



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE  
LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA DESNUDA (*Hordeum vulgare*),  
DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN EL  
CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
COTOPAXI, 2021-2022”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera Agrónoma

**Autora:**  
Pallo Toapanta María Custodia

**Tutora:**  
Marín Quevedo Karina Paola

**Cotutor:**  
Garófalo Sosa Javier Alberto

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

María Custodia Pallo Toapanta, con cédula de ciudadanía No. 0550072383, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP bajo las condiciones agroecológicas en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021-2022”, siendo la Ingeniera Mg. Karina Paola Marín Quevedo, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

María Custodia Pallo Toapanta  
Estudiante  
CC: 0550072383

Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.  
Docente Tutora  
CC: 0502672934

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PALLO TOAPANTA MARÍA CUSTODIA**, identificada con cédula de ciudadanía **0550072383** de estado civil casada, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP bajo las condiciones agroecológicas en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021-2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2018 – Marzo 2019

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutora: Ingeniera Mg. Karina Paola Marín Quevedo

Tema: “Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada desnuda del INIAP bajo las condiciones agroecológicas en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021-2022”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de agosto del 2022.

María Custodia Pallo Toapanta  
**LA CEDENTE**

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA DESNUDA (*Hordeum vulgare* L.), DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2021-2022”**, de Pallo Toapanta María Custodia, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

**DOCENTE TUTORA**

CC: 0502672934

## AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Pallo Toapanta María Custodia, con el título del Proyecto de Investigación **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA DESNUDA (*Hordeum vulgare* L.), DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2021-2022”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)  
Ing. Wilman Paolo Chasi Vizueté, Mg.  
CC: 0502409725

Lector 2  
Ing. Clever Castillo De La Guerra, Mg.  
CC: 0501715494

Lector 3  
Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.  
CC: 0501883920

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar esta etapa de estudio con éxito primeramente agradezco a quien ha dirigido mi camino por el sendero correcto, a Dios, por haberme dado la vida y por darme sabiduría y fortaleza para alcanzar mis objetivos.

A mis padres Sergio Pallo y Delia Toapanta por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

De manera especial agradezco a mi esposo Isaac Iza y mi hija Mery Iza quienes con su apoyo, amor y paciencia me ayudaron a concluir esta meta.

A la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Técnica de Cotopaxi y docentes en especial a la Ingeniera Karina Marín, por ser responsables de la excelente formación académica impartida.

Mi más sincero agradecimiento al personal técnico del Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), especialmente a la Ing. Victoria López, Ing. Luis Ponce y Ing. Javier Garófalo por haberme brindado el apoyo en esta investigación

Pallo Toapanta María Custodia

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Sergio Pallo y Delia Toapanta, y mis hermanos porque ellos siempre me brindaron su apoyo incondicional convirtiéndose así el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, inculcándome la responsabilidad y los deseos de superación.

A mi amado esposo Isaac con su sacrificio y esfuerzo me ha apoyado en el estudio de una carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad.

A mí amada hija Mery quien es mi orgullo y mi mayor motivación para nunca rendirme.

Mary

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA DESNUDA (*Hordeum vulgare*), DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2021-2022”.**

AUTORA: Pallo Toapanta María Custodia

**RESUMEN**

La presente investigación se enfocó en evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el fin de determinar la línea promisorias que mejor se adapta a las condiciones del campo investigativo y determinar el mejor rendimiento de las líneas promisorias. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 5 tratamientos (4 líneas promisorias y una variedad) y 3 repeticiones dando un total de 15 unidades experimentales, las variables que se evaluaron fueron porcentaje de emergencia, vigor de la planta, hábito de crecimiento, días al espigamiento, altura de planta, tipo de paja, tamaño de espiga, número y peso de granos por espiga, rendimiento, peso hectolítrico, peso de 100 granos, tipo y color de grano y la incidencia a enfermedades de las royas y el virus del enanismo amarillo de la cebada en base a la metodología del Manual N° 111 de parámetros de evaluación y selección en cereales, utilizando como herramienta principal la escala de Zadoks, Los datos se sometieron a una prueba de normalidad Shapiro Wilk, tomando referencia del mismo se realizó el análisis de la varianza (ADEVA), tablas de comparación y un test de significancia Tukey al 5 %. A partir de los resultados obtenidos del análisis estadístico se pudo verificar que todos los tratamientos se adaptaron a las condiciones agroecológicas del campo en estudio, la línea promisorias con mejor adaptación tuvo fue la CD-19-011, cumpliendo esta con ocho de las dieciséis variables que se evaluaron. con vigor de planta 3 planta y hojas medianamente desarrolladas, con un hábito de crecimiento de escala 2 intermedio con hojas dispuestas diagonalmente formando un ángulo de 45°, altura de 102,67, con tallo no muy gruesos, erectos medianamente flexibles que soportan parcialmente el viento y el acame, tamaño de espiga de 8,42 cm, con un número de granos por espiga de 23,8 granos, con peso de 100 granos de 5,38 gr, con grano grande, grueso, redondo y color crema, en cuanto a la enfermedad de roya de la hoja (*Puccinia hordei*), tuvo un menor porcentaje de severidad con 18,33%. La línea promisorias CD-19-007 obtuvo el mejor rendimiento con 6627,93 kg ha<sup>-1</sup>, dentro de las 4 líneas en estudio.

**Palabras clave:** Comportamiento agronómico, Condición agroecológicas, escala de Zadoks, Cebada desnuda.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: "EVALUATION OF THE AGRONOMIC BEHAVIOR OF INIAP'S NUTTED BARLEY (*Hordeum vulgare*) PROMISORY LINES UNDER AGROECOLOGICAL CONDITIONS IN THE SALACHE CAMPUS OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI, 2021-2022".**

AUTHOR: Pallo Toapanta María Custodia

**ABSTRACT**

This research focused on evaluating the agronomic performance of promising lines of naked barley (*Hordeum vulgare*), from INIAP under agroecological conditions of the Salache campus of the Technical University of Cotopaxi, to determine the promising line best adapted to the conditions of the research field and to determine the best performance of the promising lines. A Randomized Complete Block Design (CRD) was used, with five treatments (4 promising lines and one variety) and three replications with a total of 15 experimental units. The variables evaluated were percentage of emergence, plant vigor, growth habit, days to ear, plant height, type of straw, ear size, number and weight of grains per ear, yield, hectoliter weight, and the weight of 100 grains. The data were subjected to a Shapiro Wilk normality test, in conjunction with analysis of variance (ADEVA), comparison tables, and a Tukey 5 % significance test. From the results obtained from the statistical analysis, it was possible to verify that all treatments were adapted to the agro-ecological conditions of the field under study, the promising line with the best adaptation was CD-19-011, complying with eight of the sixteen variables that were evaluated. With plant vigor 3 and moderately developed leaves, with a growth habit of intermediate scale 2 with leaves arranged diagonally forming an angle of 45, the height of 102.67, with stem not very thick, erect moderately flexible that partially supports wind and lodging, spike size of 8.42 cm, with some grains per spike of 23.8 grains, with the weight of 100 grains of 5.38 gr, with large, thick, round and cream colored grain, as for leaf rust disease (*Puccinia hordei*), it had a lower percentage of severity with 18.33%. The promising line CD-19-007 obtained the best yield with 6627.93 kg/ha, among the 4 lines under study.

**Key words:** Agronomic performance, Agroecological conditions, Zadoks scale, Bare barley.

## ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
1 INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	3
4.1 Beneficiarios directos.....	3
4.2 Beneficiarios indirectos.....	3
5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
6 OBJETIVOS .....	5
6.1 Objetivo General.....	5
6.2 Objetivos Específicos.....	5
7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1 Los cereales.....	7
8.2 Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> L.).....	7
8.3 Clasificación botánica. ....	7
8.4 Requerimientos edafoclimáticos. ....	8
8.5 Características morfológicas.....	8
8.6 Variedad de cebada de grano desnudo.....	8

