N/ha (INIAP, 2017).

En cuanto a la aplicación de nutrientes secundarios y microelementos a los cereales en invierno no reciben la atención adecuada. En el caso de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Ello se debe en primer lugar,

a que tradicionalmente se han sembrado variedades de bajo rendimiento, supuestamente con pocas necesidades de estos nutrientes y que eran satisfechas por el suelo. Otra razón ha sido la utilización en los sistemas de cultivo abonos orgánicos en abundancia y de fertilizantes de menor concentración, como sulfato amónico y superfosfato de calcio entre otros, donde está presente el azufre y otros nutrientes secundarios y microelementos, sin embargo, en bajas concentraciones.

A causa de esto, esta investigación permitió validar y seleccionar germoplasma promisorio de cebada cervecera tolerante a la sequía, al calor y a las principales enfermedades foliares como las royas, carbones y manchas foliares, lo que mejora la productividad del cultivo de cebada.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) fue uno de los cultivos primitivos en ser cultivadas por el ser humano en el inicio de la agricultura. Algunos autores exteriorizan que este proceso se dio en dos centros de origen situados en el Sudeste de Asia y África septentrional. La cebada pertenece a la subfamilia Poideae, dentro de la familia Poaceae e incluye plantas cultivadas y espontáneas (Santoyo, E, 2018).

2.2. Taxonomía

Tabla 1. Taxonomía de la cebada

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Súper división	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperale
Familia	Poaceae
Género	Hordeum
Especie	Vulgare
Nombre científico	<i>Hordeum vulgare L.</i>

Fuente: (Bernardi, L, 2019)

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Raíz

El sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad en comparación con el de otros cereales. Se estima que un 60% del peso de

las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1,20 m. de profundidad (INTA, 2019).

2.3.2. Tallo

El tallo es erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos, la altura de los tallos depende de las variedades (Pérez, A, 2017).

2.3.3. Hojas

La cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida (InfoAgro, 2018).

2.3.4. Flores

Al igual que el trigo, las espiguillas de la cebada se unen directamente al raquis, pero aquí, en cada articulación del mismo se insertan tres. Cuando las flores de cada articulación son fértiles, tenemos una cebada de seis carreras, y cuando es solo una de ellas, se trata de una cebada de dos carreras. Las glumillas son alargadas y agudas en su vértice. Las glumillas están adheridas al grano prolongándose por medio de una arista. Las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas (ACOR, 2017).

2.3.5. Grano

El fruto es cariósipide de forma puntiaguda, en uno de sus extremos y aunque puede ser desnudo, en la generalidad cubierto, detalle que depende de la variedad (Fiat, 2019).

2.4. Descripción vegetativa

2.4.1. Germinación

Es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta transformarse en una nueva planta. En las cebadas malteras, los granos son llevados a vasijas o cajones de germinación. La etapa de germinación es de fundamental importancia porque de ella depende la calidad de la malta. Las condiciones terminantes para que la misma se lleve a cabo son: aporte suficiente de agua, oxígeno, y temperatura apropiada, durando aproximadamente entre 4 a 6 días. Cada especie opta para germinar una temperatura determinada; en general, las condiciones extremas de frío o calor no favorecen la germinación, normalmente la temperatura adecuada es entre 15 y 20°C (García, F, 2018).

2.4.2. Crecimiento de la plántula

Una vez nacida la planta, el coleóptilo deja de crecer y surgen las primeras hojas verdaderas. Las hojas aparecen aproximadamente cada 3 a 5 días dependiendo de la variedad y de las condiciones ambientales. En el tallo principal habitualmente se forman de ocho a nueve hojas, las variedades de maduración tardía generalmente forman más hojas. El nacimiento de la hoja final (llamada hoja bandera) es un estado de crecimiento importante a tener en cuenta a la hora de emplear ciertos reguladores de crecimiento (León, D, 2018).

2.4.3. Macollamiento

A partir de los subnudos del eje principal se originan brotes secundarios llamados macollos, los cuales comienzan a emerger cuando las plantas presentan tres hojas; en la medida que crecen van generando su propio sistema de raíces, logrando así independizarse de la planta que les dio origen. La cebada muestra una producción de macollos similar a la del trigo, obteniéndose en el caso de las cebadas primaverales, un promedio de dos a tres macollos por planta. Pero, la muerte de macollos más pequeños, una

vez que se inicia la floración en el tallo principal, y la competencia por luz que se genera sobre los macollos que se encuentran atrasados en su desarrollo, determinan que en promedio se obtenga solamente un macollo productivo por planta (Guerrero, A, 2019).

2.4.4. Desarrollo del grano y maduración

Una vez que la formación del polen y la emergencia de la espiga se han producido, los granos empiezan a desarrollarse. La longitud del grano de cebada se constituye primero seguida de su anchura. Esto explica que la cebada desarrollada bajo condiciones de estrés es ordinariamente tan larga como el grano normal pero más estrecho y de menor peso. Los primeros períodos de desarrollo del grano, designado estado acuoso y estado lechoso, duran entorno a diez días. Aunque los granos no ensanchan mucho en peso durante esta fase, esta es extremadamente importante porque determina el número de células que posteriormente se utilizarán para almacenar almidón.

Cuando los granos de esta etapa son aplastados causan una sustancia acuosa que se vuelve lechosa en etapas posteriores. Los granos que están almacenado almidón y creciendo rápidamente, se identifican por una consistencia blanca semisólida llamada “masa blanda”. Este período habitualmente se desarrolla durante unos diez días después de estado lechoso. Finalmente, mientras el grano se aproxima a la madurez y empieza a perder agua rápidamente, su consistencia se hace más sólida denominada “masa dura”. En esta etapa el grano pierde también el color verde (Suárez, 2021).

2.4.5. Semilla

La semilla de cebada es parte de un fruto llamado cariósido, en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y la cubierta seminal (testa), están estrechamente unidas, siendo inseparables (Guerrero, A, 2019).

2.5. Requerimientos del cultivo

2.5.1. Clima

Los requerimientos en cuanto al clima son muy pocas, por lo que su cultivo se encuentra muy extendido, aunque crece mejor en climas frescos. La cebada requiere menos unidades de calor para lograr la madures fisiológica, por ello alcanza altas actitudes y altitudes (Gualotuña, 2017).

2.5.2. Temperatura

Para germinar requiere una temperatura mínima de 6°C. Florece a una temperatura de 16°C y madura a los 20°C. Tolera muy bien las bajas temperaturas, ya que puede llegar a tolerar hasta 10°C, la temperatura óptima de crecimiento es de 15°C en el período vegetativo de 17 a 18°C en el reproductivo. No soporta sombra, se adapta a altitudes desde los 2400 a 3000 m.s.n.m. (La Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas - FENALCE, 2017).

2.5.3. Precipitación

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

2.5.4. Suelo

La cebada se puede cultivar en cualquier tipo de suelo. Es un cereal que resiste un mayor nivel de salinidad en el suelo, además puede tener problemas para desarrollarse en terrenos con mal drenajes y encharcados, como pueden ser los suelos arcillosos, los valores de pH óptimos para su progreso se sitúan entre 6,4 y 7,8.

En general los suelos más idóneos para el cultivo de cebada son los de textura franca, fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua (Suárez, 2021).

2.6. Manejo del cultivo

2.6.1. Preparación del terreno

Requiere un suelo bien labrado y mullido, por ello va bien colocada en la rotación después de un barbecho. La tendencia actual, es la práctica del laboreo de conservación del suelo, utilizando para ello pequeños subsoladores o de arados chisel. Los ensayos de no laboreo, ponen de manifiesto la dificultad de disponer de sembradoras adecuadas para suelos pesados y en presencia de los restos del cultivo anterior. Cuando la cebada se cultiva en regadío y, según el cultivo precedente, será distinta la labor de preparación. Si por tratarse de sembrar sobre rastrojo de maíz o incluso sobre un rastrojo anterior de cebada, etc., se considera conveniente alzar el terreno a cierta profundidad, siempre teniendo muy en cuenta que a la cebada le va mal para su nascencia que se encuentre la tierra demasiado hueca. Si por las razones que sean se ha realizado una labor de alzar relativamente profunda, habrá que tratar de dejar el terreno más apelmazado. Esto se consigue con las gradas de discos pesadas, que, aunque aparentemente dejan el terreno muy fino y hueco, esto ocurre en algunos centímetros de la superficie, pero debajo de esta capa superficial, dado su elevado peso, más bien compactan (Gualotuña, 2017).

2.6.2. Siembra y densidad

La siembra debe coincidir con el inicio de las lluvias en la zona, para permitir una buena germinación de las semillas; considerando además que la cosecha coincida con la época seca. Una adecuada humedad del suelo garantiza una buena germinación de la semilla. El método manual al voleo es la forma más común de siembra en la sierra ecuatoriana, mientras que la siembra mecanizada es poco frecuente. La profundidad de siembra

también es un aspecto importante a considerarse. La siembra no debe ser muy profunda ni muy superficial. Lo ideal es que las semillas se encuentren a no más de 5 cm de profundidad. La recomendación del INIAP, en cuanto a la cantidad de semilla, varía de acuerdo al método de siembra y a la variedad utilizada. Así, si la siembra es al voleo (manual) con la variedad INIAP-Cañicapa 2003 o INIAP-Pacha 2003, la cantidad de semilla es de 135 kg/ha (3 qq/ha). Si la siembra es con máquina con las mismas variedades, la cantidad disminuye a 110 kg/ha (2.5 qq/ha). La semilla debe ser de buena calidad, de preferencia de categorías “Registrada” o “Certificada” con un porcentaje mínimo de germinación del 85%. La primera condición, para tener una cosecha exitosa, es emplear una semilla de buena calidad. Es recomendable seleccionar y desinfectar la semilla para evitar enfermedades que se transmiten por este medio (INIAP, 2018).

2.6.3. Riego

La cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al trigo, aunque, por ser el 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, por lo que es menos frecuente que en el trigo el riesgo de asurado. De ahí que se diga que la cebada es más resistente a la sequía que el trigo, y de hecho así es, a pesar de tener un coeficiente de transpiración más elevado. En el riego de la cebada hay que tener en cuenta que éste favorece el encamado, a lo que la cebada es tan propensa. El riego debe hacerse en la época del encañado, pues una vez espigada se producen daños, a la par que favorece la propagación de la roya (InfoAgro, 2018).

2.6.4. Fertilización

Es importante la realización de un sondeo de las características del terreno, en caso de carecer de minerales el mismo suelo aporta con los nutrientes necesarios para el desarrollo de esta gramínea. Minerales como el fósforo y potasio son necesarios para su cultivo. Bajo este requerimiento, el

productor puede aplicar cuatro sacos de 10-30-10 a la siembra y luego, al macollamiento (30-45 días después de la siembra), un saco de urea de 50 kg/ha aplicado al voleo con humedad en suelo (Rivadeneida, S, 2017)

2.6.4.1. Ventajas

Mayor producción por hectárea: Los espacios y superficies para la actividad agrícola son mejorados gracias a los fertilizantes químicos.

Ajuste de suelos: Diferentes elementos del suelo como niveles muy bajos y altos de acidez pueden ser mejorados con la aplicación de fertilizantes que complementan otros compuestos y procesos, como el encalado.

Respuesta ante situaciones críticas de cultivo: Cuando se presentan situaciones críticas en los cultivos y las plantas no parecen desarrollarse de forma idónea, los fertilizantes químicos pueden ser una solución apta.

Capacidad de adecuarse a necesidades específicas: Estos fertilizantes tienen propiedades químicas específicas e índices justos de diferentes nutrientes, compuestos y valores (Calvo, A, 2021).

2.6.4.2. Desventajas

Degradación de los suelos: Un mal manejo de estos productos degrada el suelo hasta llegar a la infertilidad en el largo plazo

Contaminación de aguas subterráneas: Estas aguas son de aportación natural de nutrientes, minerales y vitalidad para las plantas de los cultivos: que estas se contaminen no solo puede representar pérdidas en el ciclo de producción inmediato, sino que además compromete el futuro de la actividad agrícola en el lugar.

Quemaduras de sal: Estas quemaduras son una alerta defectuosa o exagerada utilización de fertilizantes químicos y evidencian la deshidratación del tejido de las plantas, lo cual dificulta su correcto desarrollo e, incluso, compromete la productividad.

Crecimiento exagerado: Las dimensiones y tamaños de las plantas pueden exceder los parámetros normales debido a una aplicación excesiva y poco organizada de fertilizantes químicos (Calvo, A, 2021).

2.6.4.3. Usos de la fertilización

El uso de fertilizantes en la agricultura encontramos que proveen los nutrientes que le hacen falta a la tierra o sustratos, mejoran el rendimiento de los cultivos y admiten tener una mayor producción agrícola (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

2.6.5. 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 secano, 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 (Allán & Quinatoa, 2020).

Para el control químico de malezas de hoja ancha se aplica el herbicida llamado Metsulfuron Metil 60% en dosis de 1 g/l agua entre los 20 y 30 días después de la siembra (dds) con una boquilla de abanico de 2 m de luz (Monar, C, 2019).

2.6.6. Cosecha y almacenamiento

La cosecha debe realizarse cuando el grano esté maduro y lleno completamente con un porcentaje de humedad entre 13 y 14% de humedad para evitar el calentamiento del grano. Se debe cosechar entre los 20 y 25 días después de la madurez ya que si se deja secar sobre el terreno

después de los 25 días y se cosecha con una alta velocidad en la trilladora provoca que los granos se quiebren, la cosecha se lo realiza con maquina trilladora o combinada. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - INIFAP, 2017).

La trilladora debe calibrarse de manera correcta 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. Los sacos empleados para almacenar el grano deben estar limpios y el lugar donde se ubiquen debe ser seco y bien ventilado (Ponce et al, 2020).

Para una etapa larga de almacenamiento, se debe tener la precaución de: que el contenido de humedad del grano almacenado sea bajo (menos de 13% para maíz, trigo, arroz, cebada, centeno y sorgo) y que la temperatura del grano sea baja (FAO, 2017)

2.7. Plagas

2.7.1. Pulgones (*Schizaphis graminum*)

Los daños directos los ocasionan al succionar el floema de las plantas introduciendo un estilete que le permite perforar el tejido epidérmico del tallo de las plantas. Además, incorporan saliva tóxica y extraen grandes cantidades de savia lo que provoca clorosis, manchas y muerte de hojas. Tanto las ninfas como los adultos sacan nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento esto debilita las plantas y detiene el crecimiento. Existen también efectos indirectos de los pulgones sobre las plantas como consecuencia de la alimentación. Por un lado, los pulgones excretan el exceso de azúcar como una melaza, que al depositarse sobre las hojas favorece el desarrollo de mohos de hollín, tizne o negrilla (*Cladosporium sp.*), reduciendo la actividad fotosintética de la planta. Adicionalmente, cuando este hongo mancha los frutos, deprecia su valor comercial. Por otro lado, pueden transmitir a la planta una gran variedad de

sustancias tóxicas y/o ser vectores de virus Fito patógenos. (Dughetti, A, 2020).

El criterio de decisión para el manejo de pulgones mediante control químico debe contemplar el umbral económico específico de cada especie, se puede controlar mediante Fenitrotion EC 100% 250 cc y Clorpirifós EC 48% 300–400 cc (INTA, 2018).

2.7.2. Nemátodos

Se trata de un género de nemátodo cuyas especies atacan a los granos, transformándolos en agallas con la consiguiente pérdida de éstos. La agalla es de color verde al principio y va oscureciéndose a medida que madura la planta. Durante la cosecha las agallas caen al suelo, ya que son más pequeñas que los granos y las máquinas cosechadoras los excluyen (Itga, 2017).

Los productos y dosis a utilizar: Furadan 5% g. en dosis de 50 y 100 kg/ha y Temik 1% g; en dosis de 10 y 20 kg/ha (Gonzales, H, 2019).

2.7.3. Larva del insecto (*Lema melanopa*)

Se alimenta del parénquima de las hojas de cebada produciendo aparentes pérdidas de masa fotosintética; sin embargo, su escasa incidencia sobre el rendimiento no justifica tratamientos insecticidas, aunque en algunos países se investiga su control biológico por la incidencia de daños (Gualotuña, 2017).

Entre los insecticidas que se utilizan para el control de esta plaga están: Carbofuran, Terbufos, Teflutrina, Clorpirifos e Imidacloprid. La aplicación de los insecticidas granulados se ejecuta al momento de la siembra a un lado de la semilla (Intagri, 2019).

2.7.4. Mosquito del cereal

Se trata de un mosquito de la familia *Cecidomyiidae*, de 3-4 mm de tamaño y de color gris oscuro. Las larvas son de color blanco y las pupas son de color oscuro. Los adultos depositan los huevos en el haz de las hojas y una vez que eclosionan, las larvas se dirigen hacia la vaina de la base de la planta, fijándose cerca del primer nudo. Una vez completado su desarrollo forman la pupa que queda unida al tallo hasta su eclosión (AgroIntegra, 2017).

El mosquito del cereal se puede controlar con insecticidas Clorpirifos Lambda y Cihalotrin (Phytoma, 2017).

2.8. Enfermedades

2.8.1. Carbón desnudo (*Ustilago nuda*)

Ataca también a la cebada e incluso sus ataques son más intensos que en el trigo, sobre todo en algunas variedades. La infección tiene lugar cuando se están desarrollando los granos en la espiga. Las esporas del hongo, transportadas por el aire, caen sobre los granos en crecimiento, germinan y penetran en ellos. Estos conservan su apariencia externa completamente normal, pero al sembrarlos la nueva planta que de ellos se origina está completamente invadida por el hongo, apreciándose la invasión en las espigas, quedando reducidas al raquis, cubierto de polvo negro, que se disemina por el aire, propagándose así la enfermedad. Se controla con Difenconazole 150 g/litro (InfoAgro, 2019).

2.8.2. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

La sintomatología de esta enfermedad se caracteriza por la aparición de pústulas de color pardo anaranjado, que avanzan siguiendo los nervios de las hojas en dirección a las puntas. 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. Se controla con fungicidas Azoxistrobina (Nombre comercial: PRIORI®) 0.4 l/ha, Tebuconazole (Nombre comercial: Folicur®250 EW) 0.5 l/ha. (Syngenta, 2021).

2.8.3. Roya parda (*Puccinia triticina*)

Es un hongo basidiomiceto parásito obligado que afecta a las hojas y a veces a la espiga del trigo *Puccinia recondita* (=triticina) o la cebada (*Puccinia hordei*). La sintomatología más frecuente son las pústulas de roya que recubren uniformemente el limbo de la hoja, preferentemente en la cara superior. Las glumas y las aristas también pueden presentar síntomas. Se controla con Azoxistrobina+Propiconazole (QUILT®) y Tebuconazole (Folicur 250EW) 0.8 l/ha y 0.5 l/ha respectivamente (BASF, 2020).

2.8.4. Carbón desnudo (*Ustilago gonuda*)

Afecta a la cebada y puede destruir una parte importante del cultivo. También se le conoce por el nombre de carbón desnudo en cebada. Permanece invisible hasta la emergencia de la espiga. La primera señal de infección es una espiga con aspecto carbonizado. En vez de tejido normal, la espiga contiene una masa de esporas carbonizadas de color marrón oliva (Koppert, 2021).

Se puede realizar su control a través de Difenconazole 3% (250 - 300 ml./100 kg) (Syngenta, 2017).

2.8.5. Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*)

Se presenta como manchas ovaladas en hojas y vainas, logrando llegar a atacar espigas. En general, se propaga entre plantas contiguas en áreas satélites de infección.

Tebuconazol el mínimo volumen de agua a utilizar debe ser 20 l/ha, teniendo en cuenta que un mayor volumen de agua implica una mayor

eficiencia. A mayor proporción de hojas mojadas, mayor será la absorción del producto y en definitiva mayor la dosis que penetra. (Pereyra, S, 2019).

2.8.6. 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. Se encuentra como una de las enfermedades transmitidas por los áfidos y que pueden causar pérdidas importantes ya que afecta la calidad del grano y el potencial de rendimiento de las variedades. Se muestra en todas las regiones productoras de trigo en el mundo, asimismo de otros cultivos de la familia Poaceae como, cebada, avena y ocasionalmente maíz (González, 2021).

Para el control se utiliza Decis micro (deltametrina 6,25%) a la dosis de 120 g/ha (INTIA, 2019).

2.9. Producción de cebada en Ecuador

La cebada es uno de los cultivos más importantes de la sierra ecuatoriana. La provincia de Chimborazo registra la mayor superficie dedicada al cultivo de cebada con 18.000 ha de las 48.000 ha que producen a nivel nacional, seguido la provincia de Cotopaxi (10.000 ha). Es importante señalar que gran parte de la cebada cultivada en las comunidades indígenas de estas provincias es utilizada para el autoconsumo. La forma de consumirla puede ser semi-molida (arroz de cebada) en sopas, o en forma de harina (máchica) para hacer coladas o mezclarla con leche (chapo) o agua en el desayuno (INIAP, 2018).

2.10. Variedades

2.10.1. INIAP-Cañicapa 2003

INIAP-Cañicapa 2003 es una nueva variedad de cebada formada de dos hileras que proviene de la cruce INIAP-SHYRI 89/3/GAL/P16384//ESC-11-72-607-1E 1E-1E-5E, de acuerdo al historial de selección E97-9053-3E-OEC-1E-OE-OE-OE-OE. Cruza hecha por el Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina en el año 1997, en el cual se realizó la siembra y multiplicación de la F, en invernadero. El filial F₂ se sembró en campo y se seleccionó la planta 3 del surco 2. El filial F₃ se sembró en Chuquipata (1998) donde se cosechó espigas en masa. La F₁ se sembró en la Estación Experimental Catalina, y se seleccionó la planta 1. La Fs se sembró como espiga-surco y se cosechó en masa. La generación F& fue evaluada en parcelas chicas en la E.E. Santa Catalina, se la cosechó en masa; y en el 2001, pasó como F7 a la E.E. Chuquipata donde se la evaluó integrando Ensayos Exploratorios y de Adaptación, ubicados en campos de agricultores de varias localidades que intervienen en el proyecto INIAP-PREDUZA, en Cañar y Loja (Rivadeneira, 2003).

Se produce en las provincias en las provincias de Cañar, Azuay y Loja en áreas, entre los 2400 a 3200 msnm, con precipitaciones de 500 a 1000 mm distribuidas entre los meses de enero a mayo. Grano de color amarillo claro, grande con aleurona de color blanco, con alto contenido de proteína (13,99%), se la puede usar como forraje para alimentar ganado a los 60-70 días, y el ciclo a grano seco es de 150 a 160 días, dependiendo de la altitud; produce un muy buen grano, con un rendimiento harinero del 67%; produce harina y arroz de cebada de gran calidad. Tolerante al estrés hídrico, royas, Escaldadura y *Fusarium*. El rendimiento promedio es de 4,0 t/ha (88 qq/ha) (INIAP, 2022).

Tabla 2. Características agronómicas y morfológicas INIAP-Cañicapa

Ciclo del cultivo (días)	180
Días al espigamiento	90
Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	2700 – 4500
Peso 1000 granos (g)	62
Peso helectrolítrico (Kg hl ⁻¹)	63 – 65
Número granos espiga	30
Número de hileras	2
Tipo de espiga	Barbada
Tipo de grano	Cubierto
Densidad de espiga	Compacta
Forma de grano	Oblongo
Color de la espiga	Blanco
Color del grano	Amarillo claro
Número de macollos	8 – 10
Tipo de tallo	Tolerante al acame
Altura de planta (cm)	110 – 130
Tamaño de espiga (cm)	12

Fuente: (Ponce, et al, 2020).

2.10.2. INIAP-Pacha 2003

Variedad de cebada de dos hileras, gran grande y oblongo, contenido de proteína del 13 por ciento, adaptada a las condiciones del Austro. Proviene de la crusa de INIAP Shyri 89 con la línea GRIT 43 (Rivadeneira et al, 2016).

Cultivo que se produce principalmente Cañar, Azuay y Loja en áreas desde los 2400 hasta los 3200 msnm, con precipitaciones de 500 a 1000 mm distribuidas entre los meses de enero a mayo. Grano de color amarillo claro,

grande con aleurona de color blanco, se usa como forraje para alimentar ganado a los 60 – 70 días, y el ciclo a grano seco es de 150 – 160 días dependiendo de la altitud, produce un muy buen grano, con un rendimiento harinero del 67%, la lema y la palea de consistencia delgada, produce harina y arroz de cebada de gran calidad. Tolerante a roya amarilla (*Puccinia striiformis*), Roya de la hoja (*Puccinia hordei*), Escaldadura (*Rynchosporium secalis*), Fusarium, Carbón desnudo. (INIAP, 2022)

Tabla 3. Características agronómicas y morfológicas INIAP-Pacha

Ciclo del cultivo (días)	160
Días al espigamiento	85
Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	4500
Peso 1000 granos (g)	63
Peso helectrolítrico (Kg hl ⁻¹)	61 – 65
Número granos espiga	30
Número de hileras	2
Tipo de espiga	Barbada
Tipo de grano	Cubierto
Densidad de espiga	Compacta
Forma de grano	Oblongo
Color de la espiga	Blanco
Color del grano	Amarillo claro
Número de macollos	10 – 12
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de planta (cm)	100 – 110
Tamaño de espiga (cm)	11

Fuente: (Ponce, et al, 2020).

2.10.3. INIAP- Palmira

INIAP-Palmira 2014 es una variedad de cebada formada de dos hileras que proviene del cruzamiento entre las líneas RHODES//TB-B/CHZO/3/GLORIBAR/COPAL/4/ESC.II.72. 83.3E.7E.5E.1E/5/ALELI, cuyo historial de selección es CMB89A.915-A-1M-1Y-1B-0Y-OAP-OE.. La línea fue desarrollada en México dentro un programa denominado "Programa de Cebada" de ICARDA-CIMMYT y fue introducida al Ecuador por el Programa de Cereales del INIAP en el 2003; año en que fue evaluada bajo condiciones de sequía en Seucer, Provincia de Loja. Desde el 2005, INIAP-Palmira 2014 ha sido estimada en la Estación Experimental Santa Catalina, y a partir del 2008 hasta el 2010, con fondos CEREPS, fue evaluada empleando metodologías participativas en varias localidades de la provincia de Chimborazo (Falconí, 2014).

La investigación que se inició en el 2007, con el apoyo del trabajo de 9 comunidades pertenecientes a los cantones Guamote y Colta, provincia de Chimborazo, se realizó en sitios de baja precipitación, como la zona de Palmira. La producción de esta variedad, que está encaminada para sitios con baja precipitación, va desde los 1,5 a 3 toneladas por hectárea, que es superior a la producción del agricultor que tiene un promedio de media tonelada por hectárea. Tiene una muy buena calidad para la producción de harina, es precoz y resistente a las principales enfermedades, razón por la cual tiene una gran aprobación por parte de los productores de las comunidades en las que se han llevado a cabo la investigación, quienes participaron activamente en la investigación (Agencia Iberoamericana para la Difusión de Ciencia y Tecnología - DCYT, 2022).

Tabla 4. Características agronómicas y morfológicas INIAP-Palmira

Ciclo del cultivo (días)	160
Días al espigamiento	80
Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	1350 – 2700
Peso 1000 granos (g)	40
Peso helectrolítico (Kg hl ⁻¹)	65
Número granos espiga	20 – 25
Número de hileras	2
Tipo de espiga	Barbada
Tipo de grano	Cubierto
Densidad de espiga	Compacta
Forma de grano	Oblongo
Color del grano	Amarillo claro
Número de macollos	6
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de planta (cm)	90 – 110
Tamaño de espiga (cm)	8

Fuente: (Ponce, et al, 2020).

2.10.4. Andreia

La variedad Andreia como ampliamente predominante en el área sembrada, con un 80 % del total, porcentaje que se eleva en la producción total de cebada. Tendencia que se mantendrá en la campaña que está comenzando. Tal como ocurrió años atrás con Scarlett, la distribución varietal cebadera sigue presentando una fuerte y riesgosa concentración (Cebada Cervezera, 2019).

2.10.5. Metcalfe

En el 2009, el Programa de Cereales del INIAP en convenio con Cervecería Nacional, seleccionó a la variedad Metcalfe, como resultado de un estudio de adaptación de variedades de cebada cervecera. La caracterización de una variedad no garantiza una producción que cumpla con los requisitos exigidos por la industria. Una de las características más significativas es el contenido de proteína en el grano que debe ser del 10 al 12%. El rendimiento promedio conseguido por esta variedad, en parcelas experimentales, es de 4 t/ha (Falconi et al., 2020).

2.10.6. Alpha

El Programa de Cereales de la Estación Experimental "Santa Catalina", libera la variedad de grano desnudo INIAP-ATAHUALPA 92, la misma que posee tolerancia a las royas, es de tallo resistente al vuelco, de buen potencial y estabilidad de rendimiento. Con origen entre SUTTER/GLORIA "S"/ COME "S"/3/P1 6384/ CM86-767-C-2Y 168GH-2M-OY. Con una adaptación de 2500 a 3380 msnm. Rendimiento de 1560-3600 kg/ha (INIAP, 2000).

Tabla 5 Características agronómicas y morfológicas INIAP-Alpha

Ciclo del cultivo (días)	155
Días al espigamiento	80
Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	1560 – 3600
Peso 1000 granos (g)	35 – 48
Peso helectrolítico (Kg hl ⁻¹)	65 – 69
Número granos espiga	20 – 30
Número de hileras	2
Tipo de espiga	Barbada
Tipo de grano	Descubierto

Densidad de espiga	Compacta
Forma de grano	Oblongo
Color del grano	Amarillo claro
Número de macollos	6 – 8
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de planta (cm)	70 – 100
Tamaño de espiga (cm)	10

Fuente: (Ponce, et al, 2020).

2.10.7. Guaranga

Se produce en las provincias de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar y Cañar entre los 2400 y 3600 msnm, precipitación de 500 a 1000 mm distribuidas entre los meses de enero a mayo. Posee un grano de color amarillo claro, grande con aleurona de color blanco, días a la cosecha es de 155-170, resistente al acame, 12.6% de proteína, 6.89% de fibra, con un rendimiento harinero del 65-70%, Resistentes a Royaamarilla (*Puccinia striiformis*), Roya de la hoja (*Puccinia hordei*), Escaldadura (*Rynchosporium secalis*), Enanismo de los cereales (BVYD) y al estrés hídrico. Rendimiento promedio de 3250 kg/ha (INIAP, 2022).

Tabla 6 Características agronómicas y morfológicas INIAP-Guaranga

Ciclo del cultivo (días)	170
Días al espigamiento	104
Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	2700 – 3600
Peso 1000 granos (g)	52
Peso helectrolítico (Kg hl ⁻¹)	63 – 65
Número granos espiga	35 – 40
Número de hileras	2

Tipo de espiga	Barbada
Tipo de grano	Cubierto
Densidad de espiga	Compacta
Forma de grano	Oblongo
Color de espiga	Blanco
Color del grano	Amarillo claro
Número de macollos	6 – 8
Tipo de tallo	Tolerante al acame
Altura de planta (cm)	109 – 120
Tamaño de espiga (cm)	10

Fuente: (Ponce, et al, 2020).

2.11. Nutrientes

Las plantas necesitan ciertos nutrientes que son indispensables para su crecimiento pleno y el logro de rendimientos óptimos. Las consecuencias de la falta de estos nutrientes pueden alterar desde crecimiento perjudicado y descoloración de las hojas hasta la pérdida de los cuerpos fructíferos. En todos las cuestiones los rendimientos de las cosechas disminuyen (CRODA, 2018).

2.11.1. Macronutrientes

Los macronutrientes se pueden precisar como los elementos necesarios en grandes cantidades para afirmar el crecimiento y la supervivencia de las plantas. Es importante afirmar que la presencia de una cantidad suficiente de elementos nutritivos en el suelo no asegura por sí misma la considerada nutrición de las plantas, ya que estos elementos se tienen que encontrar en una forma asimilable los cultivos y haya un correcto desarrollo de esta (Fertibox, 2019)

Ellos son:

2.11.1.1. Fósforo

El fósforo como macronutriente es indispensable para la planta. Es un componente esencial de muchos enlaces significativos e influye así todo el metabolismo vegetal. Participa en los métodos de fosforilación, fotosíntesis, respiración y en la síntesis y la descomposición de los carbohidratos, proteínas y grasas. Unidad esencial de la membrana celular. Promueve el enraizamiento y macollamiento de los cultivos (K+S, 2019).

2.11.1.2. Nitrógeno

El nitrógeno es el nutriente más significativo en la producción de cultivos, pero también uno de los más complejos de manejar. El compuesto es esencial para la producción agrícola mundial en particular para los principales cereales pero si bien muchas partes del mundo no tienen bastantes recursos para lograr la seguridad alimentaria y nutricional, el exceso de nitrógeno de los fertilizantes se filtra al medio ambiente con consecuencias dañinas (CIMMYT, 2020).

2.11.1.3. Potasio

El potasio mantiene el equilibrio iónico y el estado hídrico dentro de la planta. Está envuelto en la producción y transporte de azúcares, activación enzimática, y síntesis de proteínas. El potasio también es preciso para la síntesis de pigmentos, sobre todo licopeno (Yara, 2022).

2.11.2. Micronutrientes

Los micronutrientes son los elementos que se demandan en menores cantidades por los cultivos, pero esto no significa que son menos significativos que el resto de los elementos; llevan a cabo funciones trascendentales para el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas, y cualquier deficiencia, sin duda causa un decremento en la productividad del cultivo (Rodríguez, 2014).

2.11.2.1. Calcio

El calcio, en la forma de pectado de calcio, es responsable de conservar unidas las paredes celulares de las plantas. Cuando el calcio es deficiente, los tejidos nuevos tales como: las puntas de las raíces, las hojas jóvenes y las puntas de los brotes a menudo presentan un crecimiento distorsionado debido a la formación incorrecta de la pared celular. El calcio también se utiliza para activar ciertas enzimas y enviar señales que coordinan ciertas actividades celulares (Buechel, 2021).

2.11.2.2. Boro

El boro (B) es un micronutriente fundamental para las plantas y cuando se encuentra deficiente, diversas funciones y procesos fisiológicos se deterioran en las plantas. Desempeña un papel fundamental en la estabilidad de las paredes y membranas celulares, donde el 90 % del Boro contenido en la planta se vincula con la pared celular, al formar enlaces con pectinas y polisacáridos (Intagri, 2019).

2.11.2.3. Hierro

El hierro en las plantas es un microelemento fundamental para su desarrollo. Su papel es clave porque entra en la síntesis de la clorofila y participa en otros procesos enzimáticos y metabólicos sin los cuales las plantas no pueden llevar a cabo su ciclo vital (SEIPASA, 2021).

2.11.2.4. Zinc

El zinc (Zn), uno de los micronutrientes esenciales para las plantas, les es indispensable en pequeñas cantidades. El nivel normal de zinc en el tejido foliar es de 15-60 ppm, y en el sustrato, de 0,10-2,0 ppm. Ni la deficiencia ni la toxicidad de zinc suceden con frecuencia; sin embargo, ambas resultan negativamente en el desarrollo y la calidad de los cultivos. Ambas condiciones deben ser enfrentadas antes de que el daño causado a los cultivos sea irreversible (López, 2021).

2.12. Sistemas de fertilización foliar

2.12.1. Calcio boro

Controla gran parte de las deficiencias que causan daños fisiológicos como la deformación en tejidos vegetales, necrosis foliar, muerte de tallos y raíces. Estimula una mejor germinación del tubo polínico para una mejor fecundación, una mayor calidad en frutos y altos rendimientos. Se debe aplicar en las etapas de polinización, crecimiento de brotes y/o formación del fruto, que son los momentos de máxima necesidad de estos elementos (Terralia, 2022).

2.12.2. Ácido húmico + fithormona + vitamina

Bioestimulante balanceado de solución vegetal tienen varios beneficios como que promueven el incremento de vigor en plantas tratadas a parte que estimula precocidad, con lo que reduce el ciclo del cultivo en 3 a 8 días, dependiendo del cultivo y de las condiciones ambientales. Incrementa el rendimiento en peso y calidad a la cosecha ayuda aumentando los sólidos solubles, ayuda al nivel de proteínas en alfalfa y a la cosecha. Este fertilizante foliar de solución vegetal tiene un excelente uso de fertirrigación usar de 5 – 10 litros por hectárea para tratamiento (Agrizon, 2022).

2.13. Principio del sistema

Petterson et al. citados por Granstedt y Kjellengerg (1996) en un experimento de campo compararon varios tratamientos de fertilización tradicional con otros orgánicos en una serie de rotación de cultivos de cereales encontraron que los tratamientos orgánicos influyeron positivamente en la calidad nutrimental a las plantas. En este mismo tenor pero ahora comparando la producción usando fertilizantes químicos GarzaCano et al. (2005) estudiaron el comportamiento de cereales a la fertilización fosfórica ($45 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ frente a la aplicación de los biofertilizantes (G lomás intraradices y Glomás intraradices + complejo micorrízico CINVESTAV-4) y brassinoesteroides foliares. Encontraron que los

biofertilizantes ocasionaron una mayor absorción de P por las plantas. A pesar de los beneficios de los ácidos húmicos no solo en la producción sostenible de los cultivos sino también en lo que respecta a la conservación ambiental, uno de los problemas de la producción de inóculo de estos simbiontes mutualistas, estriba en su condición natural de biotrofismo obligado, es decir, que estos micosimbiontes son dependientes de su establecimiento en un sistema radical vivo para satisfacer sus requerimientos nutricionales y completar su ciclo biológico (Guerra, 2008).

2.14. Costo de producción

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto. El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente (FAO, 2018).

La fertilidad del suelo se entiende como su capacidad para suministrar todos y cada uno de los nutrientes que necesitan las plantas en cada momento, en la cantidad necesaria y en forma asimilable. La asimilabilidad de los elementos nutritivos presentes en el suelo no depende sólo de la forma química en que se encuentren, sino que es también función del clima, de la genética de la planta, de su estado de desarrollo, de las propiedades físicas y químicas del suelo y de las prácticas culturales. El suelo está inevitablemente sometido a una serie de fenómenos naturales como la erosión y el lavado que, entre otros efectos negativos para la fertilidad del suelo, originan pérdidas de nutrientes que se suman a las extracciones de las cosechas. (Tecnicoagricola, 2013)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Materiales

3.1.1. Ubicación de la investigación

Esta investigación se realizó en el sector de Laguacoto III, cantón Guaranda provincia de Bolívar.

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Veintimilla
Sector	Granja Laguacoto III. (Guaranda Km.1 1/2 Vía San Simón)

3.1.2. Situación geográfica y climática

Altitud promedio	2622 msnm
Latitud	01°36'52"S
Longitud	78°59'54"W
Temperatura media anual	14.4 °C
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	7 °C
Precipitación media anual	980 mm
Heliofanía promedio	900 /horas/luz/año
Velocidad de viento	6 m/s

Fuente: (Estación meteorológica UEB 2019)

3.1.3. Zona de vida

La investigación en estudio se encuentra en la zona de vida según Holdridge, L. bosque Seco Montano Bajo (bs-MB)

3.2. Material experimental

- Variedades de cebada.
- Fertilización foliares

3.3. Material de campo

- Cinta métrica
- Azadillas
- Píolas
- Cal
- Estacas
- Libreta de campo
- Recipientes plásticos
- Balanza gramera
- Balanza analítica
- Cámara digital
- Bomba de mochila
- Letreros
- Sacos
- Agroquímicos
- Hoz
- Trilladora
- Detector de humedad
- Elementos de bioseguridad

3.4. Material de oficina

- Computadora
- Internet
- Impresora
- Esferográficos
- Flash memory
- Lápices

- Papel A4
- Calculadora
- Programas estadísticos statistix y Excel

3.5. Métodos

3.5.1. Factores en estudio

- **FA:** Sistemas de fertilización

a1: Calcio Boro (1.5 lt/ha)

a2: Acido húmico + fitohormona + vitamina B12 (1.2 lt/ha)

a3: Sin fertilización foliar

- **FB:** Cinco variedades de cebada

b1: Palmira

b2: Alpha

b3: Andreia

b4: Guaranga

b5: Cañicapa

3.5.2. Tratamientos

Se utilizó las siguientes combinaciones de los factores Ax B (5x3) según el siguiente detalle:

N°	CÓDIGO	DETALLE
T1	a1b1	Calcio boro + Palmira
T2	a1b2	Calcio boro + Alpha
T3	a1b3	Calcio boro + Andreia
T4	a1b4	Calcio boro + Guaranga
T5	a1b5	Calcio boro + Cañicapa

T6	a2b1	Acido húmico + fitohormona + vitamina B12 + Palmira
T7	a2b2	Acido húmico + fitohormona + vitamina B12 + Alpha
T8	a2b3	Acido húmico + fitohormona + vitamina B12 + Andreia
T9	a2b4	Acido húmico + fitohormona + vitamina B12 + Guaranga
T10	a2b5	Acido húmico + fitohormona + vitamina B12 + Cañicapa
T11	a3b1	Sin fertilización foliar + Palmira
T12	a3b2	Sin fertilización foliar + Alpha
T13	a3b3	Sin fertilización foliar + Andreia
T14	a3b4	Sin fertilización foliar + Guaranga
T15	a3b5	Sin fertilización foliar + Cañicapa

3.5.3. Tipo de diseño experimental

Tipo diseño de bloques completos al azar (DBCA).

Localidades	1
Tratamientos	15
Repeticiones	3
Número de unidades experimentales	45
Ancho de parcela	2 m
Largo de parcela	5 m
Área de parcela neta	1m x 4m = 4 m ²
Área total de parcela	2m x 5m = 10 m ²

3.5.4. Tipo de análisis

Análisis de Varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CME*
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 15 f^2 \text{ Bloques}$
FA: Variedades de cebada	4	$f^2 e + 9 \Theta^2 t$
FB: Sistemas de fertilización	2	$f^2 e + 15 \Theta^2 t$
FA X FB	8	$f^2 e + 3 \Theta^2 t$
EExp (r-1) (t-1)	28	$f^2 e +$
Total (t x r)-1	45	

*Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo.

- Prueba de Tukey al 5% para promedios de tratamientos y FA, FB, AxB y factores en estudio.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.
- Análisis económico en la relación Beneficio/ Costo.

3.6. Métodos de evaluación y datos tomados

3.6.1. Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)

Se evaluó en la etapa de germinación, de forma visual, tomando en cuenta el porcentaje de parcela que se encuentra cubierto por las plantas a los 15 días después de la siembra.

Escala de evaluación de plántulas emergidas

- Buena 81-100% plantas germinadas
- Regular 60-80% plantas germinadas
- Malo < 60% plantas germinadas

3.6.2. Número de plantas por metro cuadrado (PMC)

Se evaluó mediante un conteo de forma directa antes del periodo de macollamiento, el mismo que fue a los 10 luego de la siembra, donde se seleccionó dos muestras al azar dentro de cada unidad experimental, con la ayuda de un cuadrante con dimensiones de 50 cm x 50 cm.

3.6.3. Número de macollos por planta (NMP)

Se tomó finalizando la etapa de macollamiento, en la parcela neta seleccionando 10 plantas al azar, en las que se contó el número de macollos y se calculó el valor promedio por cada parcela.

3.6.4. Hábito de crecimiento (HC)

Se registró mediante observación directa y se determinó con la escala

- Erecto 1
- Semi erecto 2
- Rastrero 3

3.6.5. Incidencia y severidad de enfermedades foliares (ISEF)

La incidencia y severidad de enfermedades foliares se realizó por medio de evaluaciones cuantitativas y cualitativas concerniente a la incidencia y severidad de la roya amarilla (*Puccinia Hordei*), carbón (*Ustilago nuda*), y escaldaduras (*Richosporium secalis*). Las evaluaciones se realizaron en las parcelas netas, para enfermedades. Se evaluó de acuerdo a la severidad (% de infección en las plantas) al igual que la respuesta en campo (tipo de reacción a la enfermedad), mediante la escala.

- R (1) Resistente: No existe infección, áreas necróticas con o sin pústulas pequeñas.
- MR (2-3) Moderadamente resistente: pústulas pequeñas rodeadas por áreas necróticas.
- M (4-5) Intermedia: pústulas de tamaño variable, algo de necrosis o clorosis
- MS (6-7) Moderadamente sensible: pústulas de tamaño mediano, sin necrosis, pero es permisible que exista algo de clorosis.
- S (8-9) Sensible: pústulas grandes sin necrosis ni clorosis.

3.6.6. Días de espigamiento (DE)

Se evaluaron por medio de la observación directa en relación a los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando el 50% de las plantas sobrepasó el espigamiento en cada parcela.

3.6.7. Altura de la planta (AP)

Se evaluó en la etapa de madurez fisiológica. Se seleccionaron 10 plantas al azar de la parcela neta. Con la ayuda de un flexómetro se midió desde la corona del tallo hasta la última espiguilla de la espiga. Los datos fueron expresados en centímetros.

3.6.8. Longitud de la espiga (LE)

Se evaluó en la etapa de madurez fisiológica, seleccionando 10 plantas al azar y con la ayuda de un flexómetro se midió desde la base del raquis hasta la espiguilla terminal de la espiga. Los datos fueron expresados en centímetros.

3.6.9. Acame de tallo (AT)

Se registró en la etapa de madurez fisiológica, dentro de la parcela neta se tomaron dos muestras con la ayuda de una regla de madera de metro, los datos fueron expresados en porcentajes.

3.6.10. Acame de raíz (AR)

Se registró en la etapa de madurez fisiológica tomando dos muestras al azar de la parcela neta, con la ayuda de una regla se evaluó las plantas que se encontraron acamadas desde la raíz. Sus datos fueron expresados en porcentaje.

3.6.11. Días a la cosecha (DC)

Se evaluaron en la etapa de la madurez comercial, se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha, cuando el grano evidenció un 14% de humedad.

3.6.12. Grano quebrado (GQ)

Luego de la cosecha y una vez que el grano presentó el 14% de humedad y se encontró limpio, se tomaron 4 muestras de 100 gramos y se calculó el número de granos quebrados. Los resultados se expresaron en porcentaje en función a la muestra de 100 gramos.

3.6.13. Número de hilera por espigas (NHPE)

El número de hilera por espiga se registró en la etapa de madurez fisiológica, se tomaron 10 plantas previamente marcadas al azar, donde se procedió a contar el número de filas/espiga de acuerdo a la escala:

- 2 hileras
- 6 hileras

3.6.14. Desgrane de la espiga (DE)

Se evaluó en la etapa de la maduración comercial, el desgrane de la espiga en toda la parcela mediante la escala: (Monar, C. 2012)

- | | |
|--|---|
| - Resistente (Granos no visibles en la espiga) | 1 |
| - Medianamente resistente (1/3 de grano visibles en las espiguillas) | 2 |
| - Susceptible (grano expuesto) | 3 |

3.6.15. Color del grano (CG)

Se evaluó una vez que el grano fue cosechado y por simple observación se determinó el color del grano de acuerdo a la escala:

- Blanco 1
- Crema 2
- Café 3
- Otros 4

3.6.16. Tamaño de grano (TG)

Se evaluó cuando ya se haya cosechado, se procedió a medir 20 granos con un calibrador de vernier en sentido longitudinal, mediante la siguiente escala (IPGRI, 2010)

- Pequeño (≤ 5 mm) 1
- Intermedio (6 a 9 mm) 2
- Largo (≥ 10 mm) 3

3.6.17. Porcentaje de humedad del grano (HG)

Se registró después de la cosecha con la ayuda de un determinador de humedad, en una muestra de cada unidad experimental.

3.6.18. Peso hectolítrico (PH)

Se registró con la ayuda de una balanza de peso hectolítrico, donde se empleó una muestra de 1 kg de cada parcela. Los datos son expresados en kilogramos/hectolitro.

3.6.19. Rendimiento total kg/parcela

Se registró en la madurez comercial y una vez trillado se pesó en una balanza de reloj en kg/parcela.

3.6.20. Rendimiento total en kg/ha

Se estimó utilizando la siguiente fórmula:

$$R = PCP \times \frac{10000m^2 /ha}{ANC m^2 /1} \times \frac{100-HC}{100-HE}$$

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

PCP = Peso de campo por parcela en kg

ANC = Área neta cosechadas en metro lineal

HC = Humedad de cosecha (%)

HE = Humedad estándar al 14%

3.7. Manejo de experimento

3.7.1. Análisis de suelo

Se procedió a realizar un análisis químico de macro y micro nutrientes en una muestra del área del ensayo del suelo, tomada un mes antes de instalar el experimento (Anexo 2).

3.7.2. Preparación de suelo

Se realizó con ayuda de maquinaria agrícola mediante un pase de arado y dos pasadas de rastra, labor que se realizó con dos semanas de anticipación, con la finalidad de roturar el suelo, mejorar la aireación, incorporar malezas y residuos de cosecha.

3.7.3. Siembra

Se realizó la siembra empleando cada una de las variedades en las diferentes unidades experimentales según el croquis del ensayo. El sistema de siembra fue manual y al voleo, empleando 150kg/ha de semilla.

El tape se realizó de forma manual, con la ayuda de rastrillos y azadones, teniendo en cuenta que la cobertura de las semillas sea uniforme y no esté a más de 5cm de profundidad.

3.7.4. Control de malezas

Control químico: Se aplicó Metsulfurón- metil con una dosis de 1g/20 l de agua, en aplicación directa al follaje a los 20 días después de la siembra utilizando boquilla de abanico.

3.7.5. Fertilización

Al momento de la siembra se empleó un fertilizante completo 18-46-00 + sulphomag en dosis de 150kg/ha + 50kg/ha respectivamente. La fertilización nitrogenada complementaria, se realizó con UREA, luego de la etapa de macollamiento, empleando una dosis de 100kg/ha.

Para la aplicación de fertilizantes foliares, se lo realizó de acuerdo a lo establecido en la ficha técnica de los productos empleados, aplicando calcio boro a dosis de 1,5 lt/ha y ácido húmico + fitohormonas + vitamina B 12 en dosis de 1,2 lt/ha después del macollamiento, y la segunda aplicación se realizó en el llenado de grano.

3.7.6. Control de plagas

En el desarrollo del cultivo, no se emplearon insecticidas, debido a que el umbral de daño económico de las plagas no fue alto.

3.7.7. Control de enfermedades

Se realizó el debido control de royas del follaje, utilizando funguicida agrícola Tilt con una dosis de 40 cc/20 litros de agua, a los 45 días del desarrollo del cultivo.

3.7.8. Codificación de unidades experimentales

Para un mejor manejo de registro se identificó cada una de las unidades experimentales con letreros de color blanco, con la descripción de los tratamientos (Accesión y sistema de fertilización).

3.7.9. Cosecha

Se realizó de manera progresiva posterior a que el cultivo alcanzó la madurez comercial en cada una de las parcelas, para esto se registró y monitorio en periodos de 15 días cuando la espiga estuvo formada y cambió de color, el proceso se cumplió de forma manual con la ayuda de una hoz.

3.7.10. Trilla

Se realizó mediante la ayuda de un maquina trilladora con la finalidad de separar el grano de la espiga, evitando mezclar las semillas de cada parcela.

3.7.11. Secado

Se lo realizó en un tendal, hasta que el grano tuvo 14% de humedad el mismo que se comprobó con un detector de humedad portátil.

3.7.12. Aventado

Con la finalidad de separar el grano de las impurezas que se quedaron del proceso de la trilla, se procedió a realizar el aventado con la ayuda del viento, dejando un grano limpio.

3.7.13. Almacenado

Las semillas limpias, secas e identificadas previamente fueron almacenadas en saquillos aptos para su debido almacenamiento, en un lugar fresco y ventilado evitando de esta manera la proliferación de gorgojo.

CAPÍTULO IV

4. Resultados y discusión

4.1. Variables agronómicas

4.1.1. Factor A: Sistemas de fertilización

Cuadro N° 1 Resultados de la prueba de Tukey al 5% en variables agronómicas del Factor A (Sistemas de fertilización): Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Número de plantas por metro cuadrado (PMC), Altura de la planta (AP), Longitud de espiga (LE), Acame de tallo (AT), Acame de raíz (AR), Grano quebrado (GQ), Tamaño de grano (TG), Porcentaje de humedad del grano (HG), Peso hectolitrico (PH), Rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y Rendimiento en kg/ha (kg/ha).

Variables	Factor A: Sistemas de fertilización		
	A1	A2	A3
PEC (*)	80,66 B	89,20 A	90,33 A
PMC (*)	132,48 B	166,62 A	175,15 A
AP (N/S)	96,25 A	97,76 A	96,99 A
LE (N/S)	8,42 A	8,34 A	8,02 A
AT (N/S)	1,66 A	1,33 A	1,00 A
AR (N/S)	1,40 A	0,93 A	0,53 A
GQ (N/S)	0,04 A	0,03 A	0,03 A
TG (**)	10,96 AB	10,88 B	11,08 A
HG (N/S)	10,99 A	11,23 A	11,46 A
PH (N/S)	60,89 A	61,43 A	60,87 A
Kg/p (**)	4,00 AB	4,33 A	3,93 B
Kg/ha (**)	4538,1 AB	4723,5 A	4403,9 B

Ns: No significativo.

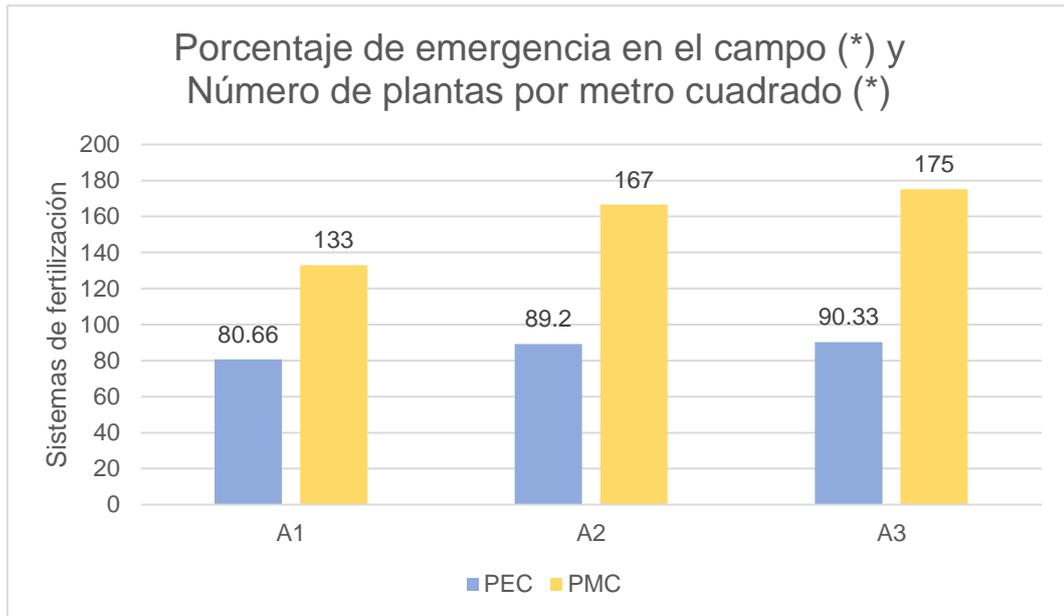
*Significativos al 5%

**Altamente significativos al 1%

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

- **Porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y Número de plantas por metro cuadrado.**

Gráfico N° 1 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y número de plantas por metro cuadrado (PMC) para el factor A (sistemas de fertilización).