8.6.1	Principales características de la variedad. ....	9
8.7	Labores poscosecha.....	9
8.7.1	Secado del grano. ....	9
8.7.2	Limpieza y clasificación. ....	10
8.7.3	Ensacado e identificación de la semilla.....	10
8.7.4	Almacenamiento.....	10
8.8	Características Agronómicas. ....	10
8.9	Comportamiento Agronómico. ....	10
8.10	Promisoria .....	10
8.11	Variedades.....	11
8.14	Parámetros de evaluación de enfermedades de la cebada. ....	12
8.14.1	Incidencia.....	12
8.14.2	Severidad .....	13
8.14.3	Etapas de evaluación.....	13
8.15	Enfermedades de la cebada.....	14
8.15.1	Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> ).....	14
8.15.2	Roya parda ( <i>Puccinia hordei</i> ) .....	14
8.15.3	Oidio en cebada ( <i>Erysiphe graminis</i> ).....	14
8.15.4	Carbón volador ( <i>Ustilago nuda</i> ).....	15
8.16	Plagas de la cebada .....	15
8.16.1	Limacos ( <i>Deroceras sp.</i> ).....	15
8.16.2	Pulgón de otoño ( <i>Rhopalosiphum spp.</i> ) .....	15
8.16.3	Zabro – ( <i>Zabrus tenebroides Goeze</i> ) .....	16
8.17	Etapas de desarrollo del cultivo. ....	16
8.18	Evaluación de cereales .....	16
8.18.1	La escala Zadoks. ....	16
9	VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.....	18

10	METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
10.1	Ubicación geográfica. ....	18
10.2	Materiales y equipos. ....	19
10.2.1	Material experimental.....	19
10.2.2	Maquinaria e Implementos Agrícolas. ....	19
10.2.3	Materiales de Oficina.....	20
10.2.4	Químicos.....	20
10.3	Tipo de investigación.....	20
10.3.1	Experimental.....	20
10.3.2	Cualitativa.....	20
10.3.3	Cuantitativa.....	20
10.3.4	De campo.....	20
10.3.5	Bibliográfica documental.....	21
10.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
10.4.1	Observación de campo.....	21
10.4.2	Registro de datos.....	21
10.4.3	Análisis estadístico.....	21
10.4.4	Diseño experimental.....	21
10.4.5	Ponderación de variables.....	21
10.4.6	Factores en estudio. ....	22
10.4.7	Tratamientos en estudio. ....	22
10.4.8	Características del ensayo. ....	22
10.4.9	Característica de la unidad experimental.....	22
10.4.10	Variables. ....	23
10.1.	Operacionalización de variables.....	24
10.5	Métodos de evaluación y datos a registrarse.....	25
10.6	Diseño del ensayo en campo.....	29

10.7	Manejo específico del cultivo .....	29
10.7.1	Selección del lote .....	29
10.7.2	Preparación del suelo .....	29
10.7.3	Desinfección de semilla .....	30
10.7.4	Riego .....	30
10.7.5	Fertilización .....	30
10.7.6	Controles fitosanitarios .....	30
10.7.7	Cosecha .....	30
10.7.8	Trilla .....	30
10.7.9	Beneficio de la semilla .....	31
11	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS. ....	31
11.1	Variables agronómicas y morfológicas.....	31
11.1.1	Porcentaje de emergencia.....	31
11.1.2	Vigor de la planta. ....	32
11.1.3	Hábito de crecimiento o porte. ....	33
11.1.4	Días al espigamiento.....	34
11.1.5	Altura de planta. ....	35
11.1.6	Tipo de paja. ....	37
11.1.7	Tamaño de espiga.....	38
11.1.8	Número de granos por espiga.....	39
11.2	Variables evaluadas en post - cosecha.....	41
11.2.1	Rendimiento.....	41
11.2.2	Peso hectolítrico o específico .....	42
11.2.3	Peso de 100 granos .....	43
11.2.4	Tipo y color de grano.....	44
11.3	Evaluación de incidencia a enfermedades .....	45
11.3.1	Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> ).....	45

11.3.2	Roya de la hoja ( <i>Puccinia hordei</i> ) .....	47
11.3.3	Virus del enanismo amarillo (BYDV) .....	48
11.4	Ponderación de variables .....	49
12	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	50
13	PRESUPUESTO .....	51
14	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
14.1	CONCLUSIONES .....	52
14.2	RECOMENDACIONES .....	52
15	REFERENCIAS .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de labores en relación a los objetivos planteados. ....	6
Tabla 2. Partes de la cebada.....	8
Tabla 3. Características de las variedades de cebada desnuda.....	9
Tabla 4. Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo de cereales.....	17
Tabla 5. Diseño del esquema del ADEVA.....	24
Tabla 6. Operacionalización de las variables .....	24
Tabla 7. Escala de evaluación de emergencia en cereales.....	25
Tabla 8. Escala de evaluación de vigor de planta .....	25
Tabla 9 Escala de hábito de crecimiento o porte en cereales.....	26
Tabla 10. Escala para determinar el tipo de reacción en royas .....	26
Tabla 11. Escala para determinar el grado de daño por virus.....	27
Tabla 12. Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.....	27
Tabla 13. Escala de evaluación para tipo de grano en cebada .....	28
Tabla 14. Medidas de resumen de porcentaje de emergencia.....	31
Tabla 15. Medidas de resumen del vigor de la planta.....	32
Tabla 16. Medidas de resumen del hábito de crecimiento.....	33
Tabla 17. Medidas de resumen de días al espigamiento .....	35
Tabla 18. ADEVA para la variable altura de planta .....	36
Tabla 19. Prueba Tukey al 5 % de altura de planta.....	36
Tabla 20. ADEVA para la variable tamaño de espiga .....	38
Tabla 21. Prueba Tukey al 5 % de tamaño de espiga.....	39
Tabla 22. ADEVA para la variable número de granos por espiga .....	40
Tabla 23. Prueba Tukey al 5% de número de granos por espiga .....	40
Tabla 24. Medidas de resumen del rendimiento .....	41

Tabla 25. Medidas de resumen de peso hectolítrico. ....	42
Tabla 26. ADEVA para la variable de peso de 100 granos .....	43
Tabla 27. Prueba Tukey al 5% del peso de 100 granos.....	43
Tabla 28. Medidas de resumen de tipo de grano. ....	44
Tabla 29. ADEVA para la variable roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> ) .....	45
Tabla 30. Prueba Tukey al 5 % de roya amarilla.....	46
Tabla 31. ADEVA para la variable roya de la hoja ( <i>Puccinia hordei</i> ).....	47
Tabla 32. Prueba Tukey al 5 % de roya de la hoja.....	47
Tabla 33. Medidas de resumen del virus del enanismo amarillo .....	48
Tabla 34. Ponderación de las variables evaluadas. ....	50

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Escala modificada de Cobb, para severidad en royas.....	13
Ilustración 2. Roya amarilla en hoja .....	14
Ilustración 3. Roya parda en hoja.....	14
Ilustración 4. Manchas pulverulentas .....	14
Ilustración 5. Carbón volador en cebada.....	15
Ilustración 6. Limacos Adulto.....	15
Ilustración 7. Pulgón en la hoja.....	15
Ilustración 8. Larva del zabro.....	16
Ilustración 9. Mapa de ubicación.....	18
Ilustración 10. Medidas del tratamiento.....	29
Ilustración 11. Diseño del ensayo en campo. ....	29
Ilustración 12. Porcentaje de emergencia.....	32
Ilustración 13. Vigor de la planta .....	33
Ilustración 14. Hábito de crecimiento.....	34
Ilustración 15. Días al espigamiento.....	35
Ilustración 16. Altura de planta .....	36
Ilustración 17. Tipo de paja .....	37
Ilustración 18. Tamaño de espiga.....	39
Ilustración 19. Número de granos por espiga.....	40
Ilustración 20. Rendimiento.....	41
Ilustración 21. Peso hectolítrico .....	42
Ilustración 22. Peso de 100 granos .....	43
Ilustración 23. Tipo de grano .....	45
Ilustración 24. Roya amarilla en hoja .....	46
Ilustración 25. Roya de la hoja.....	47
Ilustración 26. Virus del enanismo amarillo (BYDV) .....	48
Ilustración 27. Limpieza y nivelación del lote.....	58
Ilustración 28. Preparación de forma mecánica del lote.....	58
Ilustración 29. Siembra mecánica.....	58
Ilustración 30. Delimitación de los diferentes tratamientos y repeticiones.....	58
Ilustración 31. Fertilización. ....	59
Ilustración 32. Riego .....	59

Ilustración 33. Variables de porcentaje de emergencia, vigor de planta, hábito de crecimiento .....	60
Ilustración 34. Las variables se evaluaron con ayuda de los técnicos del programa de cereales INIAP .....	60
Ilustración 35. Altura de planta .....	60
Ilustración 36. Días a espigación.....	60
Ilustración 37. Desmezcla.....	60
Ilustración 38. Labores culturales.....	60
Ilustración 39. Cambio de rótulos .....	60
Ilustración 40. Virus del enanismo amarillo, roya de la hoja, roya amarilla.....	61
Ilustración 41. Altura en madurez fisiológica. ....	61
Ilustración 42. Selección de 10 plantas al azar .....	61
Ilustración 43. Cosecha y dato de tipo de paja .....	61
Ilustración 44. Rotulado de sacos previo a la cosecha .....	61
Ilustración 45. Tamaño de espiga.....	61
Ilustración 46. Número de granos por espiga.....	61
Ilustración 47. Peso de granos por espiga. ....	61
Ilustración 48. Peso de 100 granos por tratamiento y repetición .....	61
Ilustración 49. Trilla en el INIAP Estación experimental Santa Catalina.....	61
Ilustración 50. Limpieza del grano. ....	61
Ilustración 51. Medición de Humedad del grano.....	61
Ilustración 52. Tipo y color de grano.....	61
Ilustración 53. Peso en gramos por parcela.....	61
Ilustración 54. Peso Hectolítrico .....	61

## **1 INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título**

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA DESNUDA (*Hordeum vulgare* L.), DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2021-2022”

### **Fecha de inicio:**

Abril 2022

### **Fecha de finalización:**

Agosto 2022

### **Lugar de ejecución.**

Barrio-parroquia-cantón-provincia-zona 3.