Para la variable porcentaje de emergencia en el campo (PEC), se registró diferencia entre sistemas (*), presentando un alto promedio en A3 (sin fertilización foliar) con 90,33%, seguido del factor A2 (Ácido húmico + fitohormonas + vitamina B12) con 89,20% y con el menor promedio A1 (Calcio boro) con 80,66%.

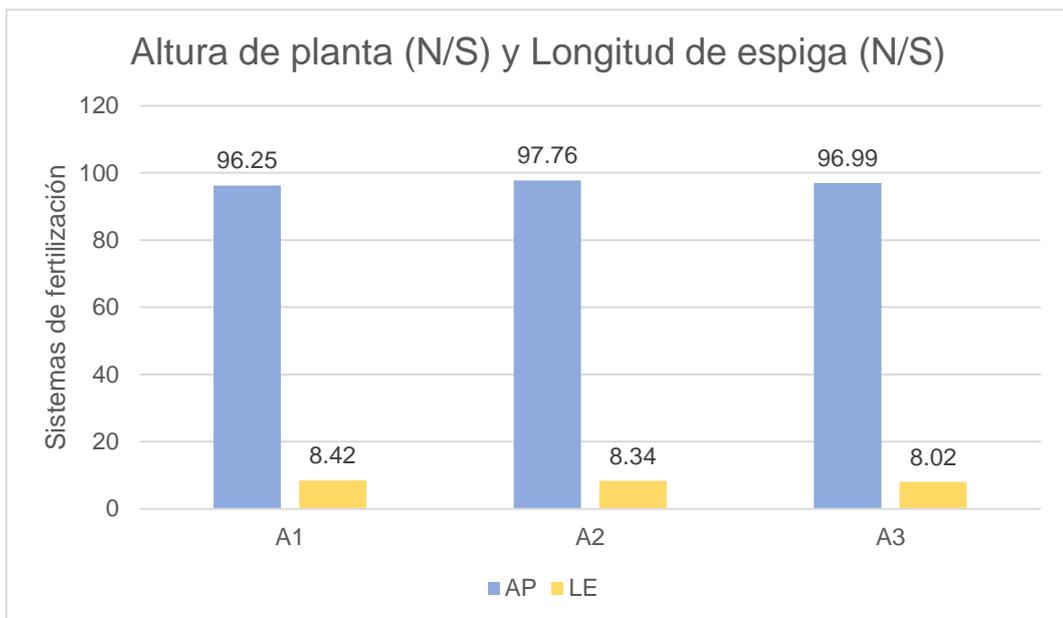
Para el componente número de plantas por metro cuadrado (PMC), se estableció diferencia estadística entre sistemas (*), señalando que el sistema de fertilización con mayor promedio fue A3 (sin fertilización foliar) con 175 plantas, seguido del A2 (Ácido húmico + fitohormonas + vitamina B12) con 167 plantas y el factor con menos plantas por metro cuadrado fue A1 (Calcio boro) con 133 plantas (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 1).

En las variables PEC y PMC, los principales factores determinantes en los resultados pudieron ser la asimilación de fertilizantes en el cultivo, características biológicas y físicas del suelo, sanidad de la semilla.

Las diferencias entre los sistemas se pudieron dar; por la uniformidad en, densidad y profundidad de siembra, tomando en cuenta que estos componentes fueron evaluados entre 10 y 15 días después de la siembra, y en ese momento aun aún no se aplicaban los fertilizantes foliares.

- **Altura de la planta (AP) y Longitud de espiga (LE)**

Gráfico N° 2 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios altura de la planta (AP) y longitud de espiga (LE) para el factor A (sistemas de fertilización).



La variable altura de planta (AP), no mostro diferencias (N/S), evidenciando alto porcentaje en A2 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12) con 97,76 cm, ligeramente seguido del factor A3 (Sin fertilización foliar) con 96,99 cm y con menos altura el factor A1 (Calcio boro) con 96,25 cm.

Para la longitud de la espiga (LE), mediante la separación de medias no se determinaron efectos significativos (N/S) entre factores, registrando promedio superior en A1 (Calcio boro) con 8,42 cm, seguido del factor A2

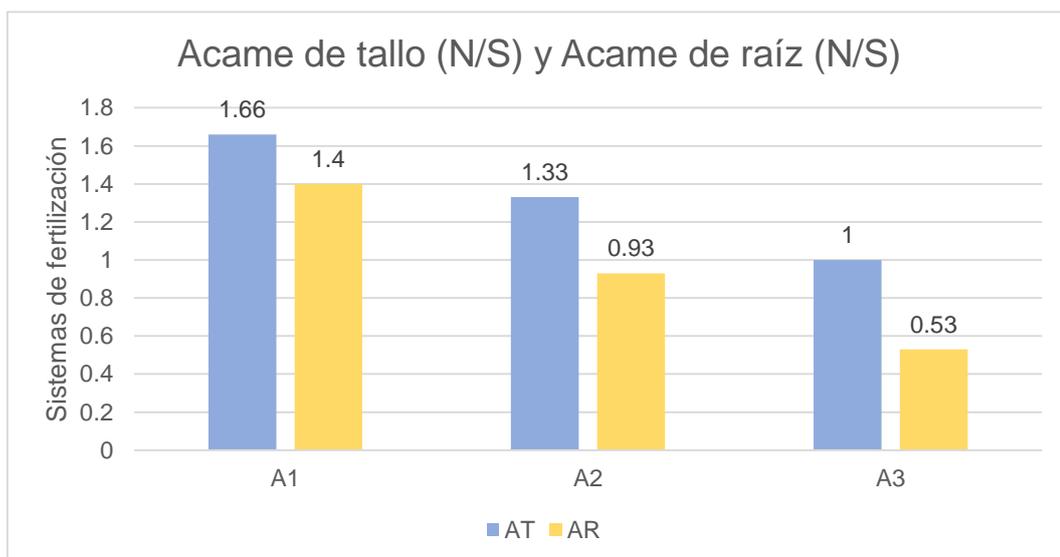
(Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12) con 8,34 cm y con menos longitud el A3 (Sin fertilización foliar) con 8,02 cm (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 2).

Las variables AP y LE, son características varietales, que puede responder de forma positiva o negativa en la interacción con el ambiente. Factores que inciden sobre todo en etapa reproductiva, en donde son determinante las condiciones adecuadas de humedad, nutrición, temperatura y sanidad de las plantas.

La respuesta no significativa, indica que los insumos empleados no tienen una relación directa con el proceso de desarrollo vegetal de la planta en cuanto al crecimiento longitudinal de sus estructuras, y el efecto logrado, al ser semejante se puede asumir que es una reacción a la fertilización edáfica empleada.

- **Acame de tallo (AT) y Acame de raíz (AR)**

Gráfico N° 3 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de acame de tallo (AT) y acame de raíz (AR) para el factor A (sistemas de fertilización).



Los resultados para el factor A (sistemas de fertilización) en la variable acame de tallo (AT) determinó no haber diferencias significativas (N/S), sin embargo, se presentó cierto porcentaje en A1 (Calcio boro) con 1,66%, en

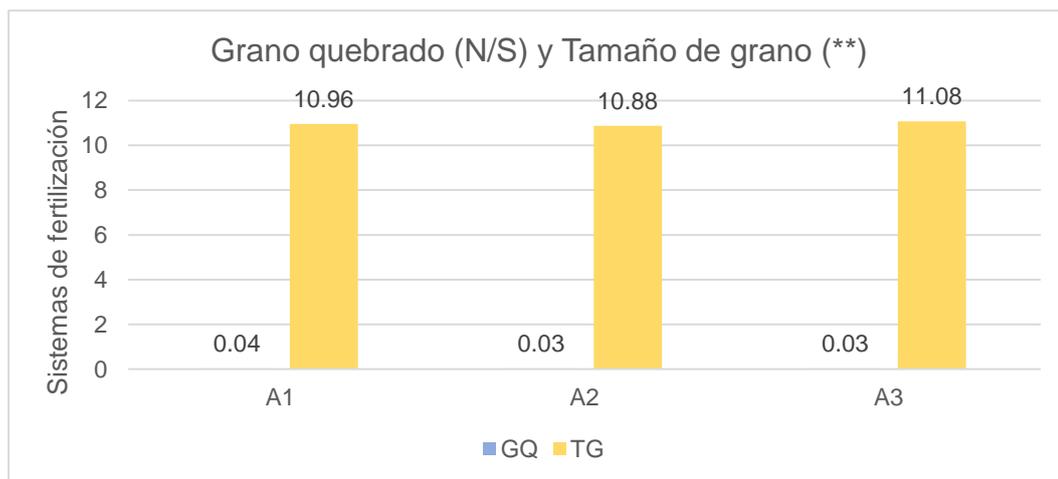
secuencia del sistema A2 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12) con 1,33%, mientras que el sistema con más resistencia a este fenómeno físico fue A3 (Sin fertilización foliar) con 1,00%.

Para la variable acame de raíz (AR), no se determinó diferencia entre sistemas (N/S), registrando más susceptibilidad en A1 (Calcio boro) con 1,40% continuando con A2 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12) con 0,93% mientras que el promedio más bajo se dio en el A3 (Sin fertilización foliar) con 0,53% (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 3).

Estos resultados evidencian que el acame de tallo y raíz se ve relacionado con el ambiente y las condiciones agroclimáticas presentes en el desarrollo del cultivo, en general hubo un efecto de los fertilizantes en estas variables, destacándose el sistema de fertilización que no emplea fertilizantes foliares, quizás asociado a que un menor uso de los mismos podría evitar el incremento en altura y así generar menos daños por volcamiento.

- **Grano quebrado (GQ) y Tamaño de grano (TG)**

Gráfico N° 4 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables grano quebrado (GQ) y tamaño del grano (TG) para el factor A (sistemas de fertilización).



La variable grano quebrado (GQ), no presentaron diferencias entre factores (N/S), no obstante, se obtuvo un promedio de 0,04mm en A1 (Calcio boro), mientras que los sistemas con menos promedios de grano quebrado se

dieron en A2 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12) con 0,03mm y A3 (Sin fertilización) con 0,03mm.

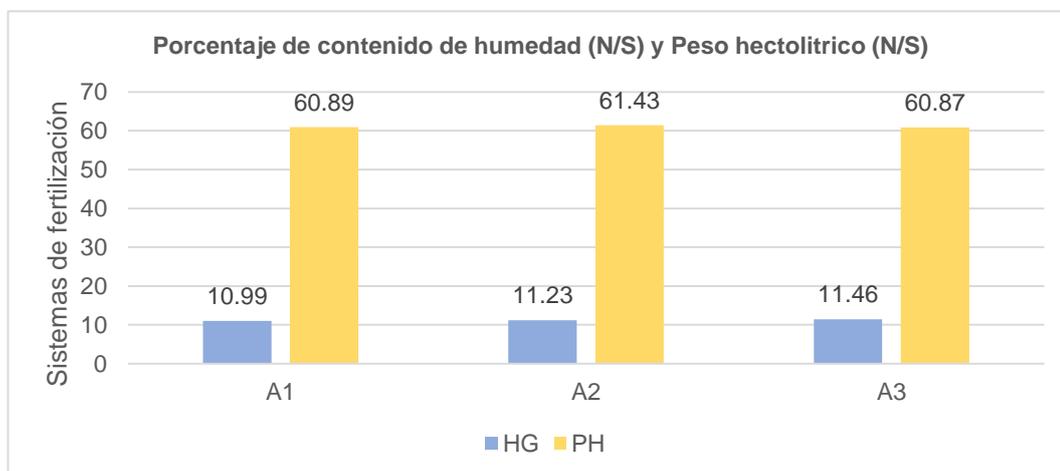
En cuanto a la variable tamaño de grano (TG), se presentó diferencias altamente significativas (**) entre sistemas, señalando alto promedio en A3 (Sin fertilización) con 11,08%, en secuencia de los sistemas A1 (Calcio boro) con 10,96% y A2 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12) con 10,88% respectivamente. (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 4).

Datos que determinan que el sistema de fertilización: A3 sin fertilización incurrió en los porcentajes mayor en cuanto a las características físicas del grano de cebada y demuestra que no es necesario tener un sistema de fertilización a base de químicos para obtener altos resultados.

En función de los resultados se infiere que las variables GQ y TG, son características varietales y pudieron verse influidas con el ambiente. Los factores bioclimáticos fueron determinantes en las variables, mucho más en la etapa reproductiva en donde son determinantes para un buen desarrollo del grano. Variables evaluadas en la etapa de poscosecha.

- **Porcentaje de contenido de humedad (HG) y peso hectolitrico (PH)**

Gráfico N° 5 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de contenido de humedad (HG) y peso hectolitrico (PH) para el factor A (sistemas de fertilización).



En cuanto corresponde a la variable porcentaje de contenido de humedad (HG), se determinó que no existió diferencias significativas (N/S) entre sistemas, sin embargo, matemáticamente se refleja mayor porcentaje en A3 (Sin fertilización foliar) con 11,46%, seguido de A2 (Ácido húmico + fitohormonas + vitamina B12) con 11,23%, mientras que el sistema con menos porcentaje de contenido de humedad fue A1 (Calcio boro) con 10,99%.

En la variable peso hectolítrico (PH), no se determinaron diferencias significativas (N/S) entre sistemas, reflejando un alto promedio en A2 (Ácido húmico + fitohormonas + vitamina B12) con 61,43 puntos, mientras que el bajo promedio se dio en A3 (Sin fertilización foliar) con 60,87 puntos (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 5).

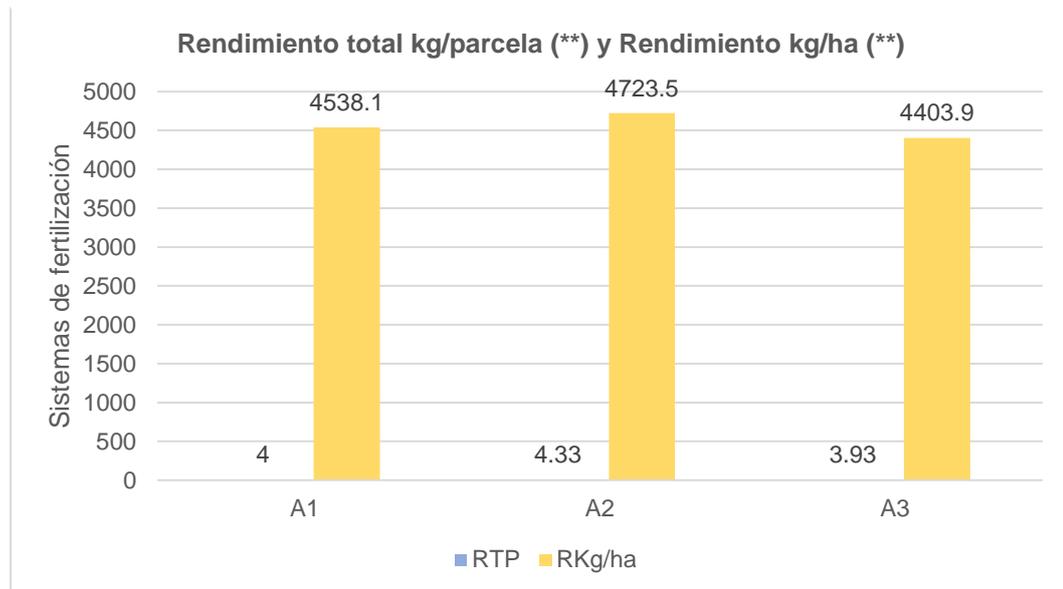
Los componentes agronómicos como el porcentaje de humedad y peso hectolítrico, son atributos varietales que tienen fuerte dependencia con el ambiente y el manejo agronómico del cultivo.

El peso hectolítrico tiene una estrecha relación con la textura del endospermo y contenido de proteína, sus promedios intervienen directamente con la calidad del grano y el rendimiento de la cebada.

Variabes que fueron evaluadas en la poscosecha, cuando el grano se encontró en las condiciones óptimas, para hacer una correcta apreciación de su densidad.

- **Rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y rendimiento kg/ha (Kg/ha)**

Gráfico N° 6 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y rendimiento kg/ha (Kg/ha) para el factor A (sistemas de fertilización).



Para la variable rendimiento total kg/parcela (Kg/p), para A (sistemas de fertilización) se determinaron diferencias altamente significativas (**), señalando un promedio superior en A2 (Ácido húmico + fitohormonas + vitamina B12) con 4,33 kg/p, mientras que el sistema con menos promedio fue A3 (Sin fertilización foliar) con 3,93 kg/p.

Para la variable rendimiento kg/ha (Kg/ha) se determinaron diferencias altamente significativas (**) entre sistemas de fertilización, con alto promedio en A2 (Ácido húmico + fitohormonas + vitamina B12) con 4723,5 kg/ha, seguido del sistema A1 (Calcio boro) con 4538,1 kg/ha y finalmente el sistema A3 (Sin fertilización foliar) se presentó con el promedio más bajo con 4403,9 kg/ha (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 6).

Estos resultados confirman que la aplicación de ácido húmico + fitohormonas + vitamina B12 en dosis adecuada, aplicado en época donde no hubo mucha precipitación y fraccionado en dos aplicaciones generó resultados de mejoramiento en el rendimiento en cebada.

4.1.2. Factor B: Variedades de cebada

Cuadro N° 2 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para las variables agronómicas del Factor B (Variedades de cebada): Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Número de plantas por metro cuadrado (PMC), Altura de la planta (AP), Longitud de espiga (LE), Acame de tallo (AT), Acame de raíz (AR), Grano quebrado (GQ), Tamaño de grano (TG), Porcentaje de humedad del grano (HG), Peso hectolitrico (PH), Rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y Rendimiento en kg/ha (Kg/ha).

Variables	Factor B: Variedades de cebada				
	B1	B2	B3	B4	B5
PEC (**)	88,33 AB	91,44 A	85,11 BC	87,11 AB	81,66 C
PMC (**)	155.42 BC	197.64 A	140.31 CD	166.97 B	130.08 D
AP (**)	91,71 C	94,17 C	76,47 D	106,09 B	116,59 A
LE (**)	7,03 D	7,71 C	8,26 BC	8,51 B	9,78 A
AT (*)	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,33 B	6,33 A
AR (*)	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,22 B	4,55 A
GQ (**)	0,44 AB	0,54 A	0,02 B	0,03 AB	0,02 B
TG (**)	11,03 BC	10,45 D	11,17 AB	10,84 C	11,37 A
HG (**)	11,05 BC	10,77 BC	12,90 A	11,22 B	10,20 C
PH (**)	63,56 A	60,10 CD	62,37 AB	60,76 BC	58,53 D
Kg/p (**)	4,00 B	4,66 A	4,44 AB	4,11 B	3,22 C
Kg/ha (**)	4456,4 B	5079,6 A	4817,9 AB	4595,4 B	3826,4 C

Ns: No significativo.

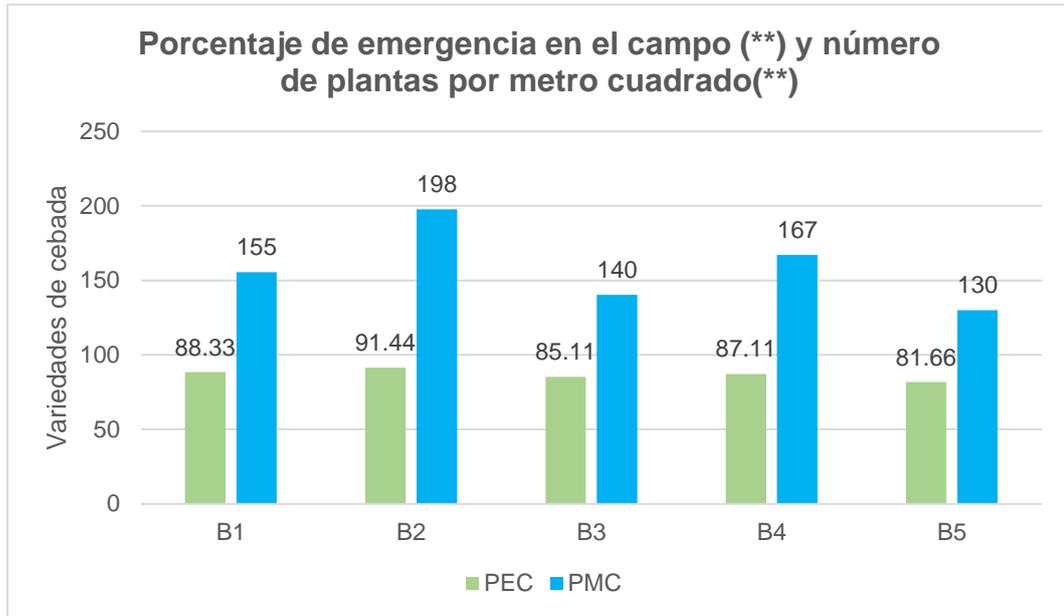
*Significativos al 5%

**Altamente significativos al 1%

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

- **Porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y número de plantas por metro cuadrado (PMC)**

Gráfico N° 7 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de emergencia en el campo y número de plantas por metro cuadrado para el factor B (variedades de cebada)



La respuesta agronómica de la variable porcentaje de emergencia en el campo (PEC), en el factor B (variedades de cebada) existió un efecto altamente significativo (**), registrando un promedio alto en la variedad B2 (Alpha) con 91,44%, seguido de los tratamientos B1 (Palmira) con 88,33%; B4 (Guaranga) con 87,11%; B3 (Andreia) con 85,11%, mientras que la variedad con menor porcentaje de emergencia en el campo fue B5 (Cañicapa) con 81,66%.

Para el componente número de plantas por metro cuadrado (NPMC), se determinó diferencias altamente significativas entre variedades, indicando promedio alto en B2 (Alpha) con 198 plantas, seguido de los tratamientos B4 (Guaranga) con 167 plantas; B1 (Palmira) con 155 plantas; B3 (Andreia) con 140 plantas, mientras que la variedad con menos plantas por metro

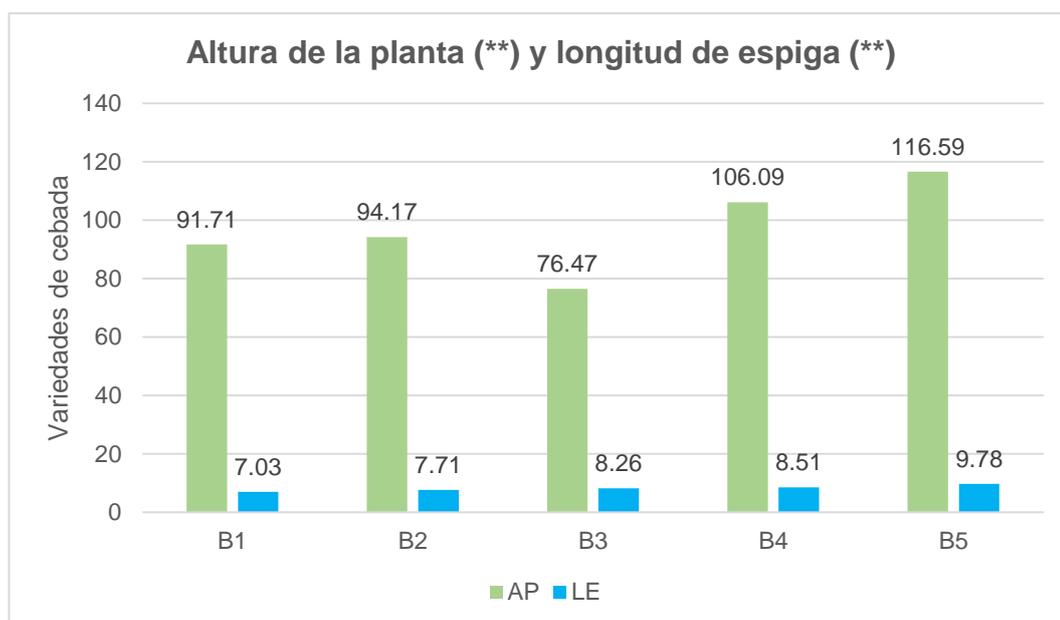
cuadro se reflejó en B5 (Cañicapa) con 130 plantas (Cuadro N° 2 y Gráfico N° 7).

El porcentaje de emergencia en el campo y número de plantas por metro cuadrado, están ligados a la calidad de las semillas, profundidad de siembra, condiciones de humedad en etapas importantes del cultivo como el periodo de germinación y emergencia de plántulas.

En NPMC la diferencia que se presentó en los promedios pudo darse quizás al momento de la siembra por la falta de homogeneidad en el tape.

- **Altura de la planta (AP) y Longitud de espiga (LE)**

Gráfico N° 8 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables altura de planta y longitud de espiga para el factor B (variedades de cebada)



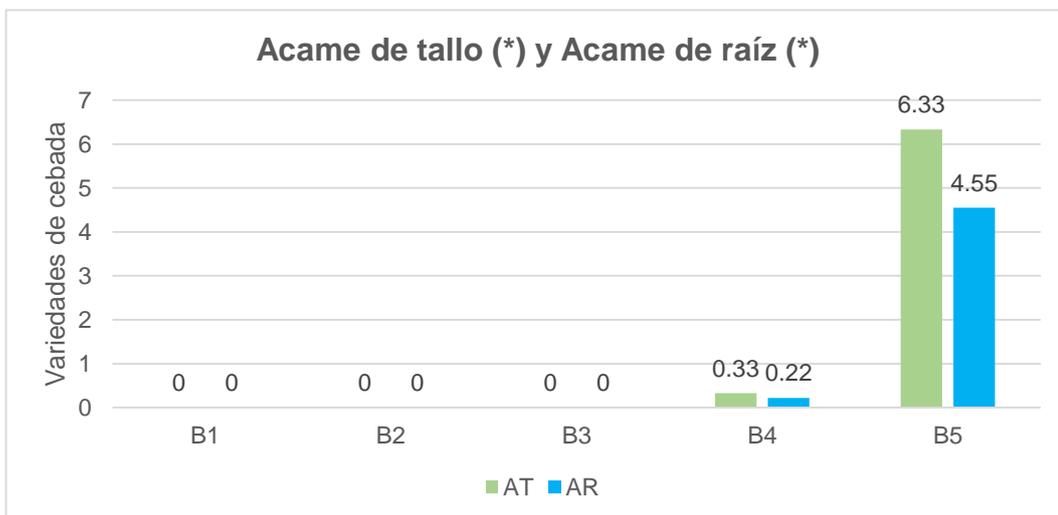
Para la variable altura de planta (AP), se refleja diferencias altamente significativas (**) entre variedades, obteniendo mayor altura en la variedad B5 (Cañicapa) con altura de 116,59 cm, seguido de las variedades B4 (Guaranga) con 106,09 cm; B2 (Alpha) con 94,17 cm; B1 (Palmira) con 91,71 cm, mientras que la variedad con menor altura se reflejó en B3 (Andreia) 76,47 cm.

Para el componente agronómico longitud de espiga (LE), al comparar medias entre variedades se reflejó altas diferencias entre variedades (**), obteniendo el promedio superior en B5 (Cañicapa) con longitud de 9,78 cm, superando a las variedades B4 (Guaranga) con 8,51 cm; B3 (Andreia) con 8,26 cm y B2 (Alpha) con 7.71 cm mientras que la variedad con menos longitud de espiga fue B1 (Palmira) con 7.03 cm (Cuadro N° 2 y Gráfico N° 8).

En consideración las variables AP y LE varían en general por la interacción con el ambiente teniendo en cuenta factores como; precipitación, altitud, temperatura, nutrientes disponibles en la etapa de desarrollo del cultivo, época de siembra, manejo agronómico y características físicas y biológicas del suelo, y en el caso del presente ensayo podemos notar que las respuestas serian de tipo varietal.

- **Acame de tallo (AT) y Acame de raíz (AR)**

Gráfico N° 9 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables acame de tallo y acame de raíz para el factor B (variedades de cebada)



Con la prueba de Tukey al 5% en la variable acame de tallo (AT), al evaluar el factor B (variedades de cebada) se mostró diferencias significativas (*), reflejando la variedad con el valor más alto en B5 (Cañicapa), siendo esta la más susceptible a este fenómeno físico con 6,33% mientras que las

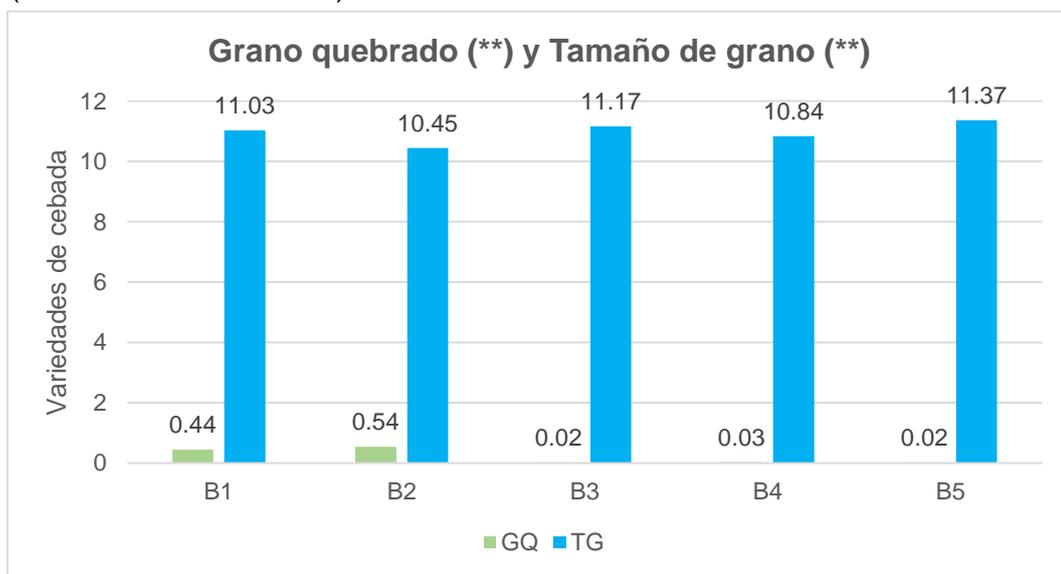
variedades B1 (Palmira); B2 (Alpha) y B3 (Andreia) fueron las variedades tolerantes con 0% en cada una de ellas.

En la variable acame de raíz (AR), se presentaron diferencias significativas (*) entre variedades, mostrando numéricamente un alto valor en B5 (Cañicapa) con 4,55, al contrario, las variedades que mostraron tolerancia al 100% de este fenómeno fueron B1 (Palmira); B2 (Alpha) y B3 (Andreia) (Cuadro N° 2 y Gráfico N° 9).

La variable acame de tallo y de raíz pueden ser características varietales y tienen dependencia con los factores ambientales. Las variedades en estudio, demostraron resistencias a los fuertes vientos presentados en la zona agroecológica en estudio, durante el desarrollo del cultivo, las mismas que superaron los 20km/h.

- **Grano quebrado (GQ) y Tamaño del grano (TG)**

Gráfico N° 10 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables grano quebrado y tamaño del grano para el factor B (variedades de cebada)



En consideración a la variable grano quebrado (GQ), se determinaron diferencias altamente significativas (**), manifestando promedio superior en B2 (Alpha) con 0,54%, mientras que las variedades con menos porcentaje

fueron B1 (Palmira) con 0,44%; B4 (Guaranga) con 0,03% mientras que las variedades B3 (Andreia) y B5 (Cañicapa) tuvieron promedio de 0,02%.

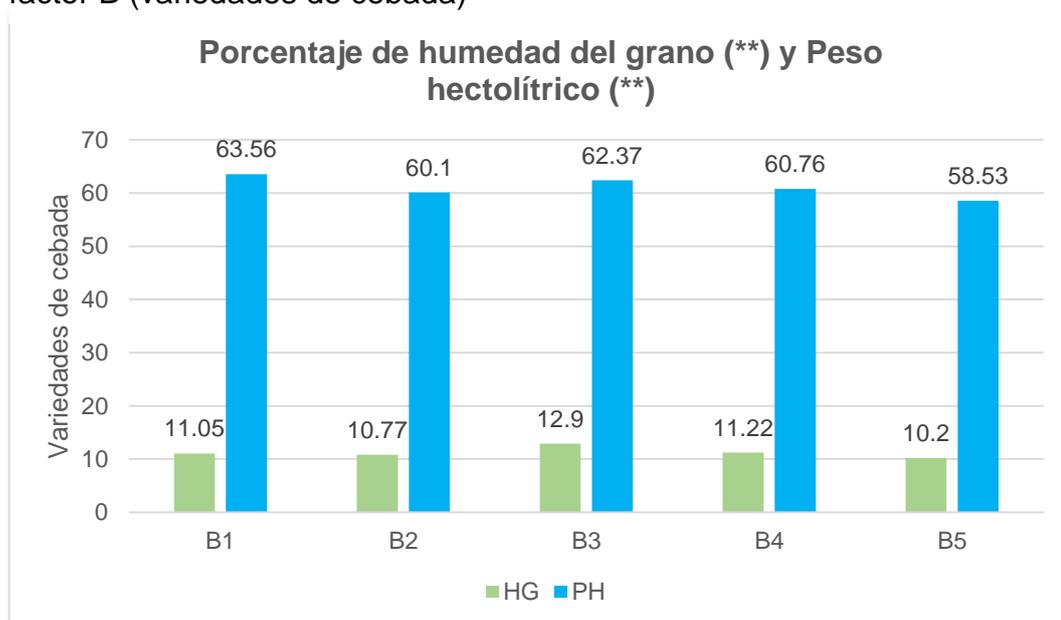
Para la variable tamaño de grano (TG), para el factor B (variedades de cebada) se registró diferencias altamente significativas (**), presentando mayor porcentaje en B5 (Cañicapa) con 11,37 mm, seguido de las variedades B3 (Andreia) con 11,17 mm; B1 (Palmira) con 11,03 mm; B4 (Guaranga) con 10,84 mm mientras que la variedad con menos tamaño es B2 (Alpha) con 10,45 mm (Cuadro N° 2 y Gráfico N° 10).

Los promedios presentados en la variable porcentaje de grano quebrado demuestran que las cinco variedades evaluadas fueron resistentes a procesos de postcosecha, como el caso de trilla, donde se debe tener en cuenta el contenido de humedad del grano, dato que debe ser inferior al 15%, para evitar que exista daño.

El tamaño de grano es un atributo varietal y dependen además de la interacción genotipo ambiente.

- **Porcentaje de humedad del grano (HG) y Peso hectolítrico (PH)**

Gráfico N° 11 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de humedad del grano y peso hectolítrico para el factor B (variedades de cebada)



La respuesta agronómica del factor B (variedades de cebada), en cuanto respecta a la variable porcentaje de humedad del grano (HG) se refleja que existió diferencia altamente significativa (**) entre variedades, obteniendo alto contenido de humedad en la variedad B3 (Andreia) con 12,9%, seguido de los tratamientos B4 (Guaranga) con 11,22%; B1 (Palmira) con 11,05%; B2 (Alpha) con 10,77% mientras que la variedad que presento menos porcentaje de humedad fue B5 (Cañicapa) con 10,20%

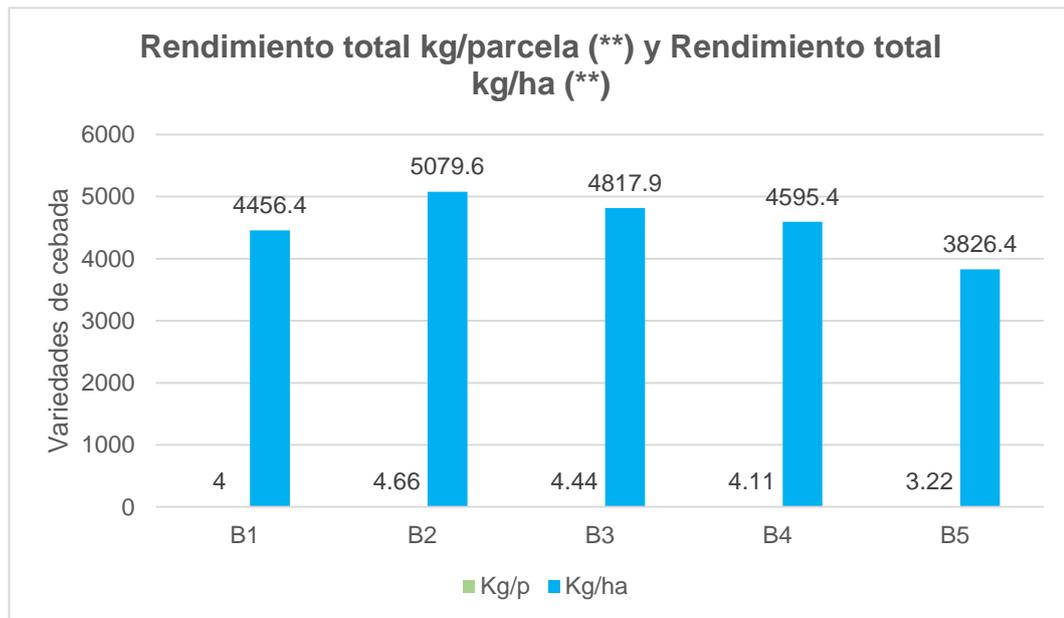
Al emplear la prueba de comparación de medias, para comparar los promedios del factor B en la variable peso hectolítrico (PH), se registró diferencias altamente significativas (**), mostrando valores superiores en B1 (Palmira) con 63,56 puntos, mientras que las variedades que presentaron menor peso fueron B3 (Andreia) con 62,37 puntos; B4 (Guaranga) con 60,76 puntos; B2 (Alpha) con 60,1 puntos y B5 (Cañicapa) con 58,53 puntos (Cuadro N° 2 y Gráfico N° 11).

El peso hectolitrito está dentro de los parámetros establecidos para cebada a nivel nacional.

Los diferentes resultados en las variables HG y PH permiten confirmar la consecuencia de la influencia ambiental en el área experimental y el genotipo que domina en cada una de las variedades en evaluación.

- **Rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y Rendimiento total kg/ha (Kg/ha)**

Gráfico N° 12 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y rendimiento total kg/ha (Kg/p) para el factor B (variedades de cebada)



La respuesta de la variable rendimiento total kg/parcela (Kg/p), para el factor B (variedades de cebada), se determinó que es estadísticamente diferentes (**), registrando alto promedio en B2 (Alpha) con 4,66 kg/p, seguido de los tratamientos B3 (Andreia) con 4,44 kg/p; B4 (Guaranga) con 4,11 kg/p; B1 (Palmira) con 4,00 kg/p mientras que la variedad con más bajo promedio fue B5 (Cañicapa) con 3,22 kg/p.

En relación a la variable rendimiento total kg/hectárea (Kg/ha), se reflejó que existe diferencias entre variedades, registrando un promedio superior en B2 (Alpha) con 5079,6 kg/ha, seguido de los tratamientos B3 (Andreia) con 4817,9 kg/ha; B4 (Guaranga) con 4595,4 kg/ha; B1 (Palmira) con 4456,4 kg/ha, mientras que la variedad con menos rendimiento fue B5 (Cañicapa) con 3826,4 kg/ha (Cuadro N° 2 y Gráfico N° 12).

El rendimiento es uno de los aspectos que se busca incrementar con el uso y aplicación de la tecnología, pudiendo observar en el presente estudio que

las variedades empleadas están adaptándose positivamente a las condiciones edafoclimáticas y agroecológicas de la zona del Cantón Guaranda, al obtener promedios de rendimiento que supera las 4Tm/ha.

Podemos mencionar que Alpha es una de las variedades que se orienta de forma promisorio para incidir sobre el mejoramiento de los sistemas de producción locales de cebada, además considerando su alto rendimiento, y que tiene un buen nicho de mercado para la industria cervecera.

4.1.3. Interacción de factores (AxB)

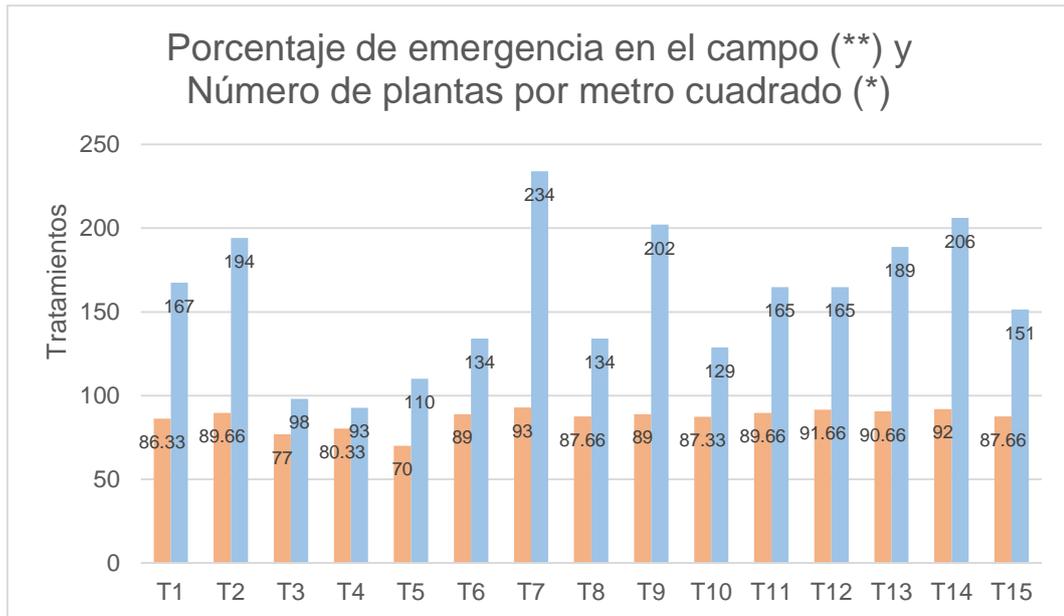
Cuadro N° 3 Resultados de la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (sistemas de fertilización y variedades de cebada) para las variables agronómicas: Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Número de plantas por metro cuadrado (PMC), Altura de la planta (AP), Longitud de espiga (LE), Acame de tallo (AT), Acame de raíz (AR), Grano quebrado (GQ), Tamaño de grano (TG), Porcentaje de humedad del grano (HG), Peso hectolítrico (PH), Rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y Rendimiento en kg/ha (Kg/ha).

Variables	Tratamientos															Media General	CV (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
PEC (**)	86.33 ABC	89.66 AB	77.00 CD	80.33 BC	70.00 D	89.00AB	93.00 A	87.66 AB	89.00 AB	87.33 AB	89.66 AB	91.66 A	90.66 A	92.00 A	87.66 AB	86,73%	3,87
PMC (**)	167.42 BCD	194.08 ABC	98.08 F	92.75 F	110.08 EF	134.08 DEF	234.08 A	134.08 DEF	202.08 AB	128.75 DEF	164.75 BCD	164.75 BCD	188.75 ABC	206.08 AB	151.42 CDE	158 plantas	10,50
AP (**)	91.53 E	91.50 E	78.70 F	104.03 CD	115.50 AB	92.40 E	95.70 DE	74.70 F	107.93 ABC	118.10 A	91.20 E	95.30 DE	76.00 F	106.30 BC	116.17 AB	97,00 cm	3,61
LE (**)	6.70G	8.46 BCDE	7.96 CDEFG	8.66 BCDE	10.30 A	7.43 DEFG	7.40 DEFG	8.83 ABCD	8.66 BCDE	9.36 ABC	6.96 FG	7.26 EFG	8.00 CDEFG	8.20 CDEF	9.70 AB	8,26 cm	5,97
AT (*)	0.00 C	0.00 C	0.00 C	0.33 C	8.00 A	0.00 C	0.00 C	0.00 C	0.66 C	6.00 AB	0.00 C	0.00 C	0.00 C	0.00 C	5.00 B	1,33%	71,15
AR (*)	0.00 C	0.00 C	0.00 C	0.33 C	6.66 A	0.00 C	0.00 C	0.00 C	0.33 C	4.33 AB	0.00 C	0.00 C	0.00 C	0.00 C	2.66 BC	0,95%	117,04
GQ (*)	0.06 AB	0.03 AB	0.03 AB	0.05 AB	0.03 AB	0.02 AB	0.06 A	0.03 AB	0.02 AB	0.02 AB	0.04 AB	0.06 A	0.01 B	0.02 AB	0.01 B	0,03%	42,91
TG (**)	11.6 CDEF	10.40 H	10.80 EFGH	10.86 EFGH	11.66 AB	10.63 FGH	10.46 H	10.66 FGH	11.16 CDE	11.50 BC	11.40 BCD	10.50 GH	12.06 A	10.50 GH	10.96 DEFG	10,97 mm	1,41
HG(**)	10.86 BCD	10.26 CD	12.80 AB	11.00 BCD	10.03 CD	10.53 CD	11.26 ABCD	13.23 A	11.53 ABCD	9.60 D	11.76 ABC	10.80 BCD	12.66 AB	11.13 BCD	10.96 BCD	11,23%	6,12
PH (**)	63.63 AB	59.63 BCD	62.52 ABC	60.59 ABCD	58.06 D	63.15 ABC	61.21 ABCD	62.58 ABC	60.99 ABCD	59.25 CD	63.89 A	59.48 CD	62.02 ABCD	60.71 ABCD	58.28 D	61,06 puntos	2,18
Kg/p (**)	4.66 AB	4.00 ABC	4.33 AB	4.00 ABC	3.00 C	3.66 BC	5.00 A	5.00 A	4.33 AB	3.66 BC	3.66 BC	5.00 A	4.00 ABC	4.00 ABC	3.00 C	4,08 kg/p	9,19
Rkg/ha (**)	5199.7 AB	4705.0 ABCDE	4798.7 ABCDE	4369.7 CDEFG	3617.7 G	4128.0 DEFG	5361.7 A	5122.7 ABC	4912.7 ABCD	4092.3 DEFG	4041.7 EFG	5172.0 ABC	4532.3 ABCDEF	4504.0 BCDEF	3769.3 FG	4555,2 kg/ha	6,02

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

- **Porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y Número de plantas por metro cuadrado.**

Gráfico N° 13 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y número de plantas por metro cuadrado (PMC) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada)



Se determinaron diferencias altamente significativas al 5% (**) para la variable porcentaje de emergencia en el campo (PEC), una media general de 86,73% de los 15 tratamientos evaluados.

Para comparar los promedios de los tratamientos en la variable porcentaje de emergencia en el campo, señalo que los promedios más altos correspondieron a los tratamientos: T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con 93,00%; T14 (Sin fertilización foliar con Guaranga) con 92,00%; T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) con 91,66% y T13 (Sin fertilización foliar con Andreia) con 90,66%, mientras que los tratamientos con valores inferiores fueron: T5 (Calcio boro con Cañicapa) con 70,00% y T3 (Calcio boro con Andreia) con 77,00% (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 13).

El porcentaje de emergencia en el campo de las plántulas de cebada se encuentra dentro del parámetro citado en la escala de evaluación de esta investigación (Buena 81-100% de plántulas germinadas).

La respuesta de los sistemas de fertilización en cuanto a la variable porcentaje de emergencia en campo, dependió de las variedades de cebada evaluadas.

La respuesta diferente entre tratamiento, se debe factores determinantes dentro de la variable en estudio, como es el caso de la siembra ya que esta se realizó de forma manual al voleo, donde pudo influir la profundidad de siembra lo que se reflejó en la germinación diferenciada, añadiendo a este las características genotipo ambiente.

La respuesta de los sistemas de fertilización en las variedades de cebada para la variable número de plantas por metro cuadrado (NPMC) presento diferencias altamente significativas (**), con una media general de 158 plantas por metro cuadrado.

Al emplear la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%, los tratamientos con mayor cantidad de plantas por metro cuadrado se vieron reflejados en T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con 234 plantas, muy seguido de los tratamientos T14 (Sin fertilización foliar con Guaranga) con 206 plantas; T9 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Guaranga) con 202 plantas, mientras que los tratamientos con menos porcentaje fueron T4 (Calcio boro con Guaranga) con 93 plantas; T3 (Calcio boro con Andreia) con 98 plantas y T5 (Calcio boro con Cañicapa) con 110 plantas, siendo estas últimas; los tratamientos que tuvieron más dificultad en producir más plántulas por metro cuadrado (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 13).

En la variedad Alpha las épocas de aplicación del ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 tuvieron respuesta lineal, lo que quiere decir a

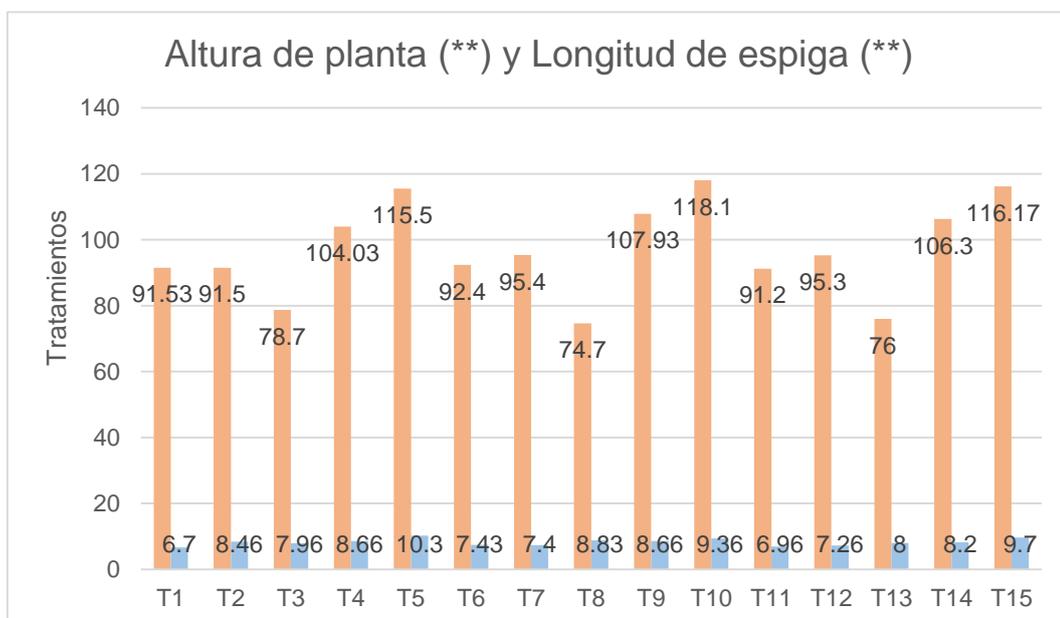
mayor fertilización la variedad respondió mejor en número de plantas por metro cuadrado.

Esta variable tiene relación directa con el porcentaje de emergencia, calidad de la semilla, humedad del suelo y supervivencia de las plántulas. Además se infirió que una buena nutrición, incide notablemente en esta variable.

Estos datos presentados son superiores a los reportados por Manzano, C. 2022, debido a las zonas agroecológicas en las que se llevaron a cabo las investigaciones, la fertilidad del suelo, el tipo de suelo, la climatología, que de cierta forma fueron influenciados por el genotipo de las variables en estudio.

- **Altura de planta (AP) y Longitud de espiga (LE).**

Gráfico N° 14 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables altura de planta (AP) y longitud de espiga (LE) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada)



La respuesta agronómica de los 15 tratamientos para el componente altura de planta (AP), fue altamente significativo (**), con una media general de 97,00 cm de altura.

Para los tratamientos en evaluación, se reportaron promedios superiores en la variable en estudio (AP) de los tratamientos: T10 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Cañicapa) con 118,10 cm seguido de los tratamientos T15 (Sin fertilización foliar con Cañicapa) con 116,17 cm y T5 (Calcio boro con Cañicapa) con 115,50 cm, mientras que las variedades con menor altura fueron: T13 (Sin fertilización con Andreia) con 76,00 cm continuado de T8 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Andreia) con 74,7 cm y T3 (Calcio boro con Andreia) con 78,70 cm, promedios que reflejan la influencia de las variedades evaluadas y sus genotipos (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 14).

INIAP. 2003, para la variedad INIAP Cañicapa, reporta un rango de 110-130 cm de altura, promedio que son semejantes a los presentados en el presente trabajo y similares a los registrados continuamente en la zona agroecológica de Laguacoto.

En los resultados permiten mencionar el buen genotipo de la variedad INIAP Cañicapa, en los tres sistemas de fertilización foliar teniendo los promedios superiores en los quince tratamientos evaluados.

Manzano, C 2022, reporta en promedio una AP de 97,84 cm de las variedades de cebada, en Laguacoto III, Provincia de Bolívar; estos datos son ligeramente diferentes a los obtenidos en este ensayo, esto debido quizás a las diferentes condiciones bioclimáticas y edáficas presentadas en el desarrollo del cultivo; lo que demuestra que este carácter es de respuesta varietal y tiene dependencia de su genotipo ambiente.

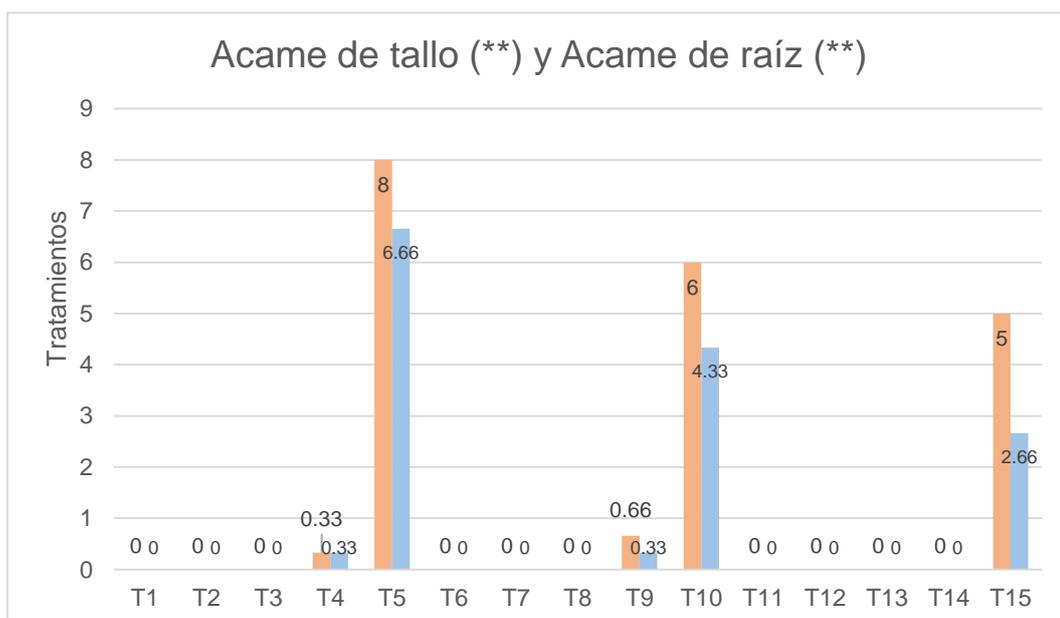
Se comprobaron diferencias estadísticas altamente significativas (**) en los 15 tratamientos de cebada para la variable longitud de espiga (LE), señalando una media general de 8,26 cm de longitud.