### **Institución, unidad académica y carrera que auspicia**

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, trabajo conjunto con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Carrera de Agronomía.

### **Proyecto de investigación vinculada**

Proyecto “Fortalecimiento de la capacidad de empoderamiento de la provincia de Cotopaxi”

### **Nombres de equipo de investigadores**

Tutora 1: Ing. Mg. Karina Paola Marín Quevedo

Cotutor 1: Ing. Mg. Javier Alberto Garófalo Sosa.

Autor: María Custodia Pallo Toapanta

Lector 1: Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuete.

Lector 2: Ing. Mg. Clever Gilberto Castillo De La Guerra

Lector 3: Ing. Mg. Francisco Hernan Chancusig

### **Área de Conocimiento.**

Agricultura – Agricultura, Silvicultura y Pesca – Agricultura.

### **Línea de investigación:**

Desarrollo y Seguridad Alimentaria.

**Sub Líneas de investigación de la Carrera:**

Producción agrícola sostenible. Fortalecimiento de granos andinos

**Línea de vinculación:**

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

**Convenio:**

El trabajo de investigación se sustenta en el convenio de colaboración interinstitucional UTC – INIAP Estación Experimental Santa Catalina.

## **2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

En la investigación se determinó la mejor línea promisoría que se adaptó a las condiciones agroecológicas del campo en estudio, y el tratamiento que tiene el mejor rendimiento.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 5 tratamientos (4 líneas promisorias y una variedad) y 3 repeticiones dando un total de 15 unidades experimentales, las variables que se evaluaron fueron porcentaje de emergencia, vigor de la planta, hábito de crecimiento, días al espigamiento, altura de planta, tipo de paja, tamaño de espiga, número y peso de granos por espiga, rendimiento, peso hectolítrico, peso de 100 granos, tipo y color de grano y la reacción a enfermedades de las royas y el virus del enanismo amarillo de la cebada en base al Manual N° 111 de parámetros de evaluación y selección en cereales, utilizando como herramienta principal la escala de Zadoks, Los datos se sometieron a una prueba de normalidad Shapiro Wilk, tomando referencia del mismo se realizó el análisis de la varianza (ADEVA), tablas de comparación y un test de significancia Tukey al 5 %.

## **3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es uno de los cultivos más importantes de la sierra ecuatoriana. El 40% de la producción de cebada de grano cubierto es destinada para la elaboración de

cerveza mientras que el excedente es comercializado en los mercados locales y es utilizado para alimentación humana y animal por su alto contenido de minerales, vitaminas y fibra.

En la sierra ecuatoriana la cebada es parte de la canasta básica familiar; no obstante, con el tiempo, una serie de factores han afectado la producción de este cultivo, incluida la falta de acceso a nuevas tecnologías, políticas agrícolas y manejo de cultivos inadecuados (Ponce et al., 2020).

En diferentes zonas de la sierra ecuatoriana existen preferencias en el cultivo de la cebada de grano desnudo ante el cultivo de la cebada de grano cubierto; ya que es un rubro de mucha demanda en las industrias dedicadas a la obtención de productos como machica, pinol, etc. Y además a pesar de su bajo rendimiento ante las variedades de la cebada de grano cubierto esta es recompensada en su alta demanda y mejores precios de comercialización.

Frente a la demanda que existe de la cebada desnuda surge la necesidad de realizar investigaciones y generar nuevas variedades mejoradas que se adapten a la zona de producción para que los pequeños agricultores tengan acceso a las nuevas variedades que cumplan las características deseables para su producción y dentro de lo más destacado la resistentes a las diferentes plagas y enfermedades, para de esta manera minimizar los costos de producción, mejorar la economía de los agricultores y garantizar la seguridad alimentaria.

## **4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

### **4.1 Beneficiarios directos.**

Los beneficiarios directos son El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), La Universidad Técnica de Cotopaxi y los estudiantes de la carrera de agronomía ya que a través del proyecto de investigación podemos generar nuevas tecnologías que contribuyan a la sociedad en general.

### **4.2 Beneficiarios indirectos.**

Los beneficiarios indirectos de este proyecto son los pequeños y medianos productores del cultivo de cebada desnuda quienes contarán en un futuro con nuevas variedades con cualidades deseables, mejor tolerancia a factores bióticos y abióticos y mayor productividad.

## 5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial el cultivo de cebada ocupa el cuarto lugar dentro de los cereales después del trigo, el maíz y el arroz (Demagnet et al., 2022). Alcanzando los 145.10 millones de toneladas, (Producción Agrícola Mundial, 2022) con una producción total de aproximadamente 16.991.907 toneladas por año la Federación Rusa se convirtió en el mayor productor de cebada del mundo. Francia ocupa el segundo lugar con 11'193.034 toneladas de producción anual y en tercer lugar Alemania con 9'583.600 toneladas de producción al año (Atlas Big, 2021).

En el Ecuador la superficie cultivada de cebada es de aproximadamente 48 874 ha. La provincia de Chimborazo con 18 000 ha dedicadas a dicho cultivo ocupa el primer lugar a nivel nacional, seguido de la provincia de Cotopaxi con 10 000 ha (INIAP, 2014).

La superficie cultivada en el Ecuador es de 48 874 ha, distribuidas en la sierra ecuatoriana; siendo las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Bolívar e Imbabura las de mayor producción, seguidas por Cañar, Carchi y Loja. Este cultivo es de una importancia social y económica enorme, porque involucra una gran cantidad de familias campesinas que viven en las zonas altas (Falconi et al., 2010).

Cabe recalcar que parte importante de la cebada cultivada en las comunidades de estas provincias es usada para el autoconsumo. La manera de consumirla es semi-molida (arroz de cebada) en sopas, a modo de harina (máchica) para hacer coladas o mezclarla con leche en el desayuno. Los excedentes son comercializados para obtener ingresos económicos. Causas primordiales por lo cual la cebada se constituye en un cultivo fundamental en los sistemas de producción comunitarios de la Sierra ecuatoriana.

El cultivo de cebada en el Ecuador al encontrarse en zonas altas de la Sierra ecuatoriana, se caracteriza por tener suelos erosionados, con baja fertilidad y problemas de acidez, lo cual provoca la disminución en rendimientos del cultivo. Por tanto al no ser autosuficiente en la producción de cebada Ecuador tiene un alto porcentaje las importaciones de cebada (Garófalo, 2012).

En los años noventa, se apreció una disminución en el crecimiento del consumo mundial de cereales. Esto no fue debido a limitaciones de la capacidad de producción, sino más bien a un crecimiento más lento de la demanda causado por factores excepcionales y en su mayoría transitorios. Volverá a crecer el consumo, lo que dará lugar a una dependencia creciente de las importaciones de los países en desarrollo. Existe el potencial para que exportadores nuevos y

tradicionales remedien este desequilibrio, pero será necesario resolver problemas de seguridad alimentaria y de degradación medioambiental (FAO, 2002).

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo General**

Determinar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP bajo condiciones agroecológicas en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **6.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la línea promisoriosa que mejor se adapta a las condiciones agroecológicas del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Determinar el mejor rendimiento de las líneas promisorias.

## 7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de labores en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MÉTODO DE VERIFICACIÓN
<p>Determinar las líneas promisorias y la variedad que mejor se adapta a las condiciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Delimitación del área de estudio.</li> <li>▪ Establecimiento del cultivo.</li> <li>▪ Toma de datos en campo del desarrollo del cultivo.</li> </ul>	<p>Croquis. Investigación de campo establecida.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de emergencia (PE)</li> <li>• Hábito de crecimiento.</li> <li>• Días al espigamiento (DE)</li> <li>• Incidencia de plagas y enfermedades</li> <li>• Tipo de paja (TP)</li> <li>• Tamaño de espiga</li> </ul>	<p>Fotografías Libro de campo Hoja de cálculo. Análisis estadístico de los resultados obtenidos.</p>
<p>Determinar el rendimiento líneas promisorias variedad que mejor se adapta a las condiciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Toma de datos del cultivo en poscosecha.</li> </ul>	<p>Datos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de granos por espiga</li> <li>• Peso de los granos por espiga</li> <li>• Tipo de grano</li> <li>• Rendimiento</li> <li>• Peso hectolítrico o específico</li> </ul> <p>Peso de 100 granos</p>	<p>Fotografías Libro de campo Hoja de cálculo. Análisis estadístico de los resultados obtenidos.</p>

## 8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1 Los cereales

Término que proviene del latín *cerealía* conocida por los romanos como la diosa de los granos y protectora de la agricultura, el cual surgió como producto de la domesticación (Pineda, 2021).

Los cereales son plantas herbáceas pertenecientes a la familia de las gramíneas en las que se incluye el maíz, trigo, arroz, avena, cebada y centeno se caracterizan porque la semilla y el fruto son lo mismo. El grano del cereal que es la parte comestible está constituido por el salvado o cáscara, el germen o embrión, el endospermo o núcleo. Presenten en casi todos los países, se emplea en la alimentación humana, animal e industrial y con alto valor de proteínas (Astudillo & Nacipucha, 2010).

### 8.2 Cebada (*Hordeum vulgare* L.)

Es el cuarto grano más cultivado en el mundo después del trigo, maíz y arroz. La razón de su importancia se debe a su amplia adaptabilidad ecológica y variedad de aplicaciones. Al mismo tiempo, la importancia social y económica de la cebada radica en sus diversos usos como alimento humano (Ponce et al., 2020).

### 8.3 Clasificación botánica.

Según Chase y Lucas (1971) como se citó en (Cajamarca & Montenegro, 2015), considera que la clasificación taxonómica de la cebada es:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Orden:** Poales

**Familia:** Poacea

**Género:** Hordeum

**Especie:** H. vulgare

**Nombre científico:** *Hordeum vulgare* L.

**Nombre común:** Cebada

#### 8.4 Requerimientos edafoclimáticos.

Rivadeneira 1995, como se citó en Garófalo, 2012, menciona que el cultivo de cebada en el Ecuador tiene una amplia adaptabilidad al clima y suelo, desarrollándose en rangos altitudinales comprendidos entre los 2500 y 3500 m.s.n.m.

Requieren de 500 a 700 mm de precipitación durante el ciclo, temperaturas promedio entre los 10 a 20 °C. Para la cebada se requiere un pH mínimo de 6,5 y óptimo de 7,5 y en cuanto a la textura prefieren suelos francos (limoso, arcilloso y arenoso), profundos y de buen drenaje (Peñaherrera, 2011).

#### 8.5 Características morfológicas.

Tabla 2. Partes de la cebada

<b>PARTES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Grano.</b>	Es una cariósida oval, con extremos redondeados, está generalmente cubierto por la palea y la lemma adheridas a este, o puede ser desnudo.
<b>Espiga</b>	Pueden ser barbadas, sin barbas y también pueden ser lisas o dentadas. La espiga está formada por espiguillas, éstas pueden ser de seis hileras (hexástica), o dos hileras (díptica).
<b>Hojas</b>	Son lineales, lanceoladas y compuestas de una vaina, una lámina, una lígula y dos aurículas son glabras, envuelven el tallo su ancho varía entre 5 y 15 mm.
<b>Tallo</b>	Son erectos y huecos, con 5 a 7 entrenudos cilíndricos, separados por los nudos, la altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0,50 cm a 1,20 cm.
<b>Raíz</b>	Es fasciculado, fibroso y alcanza una profundidad de hasta 1,20 m. Posee dos tipos de raíces: seminales y adventicias.

Fuente:(Ponce et al., 2020)

#### 8.6 Variedad de cebada de grano desnudo.

Según (INIAP, 2014), el Programa de Cereales del INIAP se encuentra trabajando constantemente en nuevas variedades de cebada desnuda dentro de la cual tenemos a la variedad INIAP – ATAHUALPA 92. Y la estación experimental del Austro ubicada en la ciudad de Cuenca liberó la variedad INIAP ÑUSTA 2016 (INIAP, 2016).

### 8.6.1 Principales características de la variedad.

Tabla 3. Características de las variedades de cebada desnuda

CARACTERÍSTICAS	INIAP - ATAHUALPA 92	INIAP- ÑUSTA 2016
<b>ORIGEN</b>	<b>Cruza:</b> SUTTER/GLORIA "S"/COME "S"/3/PI6384/CAPUCHON A <b>Pedigree:</b> CM86-767-C-2Y-168GH- 2M-0Y	<b>Cruza:</b> PETUNIAISUTTEA'S'ICOMEfS'f2IPI612 411CAPUCHONA <b>Pedigree:</b> CM 98-860-C- y-Y·G H-2M-QY·QY-OM- 0E.
<b>Tipo de espiga:</b>	Dos hileras (dística)	seis hileras (exástica)
<b>Altura de planta:</b>	70 – 100 cm	90 - 100 cm
<b>Días al espigamiento:</b>	75 - 80	60 - 70
<b>Días a la madurez:</b>	140 - 155	110-120
<b>Tallo:</b>	Resistente al vuelco	Tolerante al acame
<b>Adaptación.</b>	Altitudinales entre 2500 – 3380 m.s.n.m.	entre los 2 400 Y 3 000 m.s.n.m.
<b>Rendimiento de grano</b>	1560-3600 kg ha <sup>-1</sup>	4380 kg ha <sup>-1</sup>
<b>Peso de mil granos:</b>	35 – 48.2 g	45 g
	Posee tolerancia a las royas es de tallo resistente al acame de buen potencial y estabilidad de rendimiento.	Posee tolerancia a la roya amarilla, hoja, escaldadura, tolerancia al enanismo de los cereales

Fuente: (Chicaiza et al., 1992) & (INIAP, 2016)

### 8.7 Labores poscosecha.

#### 8.7.1 Secado del grano.

La cosecha debe ser secada, de tal manera que el grano no supere el 13% de humedad (Falconi et al., 2010)

### **8.7.2 Limpieza y clasificación.**

La semilla debe limpiarse de impurezas. Se emplea una primera zaranda es de 5 mm la cual retiene las impurezas grandes, la segunda zaranda es de 3 mm detiene la semilla grande y permite el paso de la pequeña la misma que no se considerada como semilla(Ponce et al., 2020).

### **8.7.3 Ensacado e identificación de la semilla.**

La semilla que haya cumplido los pasos de secado, limpieza, y clasificación se coloca en sacos limpios, con su respectiva identificación (Falconi et al., 2010).

### **8.7.4 Almacenamiento.**

Una vez realizadas las labores de poscosecha, las semillas deben almacenarse en un lugar seco, sin humedad, bien ventilado y libre de roedores. Los sacos no deben entrar en contacto directo con el suelo o el borde de la pared porque las semillas pueden absorber la humedad (Ponce et al., 2019).

## **8.8 Características Agronómicas.**

Son características que podemos observar durante el desarrollo del cultivo y que pueden estar relacionadas con la producción, entre ellas, días a la floración, días a la cosecha, resistencia a enfermedades, altura de planta, tamaño de la espiga, tamaño del grano, entre otras (Ponce et al., 2020).

## **8.9 Comportamiento Agronómico.**

Es el resultado en el cultivo frente al manejo agronómico empleado; estas son actividades como: riego, aporque, despunte, resiembra, deshije, podas, decapitación floral. Para mejorar la producción y rendimiento por unidad de área. Líneas.

En mejoramiento genético se refiere a un material vegetal en desarrollo, que podría llegar a ser una variedad(Ponce et al., 2020).

## **8.10 Promisoria**

Se entiende a líneas o material vegetal en desarrollo con potencial de adaptación al cambio climático (Ponce et al., 2019).

### 8.11 Variedades

Las variedades representan un grupo definido con mayor precisión de plantas, seleccionadas dentro de una especie, que tienen ciertas características comunes (UPOV).

### 8.12 Variedades diferenciales, variedades mejoradas y líneas avanzadas

- **Variedades diferenciales:** Son un grupo de líneas o variedades determinadas, que son utilizadas en el ámbito internacional con la finalidad de caracterizar (mediante números u otra metodología) razas de distintos patógenos. (Danial, 2004) citado por (Cajamarca & Montenegro, 2015).
- **Variedades mejoradas y liberadas:** Son variedades obtenidas a través de distintos métodos de mejoramiento genético, mediante los cuales se consiguen plantas con mejores características agronómicas.
- **Líneas avanzadas:** Son plantas que se encuentran en una fase de mejoramiento genético próximas a ser liberadas como variedades mejorada (Danial, 2004) citado por (Cajamarca & Montenegro, 2015).