Los mayores promedios en la variable longitud de espiga, fueron reportados en los tratamientos T5 (Calcio boro con Cañicapa) con 10,30 cm seguido de T15 (Sin fertilización foliar con Cañicapa) con 9,70 cm y T10 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Cañicapa) con 9,30 cm, mientras que los tratamientos con menor longitud de espiga fueron: T1: (Calcio boro con Palmira) con 6,70 cm seguido de T11 (Sin fertilización foliar + Palmira) con 6,96 cm y T12 Sin fertilización foliar + Alpha) con 7,26 cm (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 14).

Autores como Pazmiño y Suárez 2021; reportan para la variedad Cañicapa una LE de 8,50 cm y para INIAP Palmira una LE de 6,07 cm, concordando con los investigadores que la longitud de espiga está sujeta a las características varietales, así como la importancia de factores entre ellos altitud, condiciones climáticas, viento, nutrición de las plantas, humedad, luz solar, sanidad de la planta entre otros.

- **Acame de tallo (AT) y Acame de raíz (AR).**

Gráfico N° 15 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables acame de tallo (AT) y acame de raíz (AR) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada)



La respuesta de la interacción de los sistemas de fertilizantes en las variedades de cebada, en relación a la variable acame de tallo (AT), se demostró diferencias altamente significativas (**), con una media general de 1,33% de acame de tallo en los tratamientos evaluados.

Al analizar los tratamientos en cuanto al acame de tallo, los promedios del AT se dieron en los tratamientos T5 (Calcio boro con Cañicapa) con 8,00%; T10 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Cañicapa) con 6,00% y T15 (Sin fertilización foliar + Cañicapa) con 5,00% de acame de tallo, mientras que los tratamientos resistentes a este fenómeno físico son los tratamientos T1, T2, T3 (Calcio boro con Palmira, Alpha y Andreia respectivamente), T6, T7, T8 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Palmira, Alpha y Andreia proporcionalmente) y T11, T12, T13 y T14 (Sin fertilización foliar con Palmira, Alpha, Andreia y Guaranga correspondientemente) con 0,00% (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 15).

Se conceptualiza al acame de tallo es cuando las plantas se encuentran acamadas, es decir los tallos quebrados bajo la inserción de la espiga, el factor predominante es la presencia de vientos fuertes, época de siembra lo que es muy influyente en las variedades precoces como las tardías.

En la mayoría de los tratamientos evaluados se presentan variedades resistentes a este fenómeno físico, lo que quiere decir que presentan una buena genética, no obstante, esta variable puede verse afectada por factores nutricionales y bioclimáticos en general.

Manzano, C 2022 dentro de su investigación en la misma zona agroecológica en estudio en cuanto al AT, presenta una media general de 2,17%, datos que son superiores en comparación a los presentados dentro de esta investigación, debido a que esta variable se ve influenciado por la interacción genotipo ambiente, manejo agronómico, alta densidad de plántulas, presencia de lluvias en etapa de espigamiento, llenado de grano y vientos (Monar, C. 2015).

La variable acame de raíz (AR) registro poseer diferencias significativas (*) entre sus tratamientos, señalando una media general de 0,95%.

De acuerdo con la prueba de comparación de medias, los tratamientos que presentaron mayor porcentaje fueron T5 (Calcio boro con Cañicapa) con 6,66%, T10 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Cañicapa) 4,33% y T15 (Sin fertilización foliar + Cañicapa) con 2,66%, mientras que las tratamientos más resistentes a este fenómeno son; T1, T2, T3 (Calcio boro con Palmira, Alpha y Andreia respectivamente) T6, T7, T8 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Palmira, Alpha y Andreia proporcionalmente) y T11, T12, T13 T14 (Sin fertilización foliar con Palmira, Alpha, Andreia y Guaranga) (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 15).

El acame de raíz, es cuando la planta presenta una inclinación de 45° en relación a la vertical, esto es consecuencia de la presencia de vientos fuertes, de la misma forma intervienen la interacción genotipo ambiente y altura de planta.

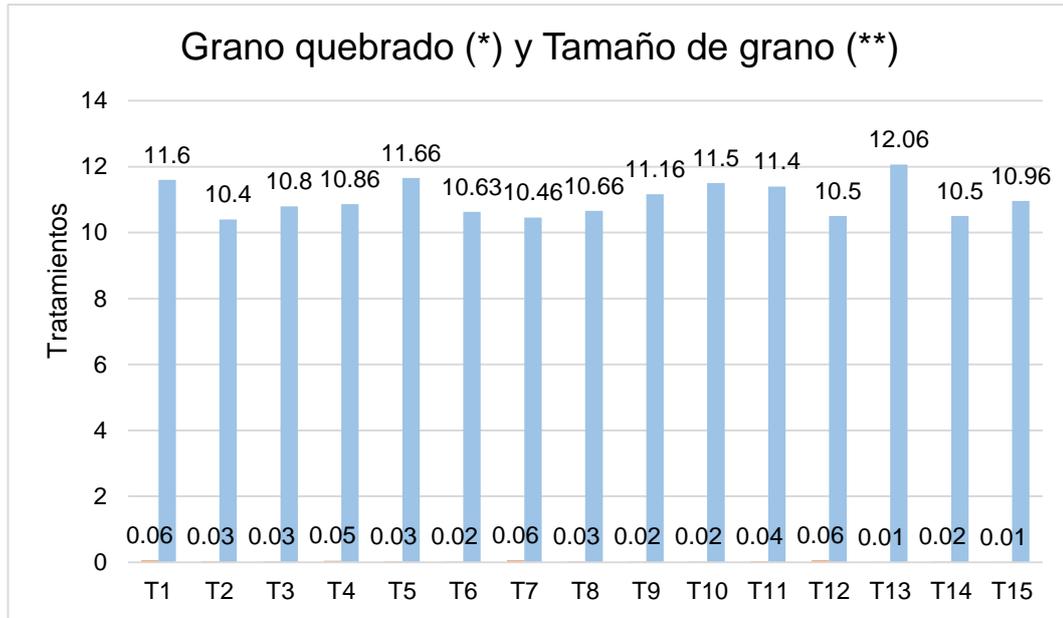
Manzano, C. 2022 presento porcentaje de 19,21% en el AR, datos que son superiores a los presentados en esta investigación. Es de conocimiento que la provincia de Bolívar presenta vientos superiores a 30 km/hora, lo cual favorece al acame de los cultivos, dentro de la presente investigación se presentaron vientos fuertes en la etapa de desarrollo, pero asimismo interviene la interacción genotipo ambiente.

En la presente investigación queda comprobado que la mayoría de las variedades con valores superiores en la variable altura de planta repercutieron en la variable acame de raíz.

El acame de tallo y de raíz tienen correlación directa en la altura de planta, en la zona agroecológica de la provincia de Bolívar tiene una alta incidencia y frecuencia de vientos (hasta los 35 km/h), para lo que es recomendable disponer variedades de una altura intermedia y precoces.

- **Grano quebrado (GQ) y Tamaño de grano (TG).**

Gráfico N° 16 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables grano quebrado (GQ) y tamaño de grano (TG) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada)



La variable grano quebrado (GQ) presentó diferencias significativas entre tratamientos (*) con una media general de 0,03% de grano quebrado.

En cuanto a la interacción de factores AxB para la variable grano quebrado, los tratamientos que presentaron mayor porcentaje fueron T1 (Calcio boro con Palmira), T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) y T12 (Sin fertilización con Alpha) todas con 0,06% de grano quebrado, mientras que los tratamientos con menor promedio fueron T13 (Sin fertilización con Andreia) y T15 (Sin fertilización con Cañicapa) ambos con 0,01% (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 16).

Manzano, C 2022 en referencia al grano quebrado menciona una media general de 1,96%, datos que son superiores a los reportados dentro de esta investigación, por lo que se infiere que son accesiones con alta resistencia algunos de los procesos de poscosecha como la trilla. Otro

aspecto importante de la variable GQ es el contenido de humedad del grano, donde debe tener un promedio de 15%.

La respuesta agronómica de los tratamientos en cuanto a la variable tamaño de grano (TG), demostraron ser altamente significativas (**), con una media general de 10,97 mm de tamaño.

Con la prueba de Tukey al 5%, en comparación de medias para los 15 tratamientos de evaluación, los granos de mayor tamaño fueron T13 (Sin fertilización con Andreia); T5 (Calcio boro con Cañicapa) y T10 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Cañicapa) con 12 mm de tamaño del grano, mientras que los tratamientos con menor tamaño dentro de las variedades evaluadas son T2 (Calcio boro con Alpha) y T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) ambos con 10 mm de tamaño (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 16).

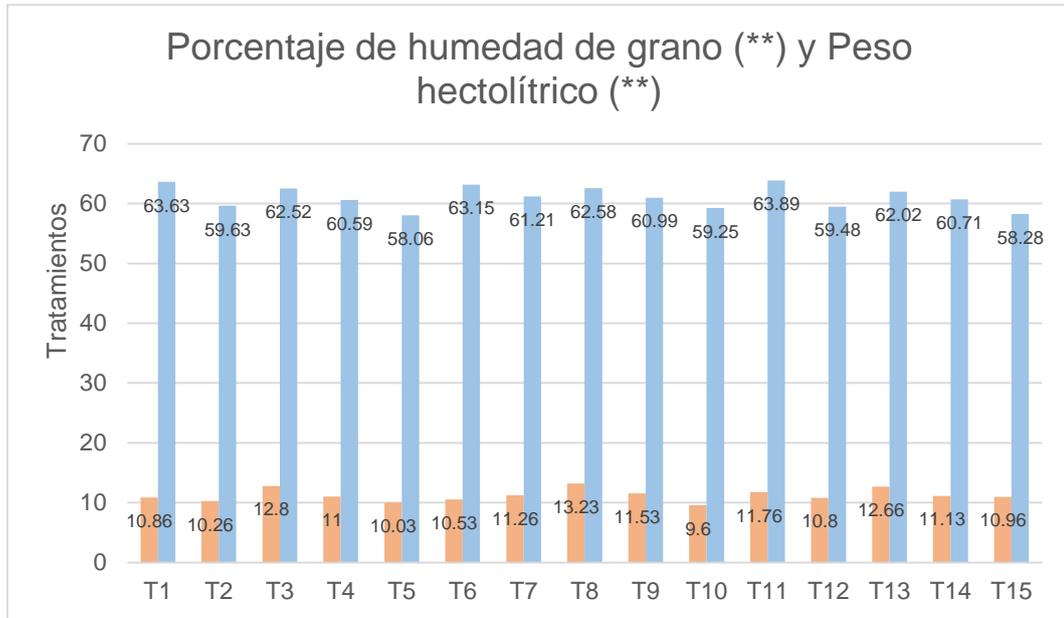
Las 15 variedades evaluadas dentro de la investigación presentan tamaños mayores a 10 mm lo que se considera como tamaño de grano largo, de acuerdo a la escala establecida dentro de esta investigación.

El tamaño de grano al igual que la variable grano quebrado son atributos varietales que tienen cierta influencia en el proceso de la trilla, con el contenido de humedad hasta 15%.

Los datos presentados en la presente investigación son superiores a los referenciados por Manzano, C 2022 en la evaluación de 6 variedades en la granja Laguacoto III, lo que hace inferir la importancia de fraccionar el fertilizante (2 aplicaciones) en el cultivo de cebada, el mismo que tiene influencia notoria en los distintos componentes del rendimiento, así mismo el realizar monitoreo y control de malezas para que no exista competencia entre nutrientes, lo que permitirá que el cultivo crezca vigoroso teniendo mayor rendimiento del cultivo, el mismo que es el objetivo central de productores y agricultores.

- **Porcentaje de humedad de grano (HG) y Peso hectolítrico (PH).**

Gráfico N° 17 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables porcentaje de humedad de grano (HG) y peso hectolítrico (PH) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada)



Para la variable porcentaje de humedad de grano (HG), en respuesta de los 15 tratamientos de evaluación fue altamente significativo (**) con una media general de 11,23%.

Para el porcentaje de humedad del grano, indica que el promedio más elevado se obtuvo en T8 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Andreia) con 13,23% seguido de los tratamientos T3 (Calcio boro con Andreia) con 12,80% y T13 (Sin fertilización con Andreia) con 12,66% de humedad, mientras que los tratamientos con bajo promedio se dieron en T10 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Cañicapa) 9,60% y T5 (Calcio boro con Cañicapa) 10,03% (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 17).

La humedad es uno de los parámetros que hacen referencia en las buenas prácticas de poscosecha, lo que condiciona la calidad del grano de cebada.

Lo importante de cuidar la humedad radica en que condiciona el almacenamiento del grano para que se mantenga en óptimas condiciones, las mismas que de acuerdo la FAO el contenido óptimo es de 13%.

Existió diferencias altamente significativas (**) en la evaluación de la variable peso hectolítrico (PH), reflejando una media general de 61,06 puntos.

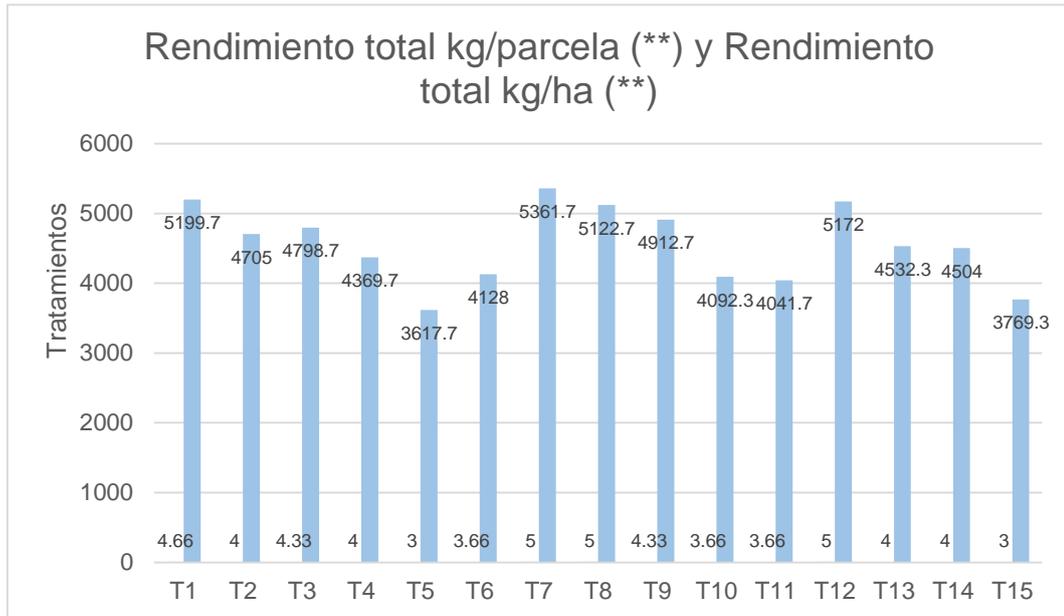
Para los tratamientos en la variable peso hectolítrico se demostró altos promedios en: T11 (Sin fertilización foliar con Palmira) con 63,89 puntos; T1 con (Calcio boro con Palmira) con 63,63 puntos y T6 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Palmira) con 63,15 puntos, mientras que los tratamientos con los valores inferiores fueron T5 (Calcio boro con Cañicapa) con 58,06 puntos seguido de T15 (Sin fertilización foliar con Cañicapa) 58,28 con puntos y T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) 59,48 con puntos (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 17).

Los diferentes resultados reflejados en la presente investigación; son consecuencia de la influencia ambiental dentro de la zona agroecológica en estudio, así como el carácter genético que domina cada una de las variedades de cebada en estudio, como es el caso del INIAP Cañicapa destacado por sus altos promedios.

El peso hectolítrico se relaciona con la textura del endospermo y el contenido de proteína del grano, sus promedios influyen de forma directa en el rendimiento y calidad del grano. La industria estima que el peso hectolítrico es uno de los atributos indispensables a la hora de hacer la compra, el mismo que debe tener promedios mínimos de 56 puntos. En este caso los resultados reflejados de los 15 tratamientos en investigación presentan valores superiores a los requeridos por la industria.

- Rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y Rendimiento total kg/ha (Kg/ha).

Gráfico N° 18 Resultados de la prueba de Tukey al 5%, para promedios de las variables rendimiento total kg/parcela (Kg/p) y rendimiento total kg/ha (Kg/ha) para la interacción de factores AxB (sistemas de fertilización en variedades de cebada)



Estimando la respuesta de los tratamientos en la variable rendimiento total kg/parcela (Kg/p), se verifico diferencias estadísticas altamente significativas (**), determinando una media general de 5,08 kg/p.

Para separación de medias, los rendimientos por parcela más alto se determinaron en los tratamientos T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha), T8 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Andreia) y T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) estas con una producción de 5 kg/p respectivamente. Mientras que las variedades con promedios inferiores fueron T5 (Calcio boro con Cañicapa) T15 (Sin fertilización foliar con Cañicapa) ambas con una producción de 3 Kg/p y T10 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) más el T11

(Sin fertilización foliar con Palmira) con 3,66 Kg/p (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 18).

Esta diferencia significativa entre en el rendimiento por parcela entre las variedades, pudo darse por las características varietales, así como su genotipo ambiente. Quizás la variedad Alpha, quien fue la que presento los promedios superiores en relación a los tratamientos evaluados, se pudo adaptar mejor a la zona agroecológica en estudio.

En relación a los sistemas de fertilización, se registró los promedios más alto en Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12. Estos resultados permiten inferir que la respuesta de las variedades de cebada en relación al rendimiento kg/p, dependieron del sistema de fertilización.

De acuerdo con los promedios evaluados a la respuesta de la interacción AxB en la variable rendimiento total Kg/ha (Kg/ha) se determinó diferencias altamente significativas (**) entre tratamientos, presentando una media general de 4555,2 kg/ha (Cuadro N° 3 y Gráfico N° 18).

La respuesta más relevante de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% en la variable rendimiento total kg/ha, refleja que los promedios superiores se presentaron en los tratamientos T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con una producción de 5361,7 kg/ha, confirmando así que la variedad Alpha fue estadísticamente la mejor alternativa tecnológica para el cultivo de cebada en la zona agroecológica en estudio. Mientras que los promedios más bajos se determinaron en T5 (Calcio boro con Cañicapa) con 3617,7 kg/ha y T15 (Sin fertilización foliar con Cañicapa) con 3769,3 kg/ha, siendo notable la falta de adaptación de la variedad Cañicapa a la zona agroecológica de Laguacoto III, así como la pérdida de sus atributos agronómicos como tolerancia a enfermedades foliares y fenómenos físicos como acames de tallo y raíz.

El mejor rendimiento del T7 se confirmó mediante los valores superiores en los distintos componentes del rendimiento evaluados en esta investigación.

Estos promedios confirman que la aplicación de Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 en dosis adecuada, en época de aplicación sin mucha precipitación y fraccionado en dos aplicaciones, se vieron notables resultados en el rendimiento de cebada.

El rendimiento es una característica varietal y tiene dependencia de su genotipo ambiente. Otros de los factores determinantes a más de los varietales son; época de aplicación, condiciones bioclimáticas (temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar, vientos, entre otros).

Se consideran también determinantes a; sanidad y nutrición de plantas, características físicas, químicas y biológicas del suelo (Monar, C. 2013).

4.2. Variables morfológicas

Cuadro N° 4 Caracteres morfológicos: Hábito de crecimiento (HC); Desgrane de la espiga (Des); Color del grano (CG) y Número de hilera por espiga (NHPE)

Tratamientos	Variables morfológicas			
	Hábito de Crecimiento (HC)	Desgrane de la espiga (Des)	Color del Grano (CG)	Número De hilera por espiga (NHPE)
T1	1 (erecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T2	2 (Semierecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	6 Hileras
T3	1 (erecto)	2 (Medianamente resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T4	1 (erecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T5	2 (Semierecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T6	1 (erecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T7	2 (Semierecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	6 Hileras
T8	1 (erecto)	2 (Medianamente resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T9	1 (erecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T10	2 (Semierecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T11	1 (erecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T12	2 (Semierecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	6 Hileras
T13	1 (erecto)	2 (Medianamente resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T14	1 (erecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	2 Hileras
T15	2 (Semierecto)	1 (Resistente)	2 (crema)	2 Hileras
Porcentaje	40,00% semierecto (T2, T5, T7, T10, T12 y T15)	80,00% Resistente (T1, T2, T4, T5, T6, T7, T9, T10, T11, T12, T14 y T15)	100% variedades color del grano crema	80,00% 2 Hileras (Dística)(T1, T2, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10, T11, T13, T14 y T15)
	60,00% erecto (T1, T3, T4, T6, T8, T9, T11, T13 y T14).	20,00% Medianamente resistente (T3, T8 y T13)		20,00% 6 Hileras (Exástica) (T2, T7 y T12)

Las variables morfológicas; Hábito de crecimiento (HC), Desgrane de la espiga (DE), Color del grano (CG) y Número de hilera por espiga (NHPE), es una caracterización importante al realizar investigaciones con nuevos materiales genéticos, ya que con ello se ayuda a selección de

germoplasmas que posean características requeridas por los consumidores.

En relación al hábito de crecimiento (HC), las variedades de cebada en promedio fueron de tipo erecto con 60,00% en la escala 1 presentadas dentro de la presente investigación, mientras que con 40,00% se presentan las variedades con hábito de crecimiento semierecto (escala 2).

Este descriptor morfológico HC, es una característica varietal que dependió del genotipo ambiente. El HC tiene una gran importancia en la valoración de los materiales evaluados, ya que en zonas donde existe la presencia de fuertes vientos como es el caso de la provincia de Bolívar, se requieren variedades de crecimiento erecto acompañado de una buena resistencia al acame.

En la variable desgrane de la espiga (DE) se presentó un porcentaje de 80,00% (T1, T2, T4, T5, T6, T7, T9, T10, T11, T12, T14 y T15) de las variedades en ser resistente al desgrane de la espiga y 20,00% (T3, T8 y T13) en ser medianamente resistentes.

El DE pudo verse afectado por factores bioclimáticos presentados especialmente en la etapa de madurez comercial del cultivo. Así mismo en procesos de cosecha ya que cualquier demora tiene como resultados pérdidas y desgrane.

El color del grano (CG), se determinó que el 100% presentó un color crema, es decir en todos los 15 tratamientos evaluados.

El CG es una característica propia de la accesión, lo mismo que se llega a ver afectado por lluvias, humedad, tiempo de cosecha y labores de poscosecha como el secado.

En la variable número de hilera por espiga (NHPE), se determinó un alto porcentaje en Hileras dística (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10, T11, T13, T14 y T15) con 80,00% las cuales pertenecen a la escala 2 hileras en

relación a lo establecido en este documento y un 20,00% Hileras exástica (T2, T7 y T12) (escala 6).

En las cebadas con 2 hileras; sólo un grano se desarrolla en cada nudo, en lados alternados de la espiga, lo que la malta que tiene una mayor cantidad de extracto, color más claro y menor contenido de enzimas. En la industria el 20 a 25% del total de malta usada por cervecerías es a partir de la cebada dística (2 hileras).

4.3. Variables de calidad

4.3.1. Factor A: Sistemas de fertilización

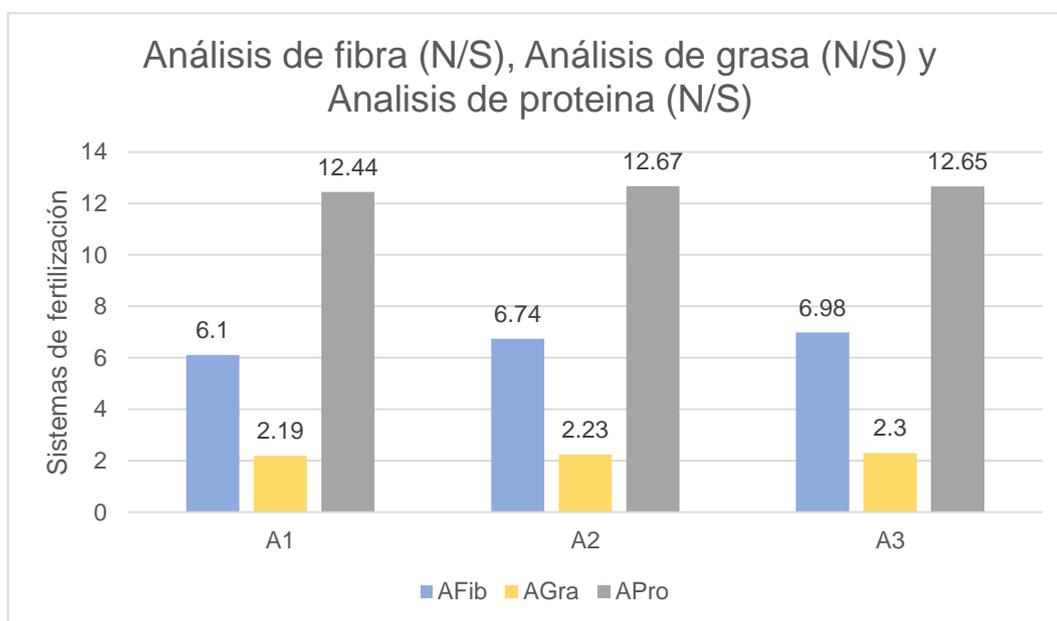
Cuadro N° 5 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para el Factor A (Sistemas de fertilización) Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).

Variables	Factor A: Sistemas de fertilización		
	A1	A2	A3
AFib (N/S)	6,10 A	6,74 A	6,98 A
AGra (N/S)	2,19 A	2,23 A	2,30 A
APro (N/S)	12,44 A	12,67 A	12,65 A

Ns: No significativo.

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico N° 19 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para el Factor A (Sistemas de fertilización) Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).



Los componentes de calidad; Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (Agra) y Análisis de proteína (APro) en cuanto al factor A (sistemas de fertilización) se determinó igualdad entre factores (N/S).

Para el análisis de fibra (AFib), se determinó ligeramente el promedio más elevado en A3 (Sin fertilización foliar) con 6,98% lo que demuestra que se presentó mayor porcentaje de fibra en el sistema donde no se aplicó fertilización foliar (Gráfico N° 5 y Gráfico N° 19).

El contenido de fibra en la cebada depende de su genotipo ambiente además de factores bioclimáticos, además el alto contenido de fibra es un factor que gusta a la industria alimenticia y la cervecera.

Para el análisis de grasa (AGra), se presenta un alto promedio en A3 (Sin fertilización foliar) con 2,30%, datos que permiten mencionar que al igual que el análisis de fibra se presentó un porcentaje mayor en el sistema que no se aplicó fertilización foliar (Gráfico N° 5 y Gráfico N° 19).