### 8.13 Características fundamentales que debe reunir una variedad para ser elegida

Según Guerrero (1999) citado por Cajamarca & Montenegro, (2015), Las características elementales a tener en cuenta a la hora de seleccionar variedades se pueden agrupar en tres grandes grupos:

#### 8.13.1 Productividad.

Es un factor fundamental, visto a través del prisma de la capacidad productiva en condiciones de desarrollo relativamente pobres. Dado el suelo y el clima en el que se cultivará la cebada es importante que la variedad cultivada sea capaz de rendir bien en condiciones áridas y de baja fertilidad. Por lo tanto, un factor importante que deben tener las variedades de cebada es una buena resistencia al crecer en suelo seco (Cajamarca & Montenegro, 2015).

#### 8.13.2 Factores de regularidad de los rendimientos

##### 8.13.2.1 Precocidad.

Este factor es importante, porque la cebada es muy precoz, pero se presentan diferencias sensibles entre variedades. Por lo tanto, es preferible cultivar la variedad más precoz posible que permitirá una mayor resistencia a la sequía.

### **8.13.2.2 Encamado.**

Este factor es relevante ya que la cebada es más sensible al encamado que el trigo. En tierras con suficiente fertilidad, en épocas lluviosas, el encamado puede producir disminución de la cosecha y se presentan problemas en la recolección.

### **8.13.2.3 Resistencia al frío.**

En general, las cebadas de ciclo corto son sensibles al frío, aunque existen diferencias variedades que pueden soportar temperaturas bajas.

### **8.13.2.4 Resistencia a enfermedades y otros accidentes**

Este factor es muy importante ya que la capacidad de una variedad para limitar el crecimiento y desarrollo de una plaga o enfermedad específica con el mecanismo genético mediante el cual la planta retarda o suprime la invasión de sus tejidos por parte del patógeno potencial. Esto puede ser en parte atribuido a una sólida pared celular pero también a la existencia de mecanismos de defensa (Cajamarca & Montenegro, 2015).

### **8.13.3 Factores de calidad.**

Típicamente, la cebada de ciclo largo se usa para alimentación animal, aunque hay excepciones, mientras que la cebada de ciclo corto, pero no toda, se usa para la producción de malta y cerveza; sin embargo, otras variedades se utilizan como alimento para animales y humanos.

## **8.14 Parámetros de evaluación de enfermedades de la cebada.**

Peñaherrera, 2011 afirman que, en Ecuador, las enfermedades más limitantes en el cultivo de cebada son la roya, que puede mutar rápidamente; Otras enfermedades importantes son: la enfermedad de la escaldadura, el virus del enanismo de la cebada, la enfermedad de la mancha marrón.

### **8.14.1 Incidencia**

Es la proporción de individuos enfermos en relación con el total. Los individuos pueden ser plantas, hojas, flores, folíolos, frutos, espigas, etc. Se evalúa en cada individuo, la presencia o ausencia de enfermedad. Es un parámetro objetivo, donde se debe tomar una muestra de plantas en forma aleatoria del lote y verificar a simple vista la presencia o no de la enfermedad. El resultado será una proporción de plantas enfermas (pe) sobre plantas totales evaluadas (pt), expresadas en porcentaje (Lavilla & Ivancovich, 2016).

$$I (\%) = \frac{pe}{pt} \times 100$$

### 8.14.2 Severidad

Es el porcentaje de la superficie del órgano enfermo, ya sea de hojas, tallos, raíces o frutos afectado por la enfermedad, es un parámetro que refleja con precisión la relación de la enfermedad con el daño que le provoca al cultivo. Según la enfermedad existen diferentes escalas que se pueden emplear (Lavilla & Ivancovich, 2016).

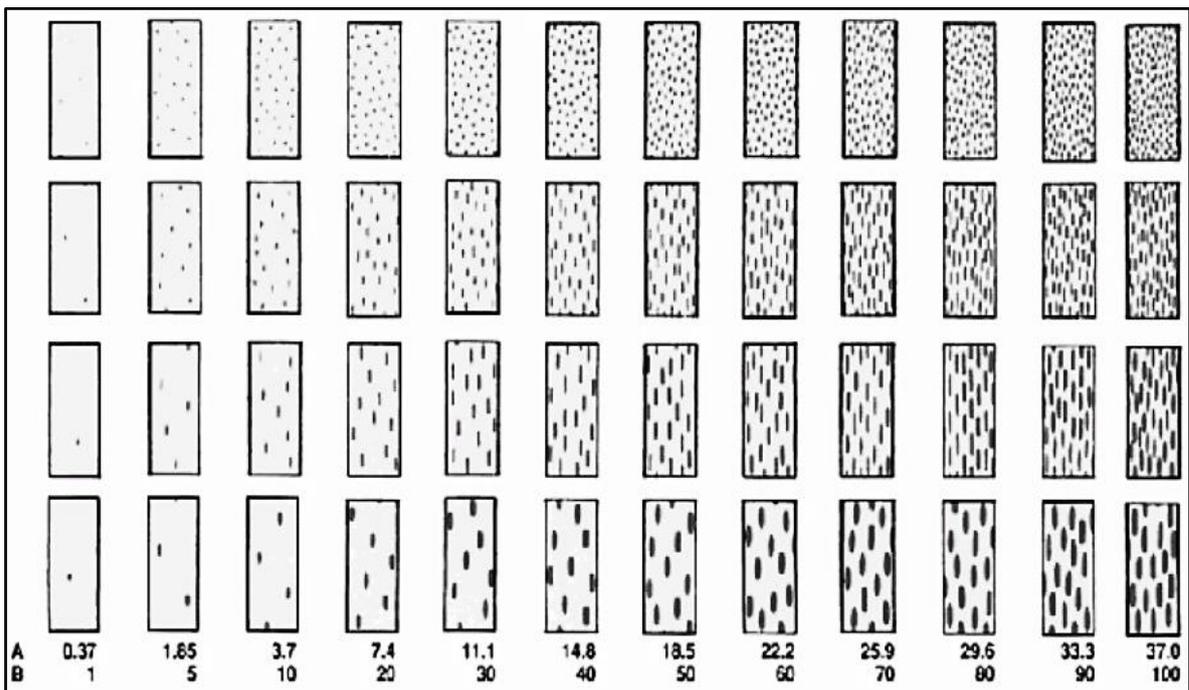


Ilustración 1. Escala modificada de Cobb, para severidad en royas

### 8.14.3 Etapas de evaluación.

Se realiza la evaluación en dos estados de desarrollo fenológico, la primera en la Z37 y Z39, y la segunda en la Z55 y Z59, en las cuatro hojas superiores especialmente en la hoja bandera ya que es la responsable del 80 al 90% de la materia seca acumulada de los granos. Además, fenológicamente es el momento en que la acción de enfermedades foliares pueden ocasionar daños de importancia económica (Ponce et al., 2019).

## 8.15 Enfermedades de la cebada

### 8.15.1 Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

Agente causal: Hongo

Sintomatología: Forman líneas amarillas en las hojas. Estas líneas consisten en pústulas producidas por el mismo hongo. Manifestaciones de la enfermedad a partir de 70-90 días después de la siembra. Esta roya también ataca a la espiga. A esta enfermedad también se la conoce como “polvillo” o “royal”. Control químico: Propiconazole (Tilt) en una dosis de 0.5 l/ha (Falconi et al., 2010).



Ilustración 2. Roya amarilla en hoja  
Fuente:(ITACY, 2018b)

### 8.15.2 Roya parda (*Puccinia hordei*)

Agente causal: Hongo

Sintomatología: Aparece formando pústulas que se desarrollan en forma desordenada en la superficie de la hoja y en una coloración amarillo-ladrillo. El desarrollo y diseminación de la roya de la hoja es favorecida por ambientes húmedos y templados. Control químico: Propiconazole (Tilt) en una dosis de 0.5 l/ha (Falconi et al., 2010)



Ilustración 3. Roya parda en hoja  
Fuente: (ITACY, 2018c)

### 8.15.3 Oidio en cebada (*Erysiphe graminis*)

Agente causal: Hongos ectoparásitos

Sintomatología: Puede afectar toda área de la planta, pero ataca fundamentalmente las hojas y vainas de las hojas inferiores. Las plantas afectadas producen granos chuzos. Se observa un micelio superficial vellosito de color blanco, provocando pérdida de hojas y número de granos.



Ilustración 4. Manchas pulverulentas  
Fuente:(ITACY, 2018a)

#### 8.15.4 Carbón volador (*Ustilago nuda*)

Agente causal: Hongos

Sintomatología: los síntomas más visibles son en la fase de espigado, en el momento que las espigas salen de la vaina que la rodea, pues cuando éstas emergen ya todos los órganos florales están completamente destruidos y en su lugar aparece una abundante masa pulverulenta, de color negro-verdosa constituida por las esporas.



Ilustración 5. Carbón volador en cebada  
Fuente: (Nafarroako Gobernua et al., 2017)

#### 8.16 Plagas de la cebada

##### 8.16.1 Limacos (*Deroceras sp.*)

El daño ocurre principalmente en la etapa de implementación del cultivo, porque consumen el endospermo de la semilla, dañan el ápice vegetativo y las primeras hojas en desarrollo, y pueden destruir completamente las plantas jóvenes. Provocan un crecimiento deficiente de las plantas. Los limacos se alimentan de las hojas.



Ilustración 6. Limacos Adulto  
Fuente: (Nafarroako Gobernua et al., 2017)

##### 8.16.2 Pulgón de otoño (*Rhopalosiphum spp.*)

Es un homóptero de 1,5-2,5 mm de longitud, de color verde oliva oscuro y con una mancha marrón rojiza en la parte posterior del abdomen. El principal problema de esta plaga es el daño que provoca indirectamente como vector de virus como el virus del enanismo amarillo de la cebada. (BYDV). Realizan picadas sobre las hojas que adquieren tonalidades amarillas.



Fuente: Autor  
Ilustración 7. Pulgón en la hoja

### 8.16.3 Zabro – (*Zabrus tenebroides* Goeze)

Es un coleóptero de unos 12- 18 mm de longitud de color castaño rojizo al principio y posteriormente negro. Las larvas se alimentan de las primeras hojas de los cereales, lo que en muchos casos afecta la correcta formación del cultivo. La larva devora las primeras hojas, dejando solo los nervios. De modo que, las hojas aparecen con aspecto deshilachado. El daño que los adultos pueden hacer por comer granos pasa desapercibido.



Ilustración 8. Larva del zabro  
Fuente: (Nafarroako Gobernua et al., 2017)

### 8.17 Etapas de desarrollo del cultivo.

El ciclo de crecimiento de la cebada consta de las siguientes etapas: germinación, formación de plántulas, formación de hojas, macollamiento, alargamiento del tallo, polinización, desarrollo de semillas y maduración (Ponce et al., 2020).

### 8.18 Evaluación de cereales

La evaluación para los cereales requiere de ciertos parámetros mínimos los mismos que son recopilados durante el ciclo del cultivo (Ponce et al., 2019). Para lo cual se emplea la escala de Zadoks, que detalla de forma clara el estado morfológico externo del cultivo (FAO, 2016).

Los cereales se comercializan y valorizan de acuerdo con su contenido de humedad, propiedades físicas tales como densidad, peso de mil granos, color del grano los cuales están relacionan con los rendimientos y la calidad del producto (Prado, 2017).

#### 8.18.1 La escala Zadoks.

Se usa más comúnmente en el cultivo de trigo y describe solo los estados morfológicos externos de la planta, relacionados con ciertos procesos de desarrollo y crecimiento.

Tabla 4. Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo de cereales

ETAPAS	DESCRIPCIÓN
0	Germinación
07	Emergencia del coleóptilo
08	Hoja en el extremo del coleóptilo
10	Crecimiento de la planta
11	Primera hoja desarrollada
12	Dos hojas desarrolladas
13	Tres hojas desarrolladas
14	Cuatro hojas desarrolladas
20	Macollaje
21	Un tallo principal y un macollo
23	Un tallo principal y tres macollos
25	Un tallo principal y cinco macollos
27	Un tallo principal y siete macollos
30	Elongación del tallo
31	Primer nudo detectable
32	Segundo nudo detectable
33	Tercer nudo detectable
37	hoja bandera visible
39	Lígula de hoja bandera visible
40	Preemergencia floral
41	Vaina de hoja bandera extendida
45	Inflorescencia en la mitad de la vaina de la hoja bandera
47	vaina de hoja bandera abierta
49	Primeras aristas visibles
50	Emergencia de la inflorescencia
51	Primera espiguilla de la inflorescencia visible
55	Mitad de la inflorescencia emergida
59	Emergencia completa inflorescencia
60	Antesis
61	Comienzo de antesis
65	Mitad de antesis
69	Antesis completa
70	Grano lechoso
75	Medio grano lechoso
77	Grano lechoso avanzado
80	Grano pastoso
83	Comienzo de grano pastoso
87	Pastoso duro
90	Madurez
91	Cariopse duro (difícil de dividir)
92	Cariopse duro (no se marca con la uña)

Fuente: (Zadoks, et al., 1974). Como se citó en (Ponce et al., 2019)

## 9 VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.

Ho: Las líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP se adaptarán a las condiciones Agroecológicas de Salache Universidad Técnica de Cotopaxi y presentarán rendimientos óptimos de grano.

Ha: Las líneas promisorias de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), del INIAP no se adaptarán a las condiciones Agroecológicas de Salache Universidad Técnica de Cotopaxi y no presentarán rendimientos óptimos de grano.

## 10 METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL.

### 10.1 Ubicación geográfica.

- La primera fase de la investigación se realizó en las instalaciones en el campus Salache de La Universidad Técnica de Cotopaxi.
- La segunda fase de la investigación se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP – Estación Experimental Santa Catalina.

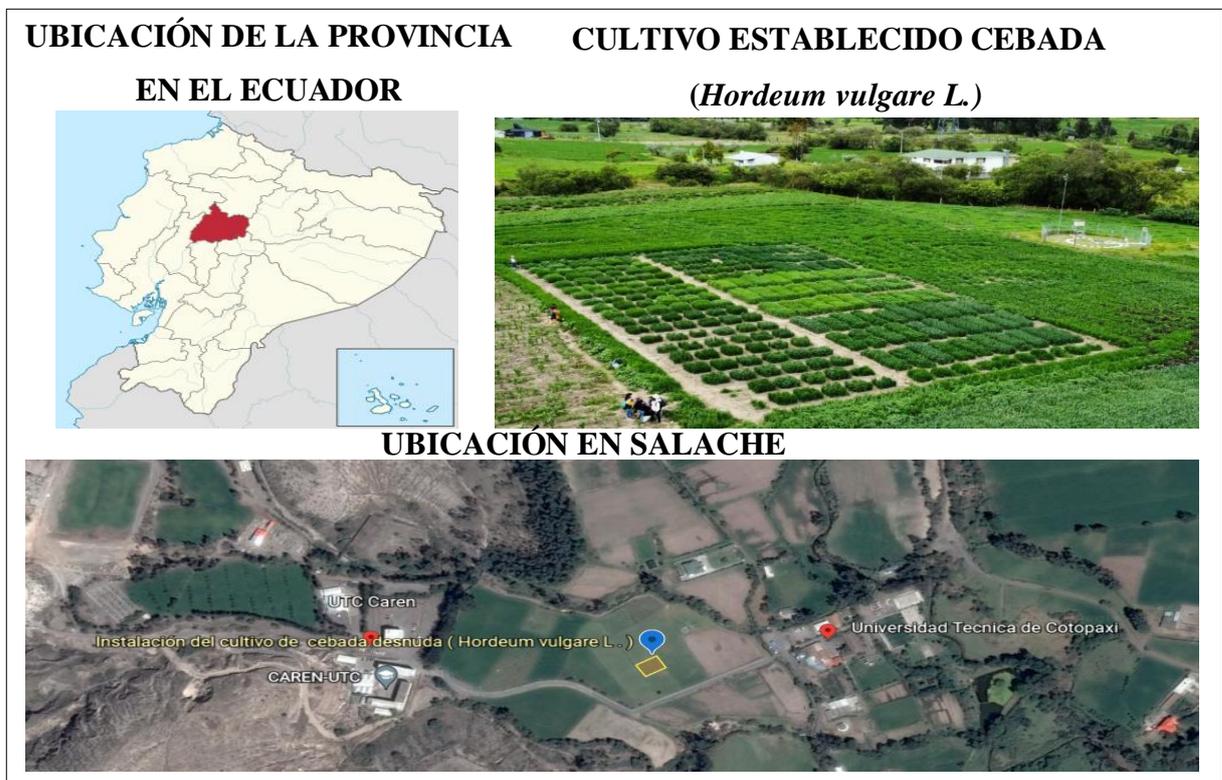
Situación geográfica

Longitud: 00°59'47,68"E

Latitud: 78°37'19,16"S

Altitud: 2757,591 m.s.n.m.