El contenido de grasa es otro de los factores importantes para la industria alimenticia, aunque la cebada por características propias tiene baja producción de grasa (<2%)

Para el análisis de proteína (APro) en el factor A se dio en A2 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12) con 12,67% siendo ligeramente el más alto promedio en relación del A3 (Sin fertilización foliar) con 12,65% de proteína en los granos de cebada (Gráfico N° 5 y Gráfico N° 19).

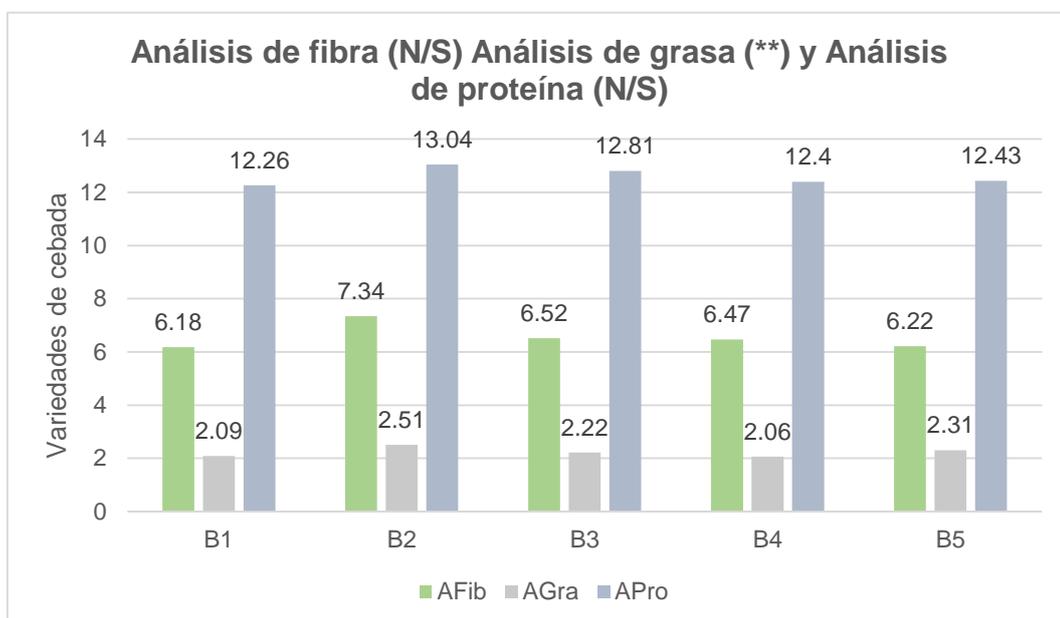
4.3.2. Factor B: Variedades de cebada

Cuadro N° 6 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para el Factor B (Variedades de cebada) Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).

Variables	Factor B: Variedades de cebada				
	B1	B2	B3	B4	B5
AFib (N/S)	6,48 A	7,34 A	6,52 A	6,47 A	6,22 A
AGra (**)	2,09 C	2,51 A	2,22 BC	2,06 C	2,31 B
APro (N/S)	12,26 A	13,04 A	12,81 A	12,40 A	12,43 A

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

Gráfico N° 20 Resultados de la prueba de Tukey al 5% para el Factor B (Variedades de cebada) Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).



En cuanto corresponde a las variables de calidad en el factor B (Variedades de cebada) se determinaron diferencias altamente significativas (**) en el análisis de grasa (AGra), mientras que las variables análisis de fibra (AFib) y análisis de proteína (APro) no se encontraron diferencias entre factores (N/S).

Para el análisis de fibra (AFib), registro alto promedio en B2 (Alpha) con 7,34% mientras que el promedio inferior se registró en B5 (Cañicapa) con 6,22%, demostrando (Gráfico N° 6 y Gráfico N° 20).

De acuerdo con los valores presentados por la variedad Alpha son superiores a los presentados (Rodríguez, S. 2012) quien manifestó un valor de 5%. La fibra está condensada en el residuo, porque la mayor parte del almidón de cebada se excluye durante la trituración y la extracción de azúcares (Prentice, 1979).

Tukey al 5% para promedios del factor B (Variedades de cebada) en la variable análisis de grasa (AGra), se determinó alto promedio en B5

(Cañicapa) con 2,31%, sin embargo, la variedad con el porcentaje más bajo estuvo en B4 (Guaranga) con 2,06% (Gráfico N° 6 y Gráfico N° 20).

Los datos presentados en esta investigación fueron superiores a los que fueron registrados por (Rodríguez, S. 2012) con un valor de 1,3%. Estos resultados fueron diferentes debido a que las variedades se van adaptando con más fuerza a la zona agroecológica en estudio. La grasa es un factor muy importante para la industria alimentaria.

Al comparar las medias de los tratamientos para la variable análisis de proteína (APro), se demostró numéricamente que la variedad con más contenido de proteína fue B2 (Alpha) con 13,04%, sin embargo, el tratamiento con menor contenido fue B1 (Palmira) con 12,26% (Gráfico N° 6 y Gráfico N° 20).

Para el contenido de proteína existe relación con la absorción de agua, pues a que la absorción es una función primaria de la proteína y el almidón dañado, el incremento de uno u otro, llegaría a incrementar el valor de este parámetro.

4.3.3. Interacción de factores (AxB)

Cuadro N° 7 Resultados de la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (sistemas de fertilización y variedades de cebada) para las variables de calidad: Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).

Tratamientos	Variables de calidad		
	Análisis de grasa (AGra) (N/S)	Análisis de grasa (AGra) (**)	Análisis de proteína (APro)(N/S)
T1	6,30 A	1,99 D	11,76 A
T2	6,83 A	2,47 AB	12,88 A
T3	5,58 A	2,16 BCD	12,71 A

T4	5,91 A	2,02 CD	12,41 A
T5	5,90 A	2,30 ABCD	12,45 A
T6	6,98 A	2,25 ABDC	12,78 A
T7	7,63 A	2,44 ABC	13,25 A
T8	7,05 A	2,19 BCD	12,73 A
T9	6,33 A	2,10 BCD	12,43 A
T10	5,73 A	2,18 BCD	12,18 A
T11	6,18 A	2,04 BCD	12,23 A
T12	7,56 A	3,64 A	13,00 A
T13	6,95 A	2,32 ABCD	12,98 A
T14	7,16 A	2,04 BCD	12,35 A
T15	7,03 A	2,45 ABC	12,68 A
Media general	6,61%	2,24%	12,59%
CV (%)	15,14%	6,46%	4,77%

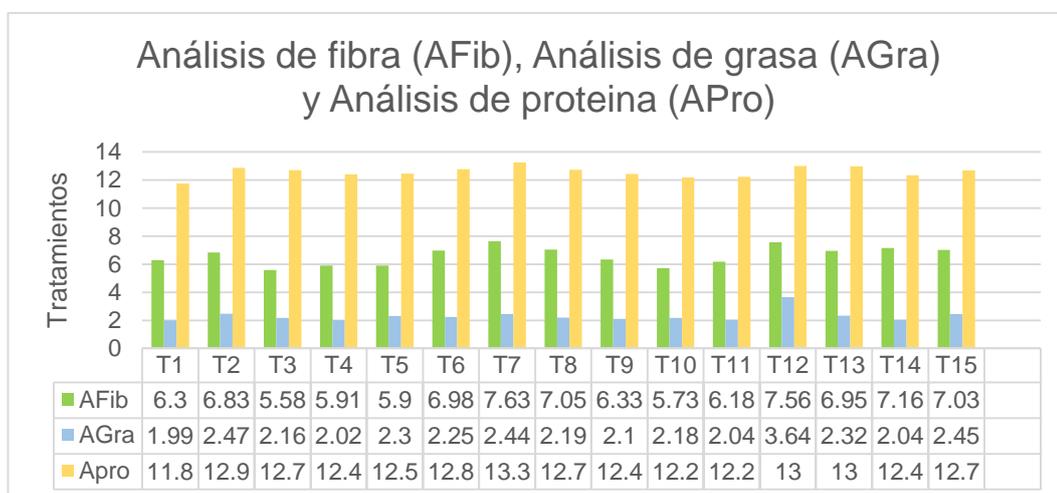
Ns: No significativo.

*Significativos al 5%.

**Altamente significativos al 1%.

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico N° 21 Resultados de la prueba de Tukey al 5% en la interacción de factores (sistemas de fertilización y variedades de cebada) para las variables de calidad: Análisis de fibra (AFib); Análisis de grasa (AGra) y Análisis de proteína (APro).



La respuesta de los tratamientos en referencia al análisis de fibra (AFibr) no se determinó diferencias significativas (N/S), reflejando una media general de 6,61% (Cuadro N° 7)

Para la evaluación de la interacción AxB en la variable análisis de fibra se determinó que los tratamientos con mayor cantidad de fibra fueron: T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con 7,63% seguido por T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) con 7,56%; T14 (Sin fertilización foliar con Guaranga) con 7,16%; T8 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Andreia) con 7,05% y T15 (Sin fertilización foliar con Cañicapa) con 7,03%, mientras que los tratamientos con menor porcentaje son: T3 (Calcio boro con Andreia) con 5,58%; T10 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Cañicapa) con 5,73%; T4 (Calcio boro con Guaranga) con 5,91% y T5 (Calcio boro con Cañicapa) con 5,90%, siendo estas últimas los tratamientos con menor cantidad de fibra de los 15 evaluados (Cuadro N° 7 y Gráfico N° 21).

Los resultados permiten deducir; que la influencia de ácido húmico + fitohormona y vitamina B12 en la variedad Alpha responde bien a la zona agroecológica en estudio, viéndose reflejado en altos promedios en uno de los factores importantes de las características de calidad, siendo este punto clave para la industria alimenticia y cervecera.

La fibra es un reflejo del contenido de celulosa, que es el mecanismo esencial de las hojas y de los tallos de todos los cereales, así como de otros varios tejidos vegetales.

El Departamento de Nutrición y Calidad de la E.E.S.C. 2010 indica que el porcentaje de fibra óptimo de la cebada es de 6.9%, datos que son ampliamente superados por la mayoría de los tratamientos que fueron evaluados dentro de la zona agroecológica en estudio.

Examinando los tratamientos de las variables de calidad, se determinaron diferencias altamente significativas (**), en la variable análisis de grasa (AGra) con una media general de 2,24% (Cuadro N° 7)

Para las medias de tratamiento, se registró promedios más alto en el análisis de grasa en los tratamientos T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) con 3,64%; T2 (Calcio boro con Alpha) con 2,47% T15 (Sin fertilización foliar con Cañicapa) con 2,45% y T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con 2,44%, mientras que los promedios inferiores se dieron en T1 (Calcio boro con Palmira) con 1,99% seguido de T4 (Calcio boro con Guaranga) con 2,02% y los tratamientos T11 (Sin fertilización foliar con Palmira) y T14 (Sin fertilización foliar con Guaranga) ambos con 2,04%, tratamientos que tuvieron menos cantidad de contenido de grasa en la combinación de los sistemas de fertilización y las variedades de cebada.

Mediante los resultados se puede inferir de acuerdo a la diferencia de los tratamientos que los sistemas de fertilización aplicados dentro de este ensayo dependieron de las variedades de cebada.

Las diferencias encontradas entre tratamientos pueden estar primeramente basadas en el contenido de mecanismos estructurales de la espiga, los cuales favorecerían a diluir un poco el contenido de grasa en los granos. La época en que se ejecute la siembra es un factor que debe también ser considerado (Shewry, 1992).

La respuesta dentro y entre en referencia al análisis de proteína (APro) fue no significativa (N/S), reflejando un rango entre 12,59% (Cuadro N° 7).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se estableció un solo rango de significancia, sin embargo, refleja numéricamente alto porcentaje en los tratamientos T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con 13,30% seguido de los tratamientos T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) con 13,00%; T13 (Sin fertilización foliar con Andreia) con 12,00%; y

T2 (Calcio boro con Alpha) con 12,90%, datos que demuestra la influencia del genotipo en la variedad Alpha. Mientras que los tratamientos con menos porcentaje se dieron en T1 (Calcio boro con Palmira) con 11,80%; T10 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Cañicapa) con 12,20% y T11 (Sin fertilización foliar con Palmira) con 12,20% (Cuadro N° 7 y Gráfico 21).

En análisis de proteína en el grano de cebada los promedios más elevados fueron registrados en la variedad Alpha en los 3 sistemas de fertilización que se usaron dentro de esta investigación con 13,25%, mismos que son características necesarias de la materia prima en la industria cervecera. De la misma forma estos resultados confirman la fuerte interacción de las variedades en los sistemas de fertilización.

La industria cervecera demanda que una variedad de cebada presenta una serie de características en el grano. Sin embargo, una de las más significativas resulta ser el contenido de proteína, mismo que debe constar entre el 10 al 12%. Valores superiores o inferiores a este rango representan que el grano ya no es adecuado para producir cerveza de calidad. El contenido de proteína en el grano, es una característica varietal, y además depende del manejo agronómico en cuanto a las variedades, sistemas de fertilización y la interacción con el ambiente (Monar, C. 2019).

4.4. Coeficiente de variación (CV)

El coeficiente de variación (CV), es un índice estadístico que mide la variabilidad, la validez y estabilidad de los resultados e inferencias y es expresado en porcentaje. Las variables que están bajo el control del investigador el CV, no debe sobrepasar el 20% y variables que dependen únicamente de la genética y del medio ambiente puede exceder este valor (Espinoza, K. 2023 entrevista personal).

En la respuesta productiva de cinco variedades de cebada a la aplicación de dos sistemas de fertilización foliar, en ciertos componentes de rendimiento se obtuvieron coeficientes de variación que fueron superiores al 20% como son: acame de tallo (71,15%), acame de raíz (117,04%) y grano quebrado (42,91%); no obstante en la validación de datos se evidencio que estos fueron registrados de manera correcta y el efecto se produce debido a que estos componentes no están al 100% bajo el control del investigador y depende presencias de fuertes viento, proceso de trilla y respuesta del genotipo de las variedades al manejo agronómico y condiciones agroclimáticas que se presentaron en el desarrollo del cultivo.

En tanto, los resultados presentados estadísticamente en esta investigación, son admitidos para la zona agroecológica de Laguacoto III.

4.5. Análisis de correlación y regresión lineal

Cuadro N° 8 Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (componentes agronómicos) que presentaron relación significativa positiva o negativa con el rendimiento (variable dependiente).

Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente regresión (b)	Coeficiente de determinación (R² %)
PEC (**)	0,3966	33.6555	16
PMC (**)	0,3983	21.2974	16
AP (**)	-0,4882	-20.0707	24
LE (**)	-0,5559	-265.215	31
AT (*)	-0,5689	-120.556	32
AR (*)	-0,5114	-135.691	26
HG (**)	0,2038	99.0951	41
PH (**)	0,2524	67.7664	6
Kg/p (**)	0,8916	733.185	79

4.5.1. Coeficiente de correlación

En el presente ensayo se presentó correlación altamente significativa ($\alpha \leq 0.01$) para las variables porcentaje de emergencia en el campo, número de plantas por metro cuadrado, altura de planta, longitud de espiga, acame de tallo, acame de raíz, porcentaje de humedad del grano, peso hectolítrico y rendimiento total kg/parcela.

El componente de rendimiento altura de planta, longitud de espiga, acame de tallo y acame de raíz; presentan correlación negativa (Cuadro N° 8).

Las variables independientes que presentaron correlación positiva con el rendimiento en kg/ha de cebada fueron: porcentaje de emergencia en el

campo, número de plantas por metro cuadrado, porcentaje de humedad del grano, peso hectolítrico y rendimiento total kg/parcela.

4.5.2. Coeficiente de regresión

En este ensayo las variables independientes que ampliaron el rendimiento de manera significativa fueron: porcentaje de emergencia en el campo, número de plantas por metro cuadrado, porcentaje de humedad del grano, peso hectolítrico y rendimiento total kg/parcela; lo que quiere decir valores más elevados de estas variables, significo un alto rendimiento de cebada.

Las variables que incidieron a la disminuyeron el rendimiento fueron: altura de planta, longitud de espiga, acame de tallo y acame de raíz (Cuadro N° 8).

4.5.3. Coeficiente de determinación

En la presente investigación, los componentes más importantes que permitieron el incremento del rendimiento fueron porcentaje de emergencia en el campo (16%), número de plantas por metro cuadrado (16%), porcentaje de humedad del grano (41%), peso hectolítrico (6%) y rendimiento total kg/parcela (79%). De modo que los componentes que redujeron el rendimiento fueron altura de planta (24%), longitud de espiga (31%), acame de tallo (32%) y acame de raíz (26%) (Cuadro N° 8).

El 16% del incremento del rendimiento de cebada, se debió a promedios altos en la variable porcentaje de emergencia en el campo (Cuadro N° 8 y Gráfico N° 22).

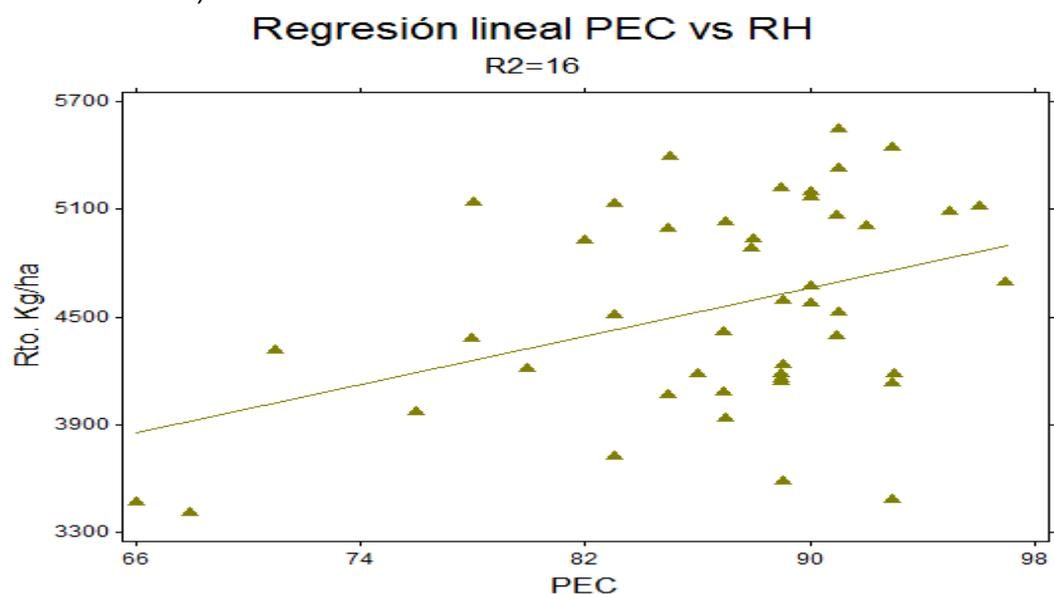


Gráfico N° 22 Regresión lineal entre porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y el rendimiento en kg/ha.

El 16% del aumento del rendimiento de la cebada, fue por medio de los valores altos en número de plantas por metro cuadrado (Cuadro N° 8 y Gráfico N° 23).

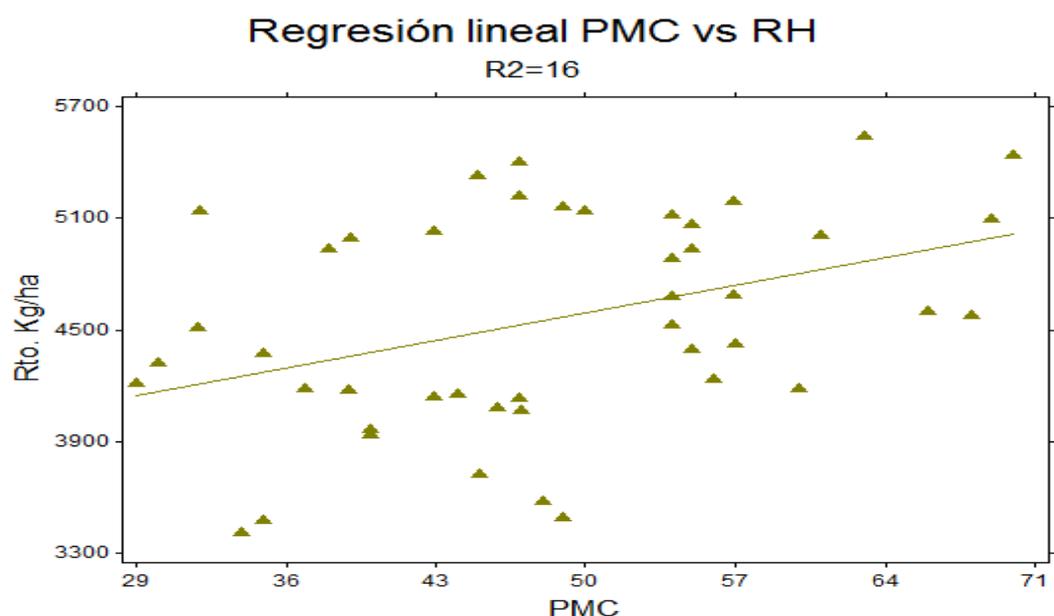


Gráfico N° 23 Regresión lineal entre número de plantas por metro cuadrado (PMC) y el rendimiento en kg/ha.

El 24% de la reducción del rendimiento de cebada, fue motivo de los promedios evaluados en la variable altura de planta (Cuadro N° 8 y Gráfico N° 24).

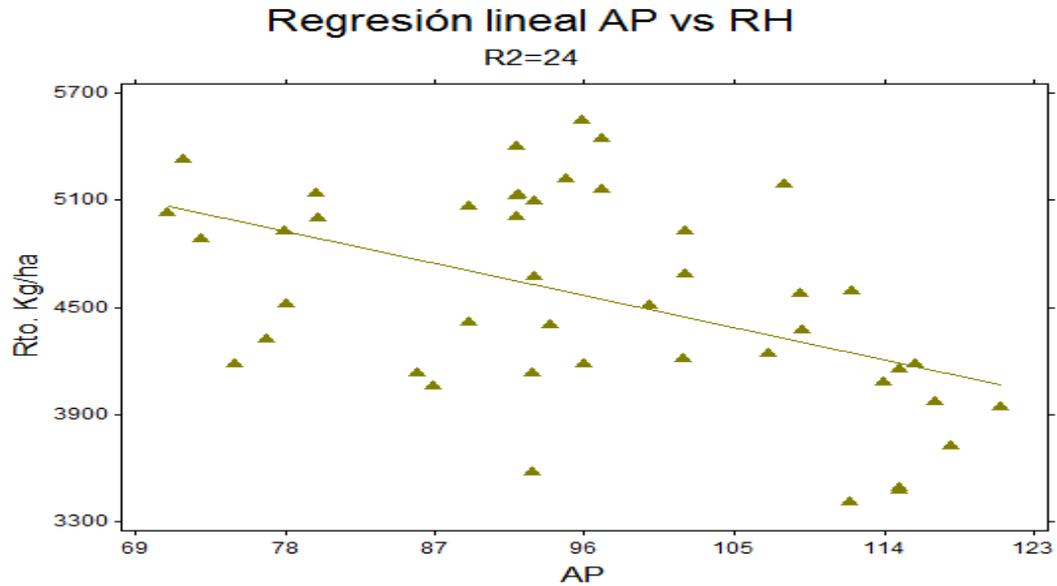


Gráfico N° 24 Regresión lineal entre altura de planta (AP) y el rendimiento en kg/ha.

El 31% de la disminución del rendimiento de cebada, fue debido a los promedios elevados en la variable longitud de espiga (Cuadro N° 8 y Gráfico N° 25)

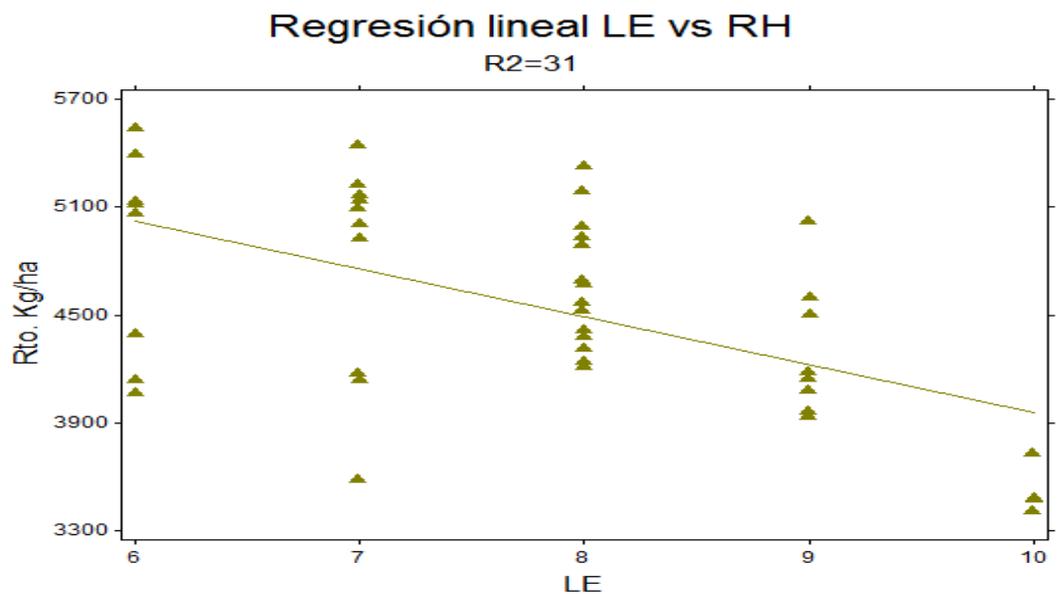


Gráfico N° 25 Regresión lineal entre longitud de espiga (LE) y el rendimiento en kg/ha.

El 32% de la reducción del rendimiento de cebada, se debió a los valores promedios de la variable acame de tallo (AT) (Cuadro N° 8 y Gráfico N° 26).

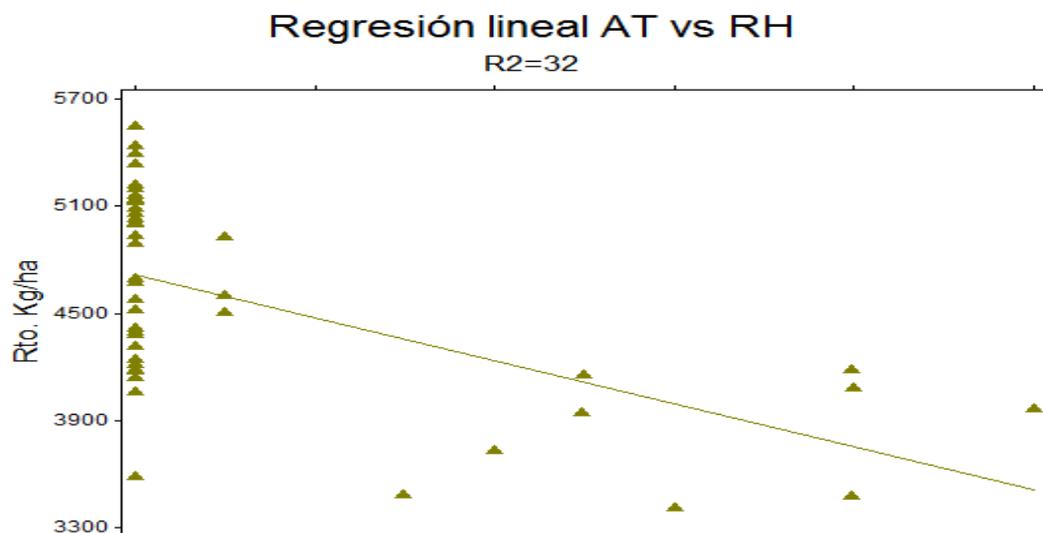


Gráfico N° 26 Regresión lineal entre acame de tallo (AT) y el rendimiento en kg/ha.