Ilustración 9. Mapa de ubicación.



Fuente: Google Earth  
Elaborado por: (Autor,2022)

El lugar de estudio tiene las siguientes características climatológicas:

- Nubosidad promedio: 7/8
- Altitud: 2757 m.s.n.m.
- Humedad relativa: 70%
- Temperatura promedio anual: 13.5 o C
- Heliofanía mensual: 120 horas
- Velocidad del viento: 2.5 m/s
- Viento dominante: S.E.
- Pluviosidad: 550 mm anuales

## **10.2 Materiales y equipos.**

### **10.2.1 Material experimental**

Semillas de cebada desnuda INIAP – ATAHUALPA 92

Semilla del código CD-19-007

Semilla del código CD-19-006

Semilla del código CD-19-010

Semilla del código CD-19-011

### **10.2.2 Maquinaria e Implementos Agrícolas.**

Tractor.

Trilladora

Azadones.

Rastrillos.

Estacas.

Piola.

Letreros.

Cinta métrica.

Libreta de campo.

Lápiz.

Marcadores permanentes.

Sacos

Hoz

Fundas de papel.

Cámara fotográfica.

### **10.2.3 Materiales de Oficina.**

Carpetas

Computador

Calculadora

Hojas de papel

Impresora

Flash memory

Internet

### **10.2.4 Químicos.**

Urea

## **10.3 Tipo de investigación**

### **10.3.1 Experimental**

Es una investigación de tipo experimental ya que se realizó la manipulación de una variable experimental no comprobada, en este caso la variable independiente se considera la variedad y líneas promisorias de cebada desnuda que permitirá observar su efecto en la variable dependiente. Se aplicará un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA).

### **10.3.2 Cualitativa**

Se trata de una investigación cualitativa ya que describe las diferentes etapas y sucesos en su medio natural.

### **10.3.3 Cuantitativa**

Se trata de una investigación cuantitativa porque recoge datos numéricos de las distintas variables en estudio, cuyo análisis estadístico se realizará en el programa InfoStat Estudiantil versión 2020.

### **10.3.4 De campo**

Se direcciona en una investigación de campo, debido a que interviene la recolección de datos de las diferentes variables a evaluar directamente en el lugar donde se estableció el experimento.

### **10.3.5 Bibliográfica documental**

El material bibliográfico y documental tuvo estrecha relación con el contexto del marco teórico y la discusión de los resultados obtenidos.

## **10.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **10.4.1 Observación de campo**

Esta técnica permitió mantener un contacto directo con el objeto en estudio para la recopilación de datos de cada tratamiento.

### **10.4.2 Registro de datos**

Los datos fueron registrados en un libro de campo junto con las actividades y observaciones relacionadas a cambios en los tratamientos.

### **10.4.3 Análisis estadístico**

La tabulación de los datos obtenidos de cada una de las variables en estudio se ejecutó con la utilización del software estadístico Infostat estudiantil versión 2020.

### **10.4.4 Diseño experimental**

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones y se aplicó pruebas Tukey al 5%; con el análisis estadístico se estableció el mejor tratamiento de acuerdo con las variables en estudio tales como: porcentaje de emergencia, vigor de planta, hábito de crecimiento, tipo de paja, resistencia a enfermedades, altura de planta, peso hectolítrico, rendimiento de grano y calidad de grano.

### **10.4.5 Ponderación de variables**

Se realizó la ponderación de las diferentes variables evaluadas en las líneas promisorias y la variedad en estudio con respecto adaptabilidad que cumplen las mismas.

#### 10.4.6 Factores en estudio.

- **Líneas promisorias**

<b>CD-19-007</b>	<b>INIAPATAHUALPA/ I01645</b>
	E-HV13-9499-7E-0E-1E-0E-62E-0E
<b>CD-19-006</b>	<b>INIAPATAHUALPA/ I01645</b>
	E-HV13-9499-7E-0E-1E-0E-38E-0E
<b>CD-19-010</b>	<b>INIAPATAHUALPA/ I01645</b>
	E-HV13-9499-12E-0E-0E-0E-17E-0E
<b>CD-19-011</b>	<b>INIAPATAHUALPA/ I01645</b>
	E-HV13-9499-12E-0E-0E-0E-62E-0E

- **Variedad de cebada**

Iniap - Atahualpa 92.

#### 10.4.7 Tratamientos en estudio.

Los tratamientos estuvieron constituidos por las líneas promisorias de cebada desnuda y la variedad Iniap–Atahualpa 92, es una variedad comercial liberada por INIAP.

#### 10.4.8 Características del ensayo.

Número de unidades experimentales: 15 unidades

Área Total: 102 m<sup>2</sup>

Distancia entre tratamientos: 0.5 m.

Distancia entre repeticiones: 1 m.

#### 10.4.9 Característica de la unidad experimental.

- Número de tratamientos: 5
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 15
- Forma de la parcela: Rectangular
- Sistema de siembra: Mecánica
- Área del tratamiento total: 3.6 m<sup>2</sup>
- Área de la repetición total: 54 m<sup>2</sup>

- Separación entre tratamientos: 0.5 m
- Separación entre repeticiones: 1m

#### **10.4.10 Variables.**

##### **10.4.10.1 Variable dependiente**

Adaptación

Rendimiento

##### **10.4.10.2 Variables Independientes**

Líneas avanzadas y una variedad de testigo de cebada desnuda.

##### **10.4.10.3 Indicadores**

- Porcentaje de emergencia (PE)
- Vigor de la planta
- Hábito de crecimiento.
- Días al espigamiento (DE)
- Altura de planta (AP)
- Tipo de paja (TP)
- Tamaño de espiga
- Número de granos por espiga
- Peso de los granos por espiga
- Tipo y color de grano
- Rendimiento
- Peso Hectolítrico o específico
- Peso de 100 granos
- Reacción a enfermedades

#### 10.4.10.4 Diseño del esquema del ADEVA.

Tabla 5. Diseño del esquema del ADEVA

Fuente de varianza	Fórmula	Grados de libertad
<b>Total</b>	<b>(rt-1)</b>	<b>14</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>(t-1)</b>	<b>4</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>(r-1)</b>	<b>2</b>
<b>Error experimental</b>	<b>(r-1)(t-1)</b>	<b>8</b>

Elaborado por: Autor (2022)

$$CV = \frac{\sqrt{(CM)(EE\bar{x})}}{\bar{X}} \quad (100)$$

#### 10.1. Operacionalización de variables

Tabla 6. Operacionalización de las variables

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Índice/unidad medida	
VD: Adaptación Rendimiento	VI: Líneas y variedad de cebada desnuda	Porcentaje de emergencia (PE)	%	
		Vigor de planta (VP)	Escala: 1 Bueno, 3 Regular, 5 Malo	
		Hábito de crecimiento	Escala: 1 Erecto, 2 Intermedio, 3 Postrado	
		Días al espigamiento (DE)	Días	
		Altura de planta (AP)	Cm	
		Tipo de paja	Escala: 1 Tallo fuerte, 2 Tallo intermedio, 3 Tallo débil	
		Tamaño de espiga	Cm	
		Número de granos por espiga	Nº	
		<b>Indicadores Pos-cosecha</b>		
		Rendimiento de grano	kg ha <sup>-1</sup>	
		Peso hectolítrico (PH)	kg hl <sup>-1</sup>	
		Peso de 100 granos	g	
		Calidad de grano	Escala: 1 Grano grueso, 2 Grano mediano, 3 Grano pequeño	
		Parámetros de evaluación de resistencia a enfermedades	Severidad: % Tipo de reacción	

## 10.5 Métodos de evaluación y datos a registrarse

### a) Porcentaje de emergencia (PE)

Para determinar el número de plantas emergidas de cada parcela experimental, se evaluó de manera visual, con ayuda de la escala de evaluación de emergencia en cereales.

Tabla 7. Escala de evaluación de emergencia en cereales

Escala	Descripción
<b>Buena</b>	81-100% plantas germinadas
<b>Regular</b>	60-80% plantas germinadas
<b>Malo</b>	< 60% plantas germinadas

Fuente: (Ponce et al., 2019)

### b) Vigor de Planta

La evaluación del vigor de la planta fue de manera visual, comparando el desarrollo de las plantas entre líneas y la variedad en testigo con ayuda de la escala de evaluación del vigor de la planta.