El 26% de la disminución del rendimiento de cebada, fue a causa de los valores promedios de la variable acame de raíz (Cuadro N° 8 y Gráfico N° 27)

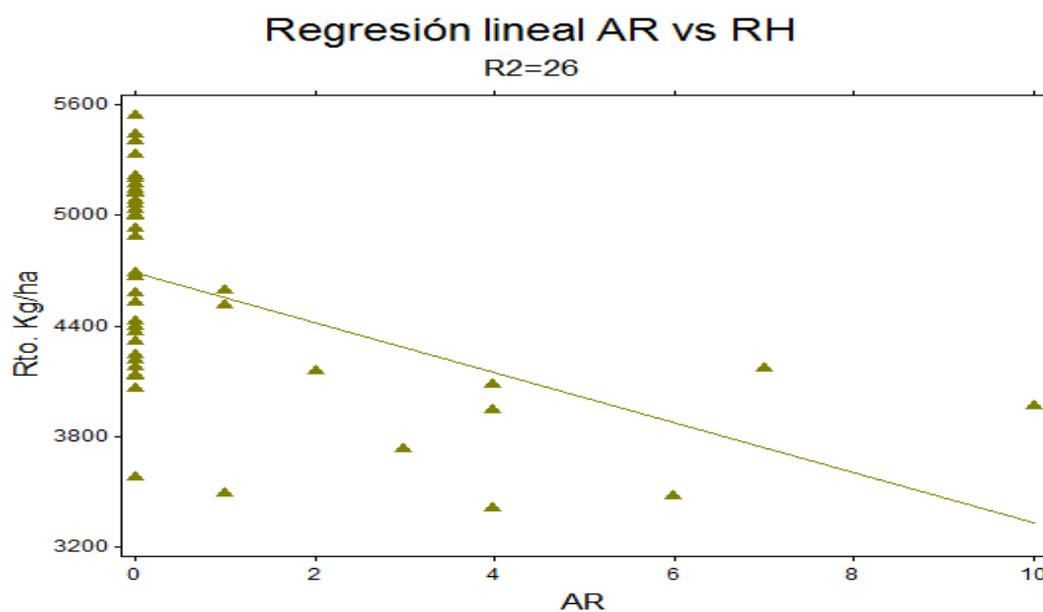


Gráfico N° 27 Regresión lineal entre acame de raíz (AR) y el rendimiento en kg/ha.

El 41% de aumento al rendimiento de cebada, fue gracias a los valores promedios, de la variable porcentaje de humedad del grano (Cuadro N° 8 y Gráfico N° 28)

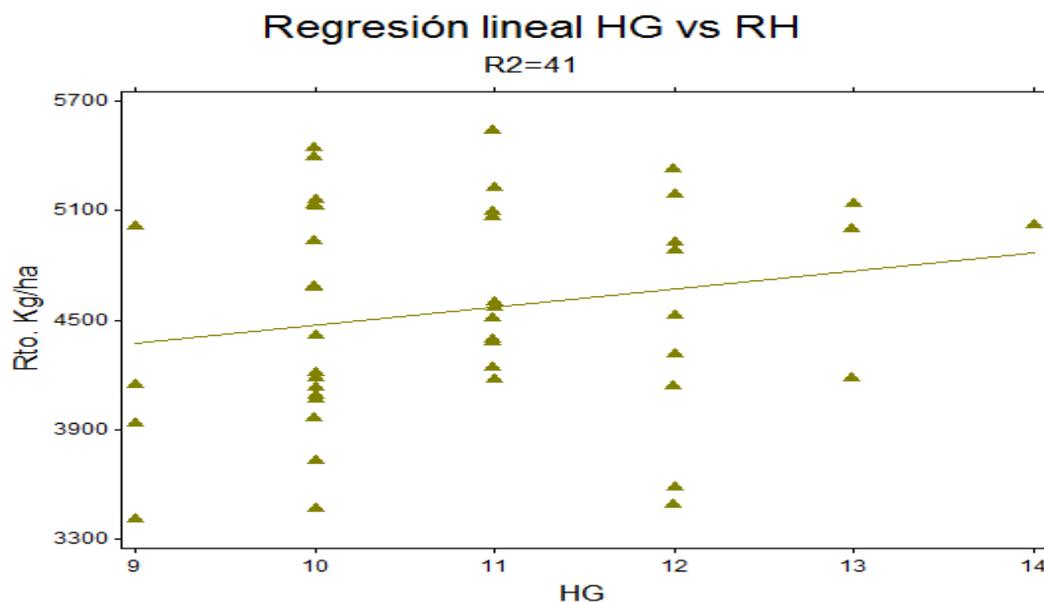


Gráfico N° 28 Regresión lineal entre porcentaje de humedad del grano (HG) y el rendimiento en kg/ha.

El 6% del incremento del rendimiento de la cebada fue debido a los valores promedios elevador del peso hectolítrico (Cuadro N° 8 y Gráfico N° 29)

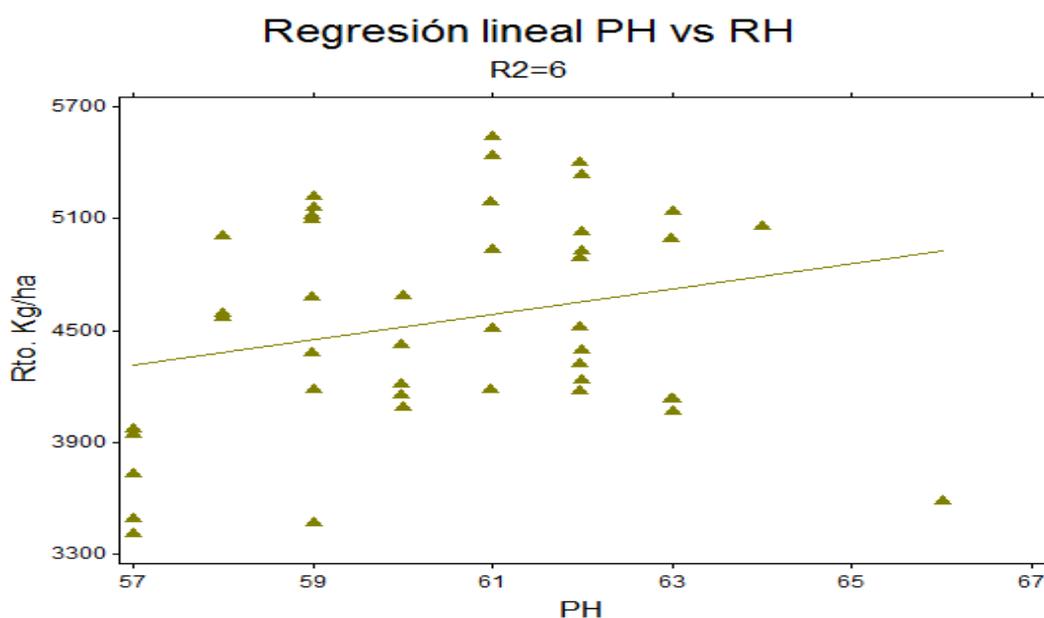


Gráfico N° 29 Regresión lineal entre peso hectolítrico (PH) y el rendimiento en kg/ha.

El 79% del incremento del rendimiento de cebada, fue gracias a los promedios elevados del rendimiento total por parcela (Cuadro N° 8 y Gráfico N° 29)

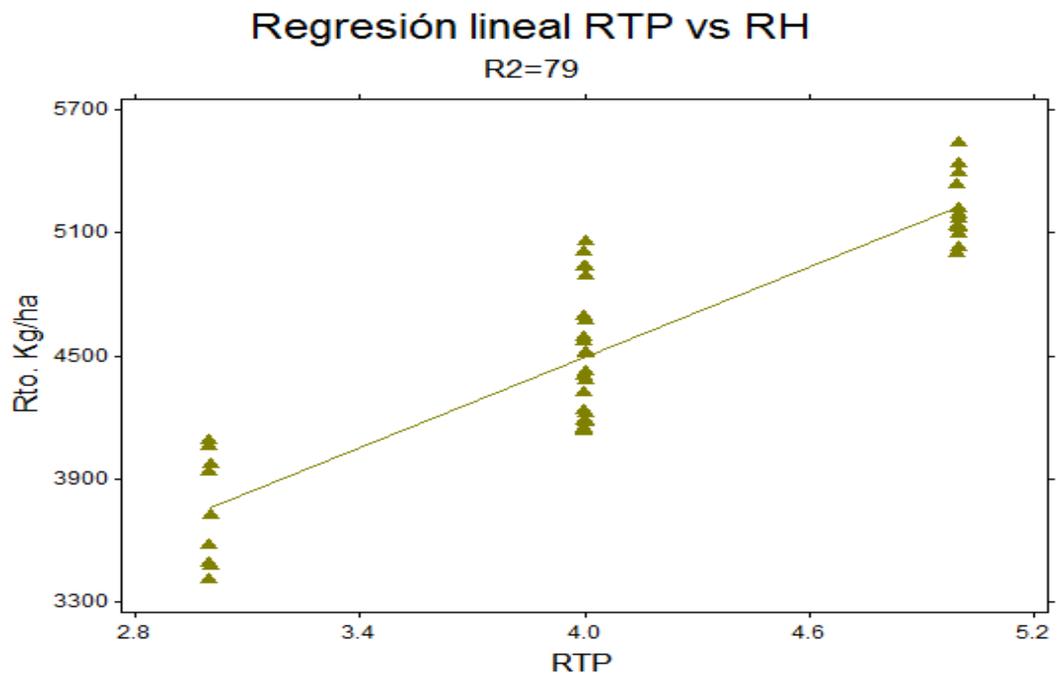


Gráfico N° 30 Regresión lineal entre peso total por parcela (PTP) y el rendimiento en kg/ha.

4.6. Análisis económico de costo beneficio

Cuadro N° 9 Costo producción de cinco variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.)

Concepto	Tratamientos														
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
Rendimiento Promedio en Kg/ha	5.199,70	4.705,00	4.798,70	4.369,70	3.617,70	4.128,00	5.361,70	5.122,70	4.912,70	4.092,30	4.041,70	5.172,00	4.532,30	4.504,00	3.769,30
Ingreso Bruto	2.599,85	2.352,50	2.399,35	2.184,85	1.808,85	2.064,00	2.680,85	2.561,35	2.456,35	2.046,15	2.020,85	2.586,00	2.266,15	2.252,00	1.884,65
A. COSTOS VARIABLES	\$ 1.462,49	\$ 1.433,25	\$ 1.414,94	\$ 1.412,99	\$ 1.367,89	\$ 1.404,40	\$ 1.478,59	\$ 1.498,14	\$ 1.451,64	\$ 1.402,62	\$ 1.382,09	\$ 1.449,60	\$ 1.411,62	\$ 1.410,20	\$ 1.365,47
1. Preparación del Suelo:															
Arada y rastra	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00	\$ 175,00
2. Siembra:															
Semilla de cebada	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00
Fertilizantes: 18-46-00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00	\$ 255,00
Sulpomag	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 100,00
Urea	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00	\$ 156,00
Mano de obra siembra fertilización y tape	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00
3. Labores Culturales:															
Calcio boro	\$ 11,00	\$ 11,00	\$ 11,00	\$ 11,00	\$ 11,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Acido húmico	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 17,00	\$ 17,00	\$ 17,00	\$ 17,00	\$ 17,00	\$ 17,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Control de enfermedades (Tilt)	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00	\$ 14,00
Aplicación de insumos	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00
4. Cosecha:															
Corte	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00
Trilla (2,00 x qq)	\$ 207,99	\$ 188,20	\$ 191,95	\$ 174,79	\$ 144,71	\$ 165,12	\$ 214,47	\$ 204,91	\$ 196,51	\$ 163,69	\$ 161,67	\$ 206,88	\$ 181,29	\$ 180,16	\$ 150,77
Sacos	\$ 52,00	\$ 47,05	\$ 47,99	\$ 43,70	\$ 36,18	\$ 41,28	\$ 53,62	\$ 51,23	\$ 49,13	\$ 40,92	\$ 40,42	\$ 51,72	\$ 45,32	\$ 45,04	\$ 37,69
Piolas	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50
Transporte cebada	\$ 51,50	\$ 47,00	\$ 24,00	\$ 43,50	\$ 36,00	\$ 41,00	\$ 53,50	\$ 85,00	\$ 49,00	\$ 41,00	\$ 40,00	\$ 51,00	\$ 45,00	\$ 45,00	\$ 37,00
B. COSTOS FIJOS	\$ 330,00														
Arriendo de terreno	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00
10% del interés al capital circulante	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00
COSTO TOTAL (A + B)	\$ 1.792,49	\$ 1.763,25	\$ 1.744,94	\$ 1.742,99	\$ 1.697,89	\$ 1.734,40	\$ 1.808,59	\$ 1.828,14	\$ 1.781,64	\$ 1.732,62	\$ 1.712,09	\$ 1.779,60	\$ 1.741,62	\$ 1.740,20	\$ 1.695,47
INGRESO NETO	\$ 807,37	\$ 589,25	\$ 654,42	\$ 441,87	\$ 110,97	\$ 329,60	\$ 872,27	\$ 733,22	\$ 674,72	\$ 313,54	\$ 308,77	\$ 806,40	\$ 524,54	\$ 511,80	\$ 189,19
Relación Ingreso Costo R/C	\$ 1,45	\$ 1,33	\$ 1,38	\$ 1,25	\$ 1,07	\$ 1,19	\$ 1,48	\$ 1,40	\$ 1,38	\$ 1,18	\$ 1,18	\$ 1,45	\$ 1,30	\$ 1,29	\$ 1,11
Relación Beneficio Costo RB/C	\$ 0,45	\$ 0,33	\$ 0,38	\$ 0,25	\$ 0,07	\$ 0,19	\$ 0,48	\$ 0,40	\$ 0,38	\$ 0,18	\$ 0,18	\$ 0,45	\$ 0,30	\$ 0,29	\$ 0,11

4.6.1. Relación costo-beneficio

La relación beneficio costo de una actividad productiva reside en evaluar la eficiencia económica de los recursos utilizados y manifestar la cantidad de dinero que retorna por cada unidad monetaria invertida durante un periodo explícito. La RB/C es una razón que indica el retorno en dinero derivado por cada unidad monetaria invertida.

Para ejecutar el cálculo del beneficio bruto (\$/ha), se ajustó el rendimiento de campo de cebada en un 10% (Perrin, et al, 2002), porque no es lo mismo operar una parcela experimental de pequeña superficie en comparación a una hectárea.

Para realizar el análisis económico dentro de esta investigación se consideró el valor de la semilla, proceso de trilla, sacos, transportes, fertilizantes, rendimiento en kg/ha, valor de la cebada en el mercado (\$0,5 kg) y transporte.

El beneficio neto (\$/ha) superior tomando en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento, se reflejan en T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con \$ 872,27/ha, seguido del tratamiento T1 (Calcio boro con Palmira) y T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) ambos con \$ 807,37/ha, lo que indica que el agricultor de cebada por cada dólar invertido tiene una ganancia de \$0,48 y \$0,45 centavos de dólar respectivamente. El menos beneficio neto correspondió a los tratamientos T5 (Calcio boro con Cañicapa) con \$ 110,97/ha y T15 (Sin fertilización foliar con Guaranga) con \$ 189,19/ha registrado una ganancia de \$ 0,07 y \$ 0,11 por cada dólar invertido (Cuadro N° 9).

Mediante estos resultados estadísticos y proyección económica la mejor opción para los agricultores de cebada es la variedad de Alpha con sistema de fertilización a base de Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12.

4.7. Comprobación de hipótesis

La hipótesis alterna planteada en esta investigación fue: La respuesta productiva del cultivo de cebada, depende de la variedad, el sistema de fertilización foliar y su interacción genotipo ambiente.

Mediante los resultados estadísticos presentados hay suficiente evidencia con 99% de seguridad, los componentes más significativos en esta diferencia estadística fue la respuesta agronómica de las variedades de cebada en los sistemas de fertilización para la mayoría de los componentes de rendimiento, así para la interacción AxB y de acuerdo a las pruebas de Fisher y Tukey se acepta la hipótesis alterna, rechazando la hipótesis nula.

4.8. Conclusiones

De acuerdo a los principales resultados, agronómicos, estadísticos y económicos, se exponen las siguientes conclusiones

- La respuesta agronómica de las cinco variedades de cebada en tres sistemas de fertilización, evaluados en la zona agroecológica de Lagucoto III presentó diferencias estadísticas significativas.
- En los descriptores morfológicos el 60,00% de las variedades evaluadas fueron de crecimiento erecto, el 80,00% resistente al desgrane de la espiga, todos los granos presentaron color crema (amarillo claro) y el 80,00% presento hileras dísticas (dos hileras).
- Los rendimientos agronómicos promedios más elevados fueron en las variedades B2 (Alpha) con 5079,6 kg/ha y B3 (Andreia) con 4817,9 kg/ha.
- La respuesta del factor A: sistemas de fertilización en cuanto al rendimiento fue diferente, sin embargo, el promedio superior fue A2 (Ácido húmico + fitohormonas + vitamina B12) con 4723,5 kg/ha y A1 (Calcio boro) con 4538,1 kg/ha.
- En la interacción de sistemas de fertilización por variedades de cebada (AxB), presentó diferencias altamente significativas, los rendimientos promedios más elevados fueron registrados en los tratamientos T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con una producción de 5361,7 kg/ha y T1 (Calcio boro + Palmira con 5199,7 kg/ha.
- En lo que corresponde el análisis de proteína se determinó alto porcentaje en los tratamientos: T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con 13,25%, T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) con 13,00% y T13 (Sin fertilización foliar con Andreia) con 12,98 y T2 (Calcio boro con Alpha) con 12,88%.

- Las variables que incidieron en el incremento del rendimiento de cebada fueron: porcentaje de emergencia en el campo (16%), número de plantas por metro cuadrado (16%), porcentaje de humedad del grano (41%), peso hectolítrico (6%) y rendimiento total kg/parcela (79%). Mientras que las variables que redujeron el rendimiento de cebada fueron: altura de planta (24%), longitud de espiga (31%), acame de tallo (32%) y acame de raíz (26%).
- Económicamente las mejores opciones tecnológicas para el cultivo de cebada se presentaron en los tratamientos: T7 (Ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 con Alpha) con \$ 872,27/ha, seguido del tratamiento T1 (Calcio boro con Palmira) y T12 (Sin fertilización foliar con Alpha) ambos con \$ 807,37/ha, lo que indica que el agricultor de cebada por cada dólar invertido tiene una ganancia de \$0,48 y \$0,45 centavos de dólar respectivamente.

4.9. Recomendaciones

En base a las conclusiones presentadas, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Para la zona agroecológica de Laguacoto III, se recomienda la variedad Alpha en sistema de fertilización complementaria a base de ácido húmico + fitohormona + vitamina B12 aplicado de forma fraccionada en 2 aplicaciones.
- Validar los componentes tecnológicos: sistemas de fertilización y variedades, en otras zonas agroecológicas favorables para el cultivo de cebada en la provincia Bolívar como Guanujo; Simiatug; Yagui y Chillanes.
- A la Universidad Estatal de Bolívar mediante el Programa de Semillas, continuar con el proceso de producir semillas certificada de las variedades INIAP, Palmira, Alpha y Andreia.
- Continuar con la transferencia de tecnología a los beneficiarios mediante las alianzas estratégicas con instituciones como INIAP, MAG, Maquita, Gobiernos Parroquiales y Organización de productores con enfoque de Cadena de Valor de la Cebada (CVC).
- A través de la carrera de Agroindustria de la Facultad de Ciencias Agropecuaria Recursos Naturales y del Ambiente, dar valor agregado mediante la elaboración de productos y sub productos derivados de la cebada, como harina (machina) galletas, pinol, arroz de cebada y cerveza artesanal.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOR. (2017). Características de la cebada. Obtenido de http://www.cooperativaacor.com/extra/descargas/des_12/PUBLICACIONES/Otros-cultivos-II/3-CI-2.pdf
- Agencia Iberoamericana para la Difusión de Ciencia y Tecnología - DCYT. (2022). El INIAP desarrolla una nueva variedad de cebada tolerante a condiciones adversas como la sequía. Obtenido de <https://www.dicyt.com/noticias/el-iniap-desarrolla-una-nueva-variedad-de-cebada-tolerante-a-condiciones-adversas-como-la-sequia>
- Agrizon. (2022). Evergreen 0.5 lt. Obtenido de <https://www.e-agrizon.com/producto/evergreen-0-5-lt-fertilizante-foliar-regulador-de-crecimiento/>
- AgroIntegra. (2017). Guías Protección Integrada cebada. Obtenido de https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_CEBADA.pdf
- Aldabaga, G. (2018). Identificación de líneas mutantes de cebada (*Hordeum vulgare*. L) con valor agronómico y calidad en una población ms de las variedades una –la molina 96 desarrollada con irradiación gamma. Perú.
- Allán, Á., & Quinatoa, C. (2020). caracterización morfoagronómica de 144 accesiones de cebada (*hordeum vulgare* l.) en la granja experimental Laguacoto III Cantón Guaranda, Provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- BASF. (2020). Roya Parda. Obtenido de <https://www.agro.basf.es/es/Servicios/Gu%C3%ADa-de-plagas/Enfermedades-f%C3%BAngicas/Enfermedad-hoja/Roya-Parda/>
- Bernardi, L. (2019). Informe "Perfil de la Cebada". Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Obtenido de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/hordeum-vulgare-var-vulgare>

- Buechel, T. (2021). Rol del calcio en el cultivo de plantas. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-calcio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Calvo, A. (2021). Fertilizantes químicos: ventajas y desventajas. Obtenido de <https://blog.jacto.com.ar/fertilizantes-quimicos/>
- Cebada Cervezera. (2019). Andreia sigue siendo la variedad predominante de cebada. Obtenido de <http://cebadacervezera.com.ar/andreia-sigue-siendo-la-variedad-predominante-de-cebada/>
- CIMMYT. (2020). El nitrógeno en la agricultura. Obtenido de <https://www.cimmyt.org/es/noticias/el-nitrogeno-en-la-agricultura/>
- CRODA. (2018). Micronutrientes (nutrición vegetal). Obtenido de <https://www.crodacropcare.com/es-mx/market-areas/micronutrients>
- Dughetti, A. (2020). “Áfidos” o Pulgones los temibles enemigos del trigo y los cereales. Obtenido de CropLife Latin America: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/pulgon-de-la-espiga>
- Falconi et al. (2020). Guía para la producción artesanal de semillas de calidad. Quito, Ecuador: INIAP.
- Falconí, E. (2014). INIAP Palmira 2014. Nueva variedad de cebada, tolerante a la sequía. Quito, Ecuador: Estación Experimental Santa Catalina.
- FAO. (2017). Almacenamiento de los granos. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x5027s/x5027S03.htm#:~:text=Para%20un%20per%C3%ADodo%20largo%20de,temperatura%20del%20grano%20sea%20baja>
- FAO. (2018). 4. COSTOS DE PRODUCCION. Obtenido de <https://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm>
- FERTIBERIA. (2006). Nutrientes y fertilizantes\Nutrientes secundarios y microelementos. Obtenido de http://acm.fertiberia.es/ACM_upload/139SVO3462006.pdf

- Fertibox. (2019). Macronutrientes del suelo. Obtenido de <https://www.fertibox.net/single-post/macronutrientes-del-suelo>
- Fiat. (2019). La cebada cereal antiguo con muchos usos y beneficios. Obtenido de <https://www.fiatc.es/blog/post/cebada-tipos-propiedades-usos#:~:text=e%20ceb%20La%20cebada%20pertenece,omega%206%20y%20omega%209.>
- García, F. (2018). Cultivo de cebada. Obtenido de <https://www.monografias.com/docs/La-Germinaci%C3%B3n-De-La-Cebada-En-El-Malteado-FKD8BAVPJDU2Z>
- Gonzales, H. (2019). Control químico de nematodos. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/37322/NR01190.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, L. (2021). Áfidos vectores del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) en cultivo de trigo en el Paraguay. Investigación Agraria. Obtenido de [http://portal.amelica.org/ameli/journal/312/3122353005/html/#:~:text=.%2C%202015\).-,%20El%20Barley%20yellow%20dwarf%20virus%20o%20Virus%20del%20Enanismo%20Amarillo,de%20rendimiento%20de%20las%20variedades.](http://portal.amelica.org/ameli/journal/312/3122353005/html/#:~:text=.%2C%202015).-,%20El%20Barley%20yellow%20dwarf%20virus%20o%20Virus%20del%20Enanismo%20Amarillo,de%20rendimiento%20de%20las%20variedades.)
- Gualotuña, E. (2017). Los fertilizantes (en línea). www.infoagro.com.
- Guerra, J. (2008). Efecto de biofertilizantes y abonos orgánicos en la producción de fresa. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3616/EFFECTOBIOFERTILIZANTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, A. (2019). Cultivos herbáceos extensivos (Cuarta edición ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- InfoAgro. (2018). EL CULTIVO DE LA CEBADA (1ª parte). Obtenido de <https://infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm>
- InfoAgro. (2019). EL CULTIVO DE LA CEBADA (2ª parte). Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada2.htm#:~:text=>

%2DCARB%C3%93N%20DESNUDO%20(Ustilago%20nuda),los%
20granos%20en%20la%20espiga.

- INIAP. (2000). INIAP Atahualpa 92. Variedad de cebada de grano desnudo. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2563/1/iniapscpl127.pdf>
- INIAP. (2017). Guia práctica para los productores. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1106/1/404.PDF>
- INIAP. (2018). Cebada. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rcebada#:~:text=Altitud%3A%202400%20a%203400%20msnm,%2C%20profundo%2C%20con%20buen%20drenaje.>
- INIAP. (2022). Cebada INIAP Cañicapa. Obtenido de Agroscopio: <https://agroscopio.com/producto/cebada-iniap-canicapa/>
- INIAP. (2022). Cebada INIAP Guaranga. Obtenido de Agroscopio: <https://agroscopio.com/producto/cebada-iniap-guaranga/>
- INIAP. (2022). Cebada INIAP Pacha. Obtenido de Agroscopio: <https://agroscopio.com/producto/cebada-iniap-pacha/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador - INEC. (2017). Sistema agroalimentario de la cebada. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Cebada.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. (2019). Informe final proyecto de investigación y producción de semillas. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - INIFAP. (2017). Guía para cultivar cebada. INIAP.
- INTA. (2018). Pulgones. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/53-pulgones_que_atacan_trigo.pdf
- INTA. (2019). Manual de Buenas Prácticas de Poscosecha de granos. Obtenido de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/hordeum-vulgare-var-vulgare>

- Intagri. (2019). Manejo Integrado del la larva de insecto. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-la-gallina-ciega>
- INTIA. (2019). Enfermedades Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV). Obtenido de <https://www.navarraagraria.com/categories/item/809-virus-del-enanismo-amarillo-de-la-cebada-bydv>
- Itga. (2017). Cereales – Nematodo de la espiga o nematodo de las agallas del trigo. Protección de Cultivos. Obtenido de http://www.nolaboreo.es/fotosbd/110614_ITG_Nematodos_Espigas%20Blancas.pdf
- K+S. (2019). Fosforo. Obtenido de http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/phosphorus.html#:~:text=Funciones%20del%20f%C3%B3sforo%20en%20la%20planta&text=Participa%20en%20los%20procesos%20de,y%20m acollamiento%20de%20los%20cultivos.
- Koppert. (2021). Carbón desnudo en cebada. Obtenido de <https://www.koppert.es/retos/control-de-las-enfermedades/carbon-desnudo-en-cebada/>
- Kyrkby, E. y. (2016). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/MicronutrientesenlaFisiologia>
- La Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas - FENALCE. (2017). *Hordeum vulgare L. (Cebada)*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Lema et al. (2017). Producción de cebada (*Hordeum vulgare L.*) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. SciELO. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637007.pdf>
- León, D. (2018). Evaluación del rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradición de Cebada (*Hordeum vulgare L.*).

- López, J. (2021). La función del zinc en el cultivo de plantas. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-zinc-en-el-cultivo-de-plantas/#:~:text=El%20zinc%20o%20cinc%20activa,a%20resistir%20las%20bajas%20temperaturas>.
- Lopez, L. (2013). Nutrientes secundarios en los cereales de invierno: trigo y cebada. Obtenido de <https://boletinagrario.com/f781,nutrientes-secundarios-cereales-invierno-trigo-cebada.html>
- Manzano, C (2022) Comparación de rendimiento en seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare*), forrajera y maltera, con dos densidades de siembra, aplicado a la industria cervecera, en la localidad de Laguacoto II, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Obtenido de: <https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4227/1/TESIS%20CAROLINA.pdf>
- Monar, C. (2019). Entrevista personal sobre el cultivo de cebada. Guaranda, Ecuador.
- Monar, C. (2015). Informe final proyecto de investigación y producción de semillas. Guaranda, Bolivar.
- Pereyra, S. (2019). Control químico de las enfermedades de la cebada. Obtenido de https://www.eeagrodelSur.cl/docs/La_Rincosporiosis_o_Escaldadura_de_la_hoja_de_la_Cebada.pdf
- Pérez, A. (2017). Origin, botany, culture, winterhardiness, genetics, utilization, pests. Obtenido de http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada/tallo.htm
- Phytoma. (2017). Cebada: plagas y enfermedades (marzo 2017). Obtenido de <https://www.phytoma.com/sanidad-vegetal/avisos-de-plagas/cebada-plagas-y-enfermedades-marzo-2017>
- Ponce et al. (2020). La cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Desktop/Tesis%20cebada/Manual%20116%20La%20cebada.pdf>

- Ponce, et al. (2020). La cebada (*Hordeum vulgare* L.). Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana (Primera edición ed.). Quito, Ecuador: INIAP, Programa de Cereales, Estación Experimental Santa Catalina.
- Rivadeneida, S. (2017). Producción de grano y forraje. Cultivo de cebada. Limusa Noruega.
- Rivadeneira et al. (2016). INIAP Pacha 2003. Obtenido de <http://bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:41000-2592/Description#tabnav>
- Rivadeneira, M. (2003). INIAP Cañicapa 2003. Primera variedad de cebada con alto contenido de proteína. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2591/1/iniapscpl208.pdf>
- Rivadeneira, M. (2003). INIAP Pacha 2003. Nueva variedad de cebada de dos hileras para el austro Ecuatoriano. Cañar, Ecuador: Estación Experimental Chuquipata. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2592/1/iniapscpl209.pdf>
- Rodriguez, N. (2014). Manejo de fertilizantes con micronutrientes. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/manejo-de-fertilizantes-con-micronutrientes>
- Santoyo, E. (2018). Guía de cultivo de cereales. Mexico. Obtenido de <http://www.alfinal.com/cgi-bin/search.cgi>
- Saravia, A. (2020). Un Enfoque de Sistemas para el Desarrollo Agrícola: En Saravia, La Teoría General de Sistemas y su Aplicación. San José Costa Rica: IICA.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). ¿Qué es y para qué sirve el fertilizante? Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante#:~:text=El%20uso%20de%20fertilizantes%20permite,agr%C3%ADcolas%20obtener%20una%20mayor%20producci%C3%>

B3n.&text=Los%20fertilizantes%20son%20sustancias%20ricas,des
arrollo%20de%

SEIPASA. (2021). El hierro en las plantas: por qué es importante ponerlo a disposición para corregir la clorosis férrica. Obtenido de <https://www.seipasa.com/es/blog/hierro-en-las-plantas-y-correccion-de-la-clorosis-ferrica/#:~:text=El%20hierro%20en%20las%20plantas%20es%20un%20microelemento%20esencial%20para,a%20cabo%20su%20ciclo%20vital.>

Shewry, P. (1992). Genetics, biochemistry, molecular biology and biotechnology. Long Ashton: Department of Agricultural Sciences, University of Bristol.

Suárez, L. (2021). Evaluación del sistema de producción de cebada (*Hordeum vulgares* L.) con prácticas agroforestales de conservación del Suelo en la microcuenca del Río Illangama. Ecuador.

Syngenta. (2017). Cereales. Obtenido de <https://www.syngenta.com.ar/file/10486/download>

Syngenta. (2021). Roya amarilla en cereal. Obtenido de <https://www.syngenta.es/cultivos/cereal/enfermedades/roya-amarilla>

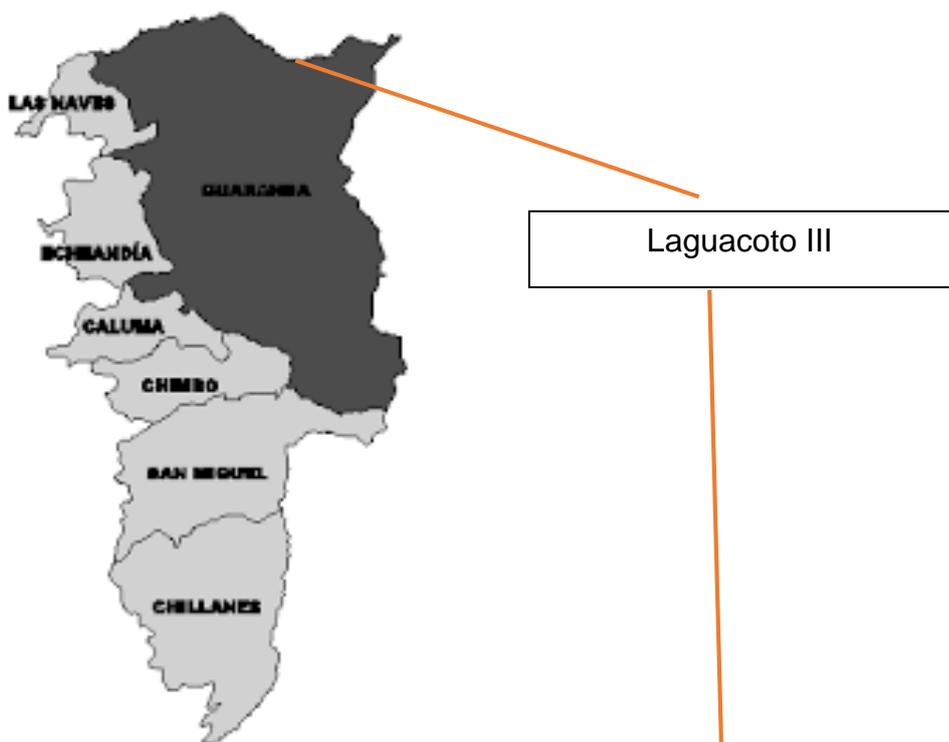
Tecnicoagricola. (18 de 02 de 2013). Obtenido de <https://www.tecnicoagricola.es/principios-generales-de-la-fertilizacion/>

Terralia. (2022). Calcio Boro. Obtenido de https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composicion?book_id=3&composition_id=13335&crop_id=809

Yara. (2022). Función del potasio en la producción de tomate. Obtenido de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/tomate/funcion-del-potasio-en-la-produccion-de-tomate/#:~:text=El%20potasio%20mantiene%20el%20equilibrio,de%20pigmentos%2C%20sobre%20todo%20licopeno.>

ANEXOS

Anexo N° 1 Ubicación de la investigación



Anexo N° 3 Base de datos de cinco variedades de cebada en tres sistemas de fertilización

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28
REP	FA	FB	PEC	PMC	NMP	HC	IRA	IE	IC	DE	AP	LE	AT	AR	DC	GQ	NHE	DE	CG	TG	HG	PH	RTP kg	KG/HA	AG	AF	AP
1	1	1	85	188	3	1	2	0	0	86	92.2	6.6	0	0	120	0.08	2	1	2	11.1	10.9	62.22	5.27	5400	1.24	4.05	9.65
1	1	2	92	244	3	2	1	0	0	85	92	7.8	0	0	130	0.03	6	1	2	10.4	9.5	58.79	4.82	5012.02	2.07	5.85	12
1	1	3	78	128	2	1	1	0	2	77	80.3	7.9	0	0	130	0.02	2	2	2	10.9	13	63.72	5.14	5136.36	1.64	4.7	11.15
1	1	4	80	116	3	1	1	2	0	78	102.7	8.2	0	0	120	0.06	2	1	2	10.9	10.2	60.85	4.09	4222.57	1.6	4.7	11.05
1	1	5	76	160	3	2	1	0	0	75	117.9	9.5	10	10	130	0.05	2	1	2	11.8	10.6	57.61	3.86	3970.22	2.02	5.35	11.8
1	2	1	85	188	3	1	2	0	0	86	87.6	6.8	0	0	120	0.05	2	1	2	10.8	10.6	63.94	3.95	4063.64	1.95	7.25	12.45
1	2	2	93	280	3	2	1	0	0	85	97.1	7.5	0	0	130	0.04	6	1	2	10.5	10.9	61.98	5.32	5446.55	2.11	7.4	12.65
1	2	3	91	180	2	1	1	0	2	77	72.8	8.5	0	0	120	0.03	2	2	2	10.7	12.7	62.08	5.32	5336.52	1.97	7.4	12.45
1	2	4	88	220	3	1	1	2	0	78	102.1	8	1	0	120	0.03	2	1	2	10.9	10	62.66	4.77	4937.3	1.59	5.3	11.4
1	2	5	89	176	3	2	1	0	0	75	115.9	9	5	2	130	0.03	2	1	2	11.5	9.6	60.47	4	4156.32	1.9	6.7	12.15
1	3	1	89	192	3	1	2	0	0	86	93.4	7.3	0	0	120	0.06	2	1	2	11.3	12	66.05	3.55	3586.21	1.75	6.2	11.85
1	3	2	90	196	3	2	1	0	0	85	97.4	7.3	0	0	130	0.08	6	1	2	10.5	10.1	59.5	5	5166.67	2.41	7.9	13.25
1	3	3	91	216	2	1	1	0	2	77	78.8	8.7	0	0	130	0.01	2	2	2	11.9	12.5	62.07	4.5	4525.86	2.13	7.3	12.85
1	3	4	89	224	3	1	1	2	0	78	107.5	8.2	0	0	120	0.05	2	1	2	10.4	11.7	62.35	4.18	4244.31	1.77	6.1	11.8
1	3	5	93	196	3	2	1	0	0	75	115.9	10	3	1	130	0.02	2	1	2	10.9	12.1	57.04	3.45	3490.28	2.25	7.2	12.75
2	1	1	91	220	3	1	2	0	0	86	89.9	6.8	0	0	120	0.04	2	1	2	10.8	11.1	64.77	4.95	5062.75	2.23	7.6	13.25
2	1	2	90	216	3	2	1	0	0	85	93.5	8.8	0	0	130	0.05	6	1	2	10.5	10.5	59.31	4.55	4676.07	2.56	7.6	13.35
2	1		82	152	2	1	1	0	2	77	78.7	7.8	0	0	130	0.06	2	2	2	10.8	12.5	61.06	4.91	4937.3	2.37	5.95	13.45
2	1	4	83	128	3	1	1	2	0	78	100.4	9.6	1	1	120	0.04	2	1	2	10.9	11	61.47	4.41	4510.45	2.14	5.9	13.25
2	1	5	66	140	3	2	1	0	0	75	115.9	10.7	8	6	130	0.04	2	1	2	11.7	10.1	59.18	3.36	3475.76	2.4	5.45	12.5
2	2	1	93	172	3	1	2	0	0	86	93.2	7.8	0	0	120	0.02	2	1	2	10.6	10	63.25	4	4137.93	2.38	6.7	12.85
2	2	2	95	276	3	2	1	0	0	85	93.3	7.8	0	0	130	0.07	6	1	2	10.3	11.4	59.72	5	5091.95	2.61	7.9	13.7
2	2	3	85	156	2	1	1	0	2	77	80.1	8.8	0	0	120	0.01	2	2	2	10.4	13	63.51	5	5000	2.27	6.65	12.75

2	2	4	89	264	3	1	1	2	0	78	112.9	9.1	1	1	120	0.01	2	1	2	11.2	11.9	58.52	4.55	4602.93	2.35	6.65	12.85
2	2	5	86	156	3	2	1	0	0	75	116.9	9.5	8	7	130	0.01	2	1	2	11.4	10.1	59.49	4.05	4180.3	2.26	6.1	12.4
2	3	1	91	220	3	1	2	0	0	86	94.2	6.9	0	0	120	0.05	2	1	2	11.3	11.3	62.59	4.32	4402.56	2.18	6.35	12.4
2	3	2	89	188	3	2	1	0	0	85	95.8	7.6	0	0	130	0.05	6	1	2	10.4	11.5	59.31	5.14	5224.92	2.67	7.4	12.85
2	3	3	93	240	2	1	1	0	2	77	75.9	7.1	0	0	130	0.01	2	2	2	12.1	13	61.11	4.18	4181.82	2.42	6.45	12.9
2	3	4	97	228	3	1	1	2	0	78	102.4	8.2	0	0	120	0.02	2	1	2	10.5	10.2	60.99	4.55	4691.75	2.1	5.45	12.25
2	3	5	87	184	3	2	1	0	0	75	114.2	9.1	8	4	130	0.01	2	1	2	10.8	10.1	60.08	3.95	4086.36	2.35	6.5	12.75
3	1	1	83	200	3	1	2	0	0	86	92.5	6.7	0	0	120	0.06	2	1	2	11.3	10.6	63.92	5	5137.93	2.52	7.25	12.4
3	1	2	87	228	3	2	1	0	0	85	89	8.8	0	0	130	0.02	6	1	2	10.3	10.8	60.8	4.32	4427.38	2.78	7.05	13.3
3	1	3	71	120	2	1	1	0	2	77	77.1	8.2	0	0	130	0.03	2	2	2	10.7	12.9	62.8	4.32	4323.15	2.49	6.1	13.55
3	1	4	78	140	3	1	1	2	0	78	109	8.2	0	0	120	0.06	2	1	2	10.8	11.8	59.47	4.32	4377.74	2.34	7.15	12.95
3	1	5	68	136	3	2	1	0	0	75	112.7	10.7	6	4	130	0.02	2	1	2	11.5	9.4	57.4	3.27	3408.15	2.49	6.9	13.05
3	2	1	89	148	3	1	2	0	0	86	96.4	7.7	0	0	120	0.01	2	1	2	10.5	11	62.27	4.09	4184.95	2.43	7	13.05
3	2	2	91	252	3	2	1	0	0	85	96.7	6.9	0	0	130	0.08	6	1	2	10.6	11.5	61.94	5.45	5548.59	2.6	7.6	13.4
3	2	3	87	172	2	1	1	0	2	77	71.2	9.2	0	0	120	0.05	2	2	2	10.9	14	62.15	5.09	5032.39	2.34	7.1	13
3	2	4	90	228	3	1	1	2	0	78	108.8	8.9	0	0	120	0.02	2	1	2	11.4	12.7	61.8	5.18	5199.69	2.38	7.05	13.05
3	2	5	87	160	3	2	1	0	0	75	121.5	9.6	5	4	130	0.02	2	1	2	11.6	9.1	57.79	3.77	3941.85	2.4	4.4	12
3	3	1	89	188	3	1	2	0	0	86	86	6.7	0	0	120	0.03	2	1	2	11.6	12	63.03	4.09	4137.93	2.19	6	12.45
3	3	2	96	216	3	2	1	0	0	85	92.7	6.9	0	0	130	0.07	6	1	2	10.6	10.8	59.63	5	5126.44	2.85	7.4	12.9
3	3	3	88	216	2	1	1	0	2	77	73.3	8.2	0	0	130	0.02	2	2	2	12.2	12.5	62.89	4.86	4891.59	2.43	7.1	13.2
3	3	4	90	272	3	1	1	2	0	78	109	8.2	0	0	120	0.01	2	1	2	10.6	11.5	58.81	4.5	4577.59	2.27	9.95	13
3	3	5	83	180	3	2	1	0	0	75	118.4	10	4	3	130	0.01	2	1	2	11.2	10.7	57.73	3.64	3732.5	2.77	7.41	12.55

Codificación de variables agronómicas, morfológicas y de calidad.

V1: Repeticiones

V2: Factor A (FA)

V3: Factor B (FB)

V4: Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)

V5: Número de plantas por metro cuadrado (PMC)

V6: Número de macollos por planta (NMP)

V7: Hábito de crecimiento (HC)

V8: Incidencia a roya amarilla (IRA)

V9: Incidencia a escaldadura (IC)

V10: Incidencia a carbón (IC)

V11: Días de espigamiento (DE)

V12: Altura de la planta (AP)

V13: Longitud de la espiga (LE)

V14: Acame de tallo (AT)

V15: Acame de raíz (AR)

V16: Días a la cosecha (DC)

V17: Grano quebrado (GB)

V18: Número de hilera por espigas (NHPE)

V19: Desgrane de la espiga (DE)

V20: Color del grano (CG)

V21: Tamaño de grano (TG)

V22: Porcentaje de humedad del grano (HG)

V23: Peso hectolítrico (PH)

V24: Rendimiento total kg/parcela

V25: Rendimiento total en kg/ha

V26: Análisis de grasa (AG)

V27: Análisis de fibra (AF)

V28: Análisis de proteína (AP)

Anexo N° 4 Manejo del experimento

Preparación del terreno



Siembra



Toma de variables porcentaje de germinación



Número de plantas por metro cuadrado



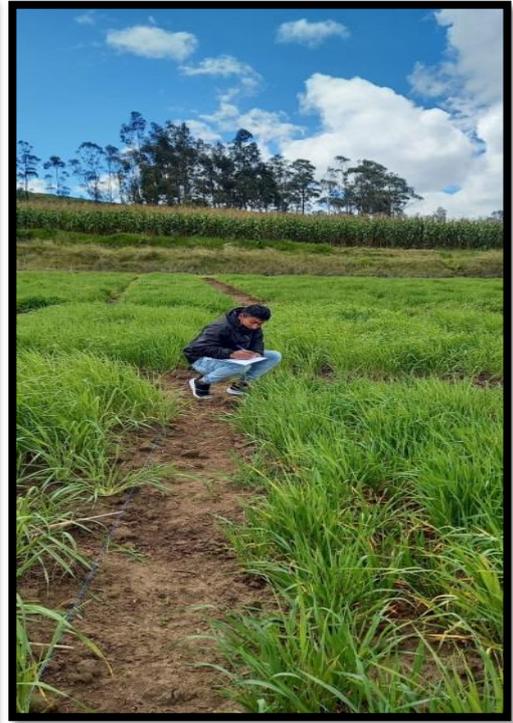
Aplicación de urea



Primera aplicación de calcio boro y ácido húmico



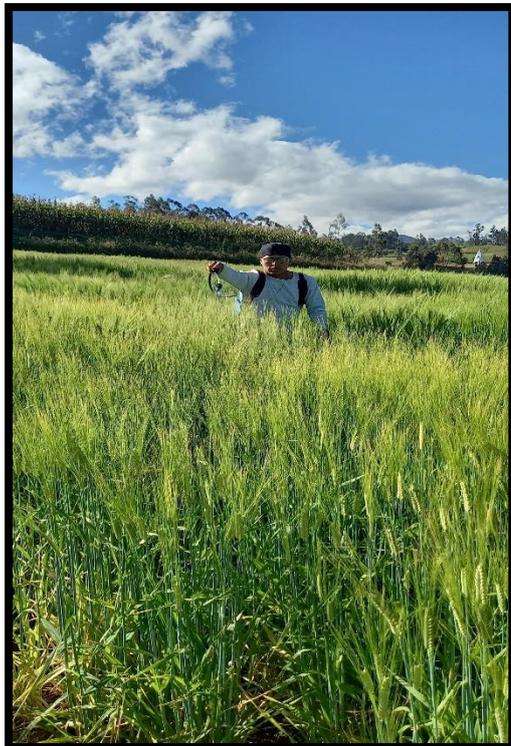
Identificación de enfermedades



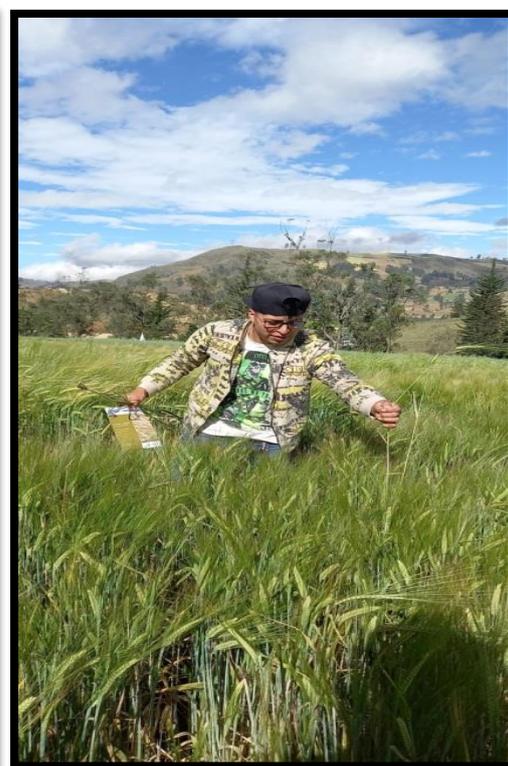
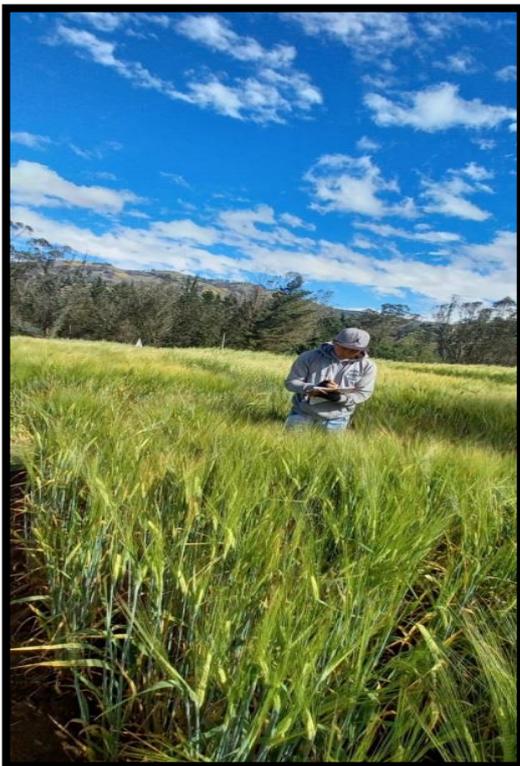
Selección negativa



Segunda aplicación de calcio boro y ácidos húmicos



Ultima identificación de enfermedades



Toma de la variable altura de la planta



Tamaño de la espiga



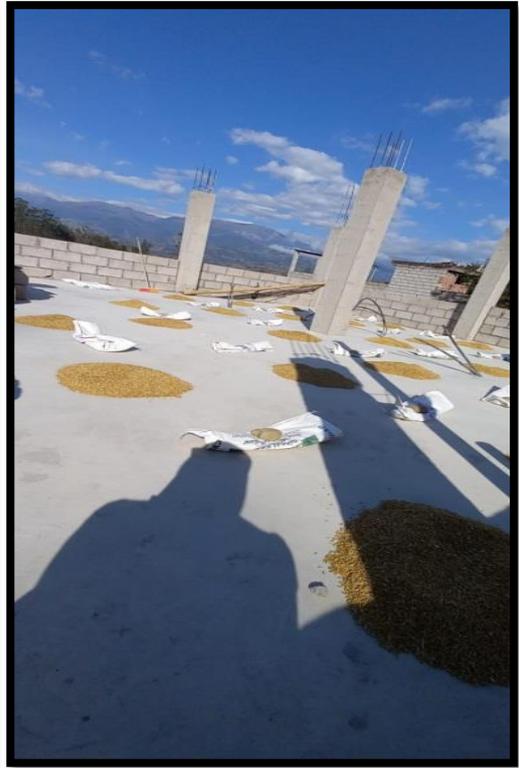
Visita de campo



Cosecha



Secado



Determinación de humedad



Peso por parcela



Peso hectolítrico



Anexo N° 5 Glosario de términos técnicos

Alógama: Las especies alógamas son aquellas que se producen por medio de polinización cruzada, es decir, que los gametos (masculino y femenino) que se unen para formar el cigote son de plantas diferentes.

Autogamia: consistente en la unión de dos gametos de sexo distinto formados en un mismo individuo. Es un fenómeno frecuente en las plantas. También se entiende por autogamia la unión de dos núcleos próximos, procedentes de la división de uno primitivo, en el interior de una célula.

Antocianinas: Las antocianinas son pigmentos vegetales con gran potencial para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos; por tanto es de gran importancia conocer los aspectos bioquímicos que enmarcan estos pigmentos.

Barbas (Aristas): Son estructuras filiformes que forman parte de la espiga; frecuentemente son ásperas y a veces vellosas sobre las glumas. Se conocen como "barbas" en las espigas de trigo y cebada. Las aristas fotosintetizan cuando están verdes.

Eclosión: Es el momento en que las crías de diversos animales comienzan a salir de su huevo o capullo una vez que han alcanzado el máximo nivel de su desarrollo y están listos para nacer.

Glumas: Es la envoltura o cubierta basal y estéril de las espiguillas o inflorescencias de las gramíneas como la avena, el trigo, la cebada y el centeno, que consta de dos valvas o brácteas, o pequeñas hojas modificadas.

Macollamiento: Brotes secundarios llamados macollos, los cuales comienzan a emerger cuando las plantas presentan tres hojas; en la medida que crece van generando su propio sistema de raíces, logrando así independizarse de la planta que les dio origen

Mullir: Cavar alrededor de las plantas para ahuecar la tierra

Nascencia: Hace referencia a la germinación de la semilla y la consiguiente emergencia de la plántula.

Parénquima: Tejido vegetal esponjoso de las células vivas que rellena los intersticios dejados por los vasos y que puede tener funciones diversas según su ubicación, como reservar sustancias, fotosintetizar o rellenar.

Salinidad: Es una medida de la cantidad de sales disueltas en agua. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas.

Selección: También llamada cribado. Es la forma más antigua de fitomejoramiento. Hace unos 12 000 años, los humanos empezaron a cultivar cereales silvestres. Los primeros agricultores guardaban a propósito los granos de las plantas más grandes y productivas.

Senescencia: Proceso de envejecimiento. En el ámbito de la biología, la senescencia abarca el envejecimiento de las células hasta que dejan de dividirse, pero no mueren. Con el tiempo grandes cantidades de células envejecidas o senescentes se acumulan en los tejidos del cuerpo.

Teliosporas: Son las esporas de descanso de algunos hongos de la división Basidiomycota (como las royas y los carbones), de las cuales emerge el basidio. Las teliosporas suelen presentar una tonalidad oscura y paredes gruesas, especialmente en especies adaptadas a resistir el invierno (actuando como Clamidosporas).