Tabla 8. Escala de evaluación de vigor de planta

Escala	Nomenclatura	Descripción.
<b>1</b>	Bueno	Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas
<b>2</b>		Escala Intermedia
<b>3</b>	Regular	Plantas y hojas medianamente desarrolladas
<b>4</b>		Escala Intermedia
<b>5</b>	Malo	Plantas pequeñas y hojas delgadas

### c) Altura de planta (AP)

Con ayuda de una regla se tomó medidas del crecimiento de las plantas desde la superficie del suelo hasta la punta de la hoja bandera de cada una de las parcelas experimentales en un intervalo de tiempo de 7 días.

El tamaño final que alcanza la planta se midió desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga excluyendo las aristas (barbas) al final de la etapa de madurez fisiológica.

### d) Hábito de crecimiento

Mediante el mecanismo de percepción visual se determinó la disposición de las hojas y tallos durante el desarrollo en etapas iniciales.

Tabla 9 Escala de hábito de crecimiento o porte en cereales.

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.
2	Intermedio	Hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45°
3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo.

Fuente: (Ponce et al., 2019)

**e) Días al espigamiento (DE)**

Se contó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la aparición del 50% de espigas de cada parcela, la cual se realizó de forma visual.

**f) Incidencia de plagas y enfermedades.**

La evaluación de enfermedades en el cultivo de cebada desnuda se realizó para la roya de la hoja (*Puccinia hordei*), roya amarilla (*Puccinia striiformis*) y escaldadura de la hoja (*Rhynchosporium secalis*), el método empleado para cuantificar la presencia y daño causado se empleó la escala modificada de Cobb que determina el porcentaje del tejido que puede ser infectado por la enfermedad e incluye el grado de severidad medida en porcentajes (5, 10, 20, 40,60 y 100 %).

Tabla 10. Escala para determinar el tipo de reacción en royas

Reacción	Descripción
0	Ningún síntoma visible en la planta.
R	Clorosis o necrosis visibles sin presencia de uredias.
MR	Pequeñas uredias rodeadas por áreas cloróticas o necróticas.
M	Uredias de varios tamaños, algunos con clorosis, necrosis o los dos.
MS	Uredias de tamaño medio posiblemente rodeadas de clorosis.
S	Grandes uredias generalmente con poca o ninguna clorosis ni necrosis

Fuente: (CIMMYT, 1986)

En cuanto al virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), se utilizó la escala referida por Schaller y Qualset con valores del 1 al 9 (Tabla 11), donde 1 equivale al mínimo ataque y 9 a la máxima incidencia de la enfermedad.

Tabla 11. Escala para determinar el grado de daño por virus.

<b>Grado</b>	<b>Significado</b>
<b>1</b>	Trazas de amarillamiento en la punta de pocas hojas, planta de apariencia vigorosa.
<b>2</b>	Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas
<b>3</b>	Amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay señales de enanismo o reducción de macollamiento.
<b>4</b>	Amarillamiento moderado o algo extenso; no hay enanismo.
<b>5</b>	Amarillamiento más extenso; vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo.
<b>6</b>	Amarillamiento más extenso; vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo.
<b>7</b>	Amarillamiento más extenso; vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo.
<b>8</b>	Amarillamiento casi completo, de todas las hojas; enanismo; macollamiento reducido en apariencia (presencia de rosetas); tamaño reducido de las espigas con alguna esterilidad.
<b>9</b>	Enanismo severo; amarillamiento completo, espigas escasas; considerable esterilidad; madurez acelerada o secamiento de la planta antes de la madurez normal.

Fuente:(Ponce et al., 2019)

La presencia de plagas se evaluó de forma visual, mediante la presencia de las mismas en las diferentes etapas de desarrollo.

#### **g) Tipo de paja (TP)**

Se estimó la dureza y flexibilidad del tallo para resistir el viento y acame del cultivo, para lo cual se empleó la escala del 1 al 3. Dónde:

Tabla 12. Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.

<b>Escala</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Tallo fuerte	Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame.
<b>2</b>	Tallo intermedio	Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles que soporta parcialmente el viento y acame.
<b>3</b>	Tallo débil	Tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame.

Fuente:(Ponce et al., 2019)

### **h) Tamaño de espiga**

Con ayuda de una regla se midió el tamaño que ha alcanzado la espiga desde la base de la espiga hasta el extremo de esta, excluyendo la arista.

### **i) Número de granos por espiga**

Se seleccionaron 10 plantas de cada parcela y de forma manual se contó el número de granos llenos por espiga.

### **j) Peso de granos por espiga.**

Después de contar el número de granos por espiga con ayuda de una gramera se procedió a pesar.

### **k) Tipo de grano (TG)**

Con ayuda de la escala propuesta por el programa de cereales INIAP y mediante la percepción visual de los granos de los diferentes tratamientos se determinó el tipo de grano de las diferentes líneas avanzadas.

Tabla 13. Escala de evaluación para tipo de grano en cebada

<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>
***	Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema
**	Grano mediano, redondo, blanco o amarillo
*	Grano mediano, alargado, crema o amarillo
+	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado

Fuente: (Ponce et al., 2019)

### **l) Rendimiento.**

El rendimiento se obtuvo de la totalidad de la producción de cada unidad experimental después que el grano esté con humedad del 13%, el peso obtenido en g/parcela se realizó las debidas transformaciones a  $\text{kg ha}^{-1}$

### **m) Peso Hectolítrico o específico**

Con la balanza para pesos específico o hectolítrico obtenemos el peso del grano en un volumen específico ( $\text{kg hl}^{-1}$ ).

### **n) Peso de 100 granos**

Se contó 100 granos al azar de cada unidad experimental, luego se procedió a pesar.

## 10.6 Diseño del ensayo en campo

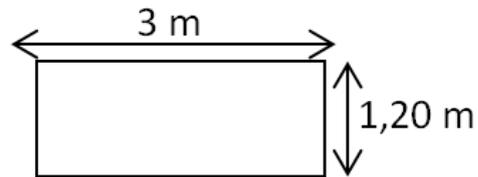


Ilustración 10. Medidas del tratamiento

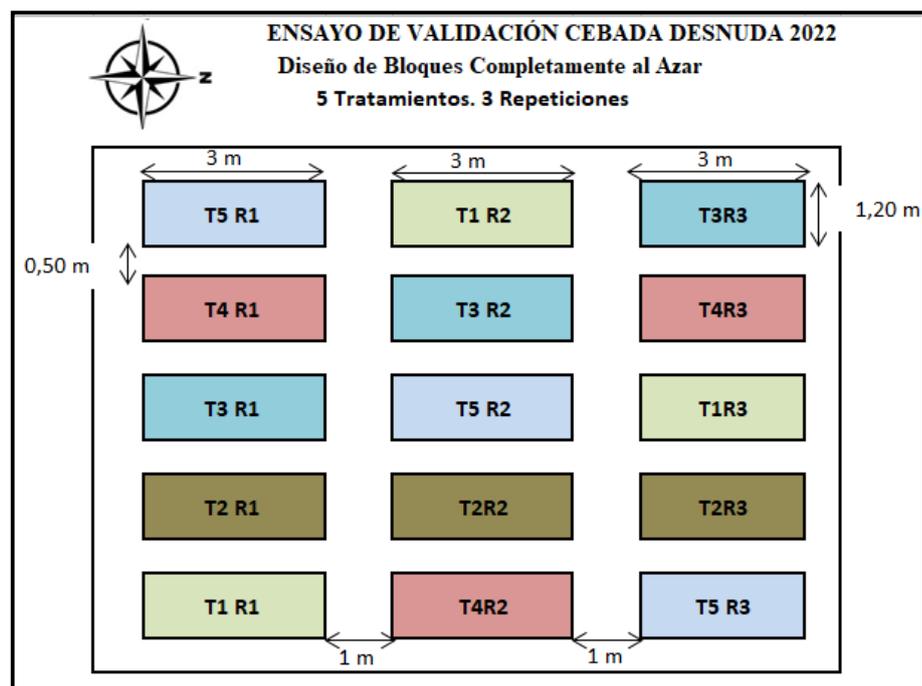


Ilustración 11. Diseño del ensayo en campo.

## 10.7 Manejo específico del cultivo

### 10.7.1 Selección del lote

Para comenzar la investigación, se llevó a cabo una exploración del lugar con el fin de determinar la ubicación de la parcela. Tomando en cuenta que anteriormente en el lote no debe haber sido cultivado con ningún cereal el ciclo anterior.

### 10.7.2 Preparación del suelo

Seguido se procedió con la preparación del suelo la cual se realizó con 2 meses de anticipación con el propósito de que exista una adecuada descomposición de malezas el cual se realizó de forma mecánica consistió en un pase de arado y dos de rastra.

### **10.7.3 Desinfección de semilla**

La semilla de cebada desnuda fue proporcionada por el programa de cereales del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Fue desinfectada con Fludioxonilo (Celest) en dosis de  $2 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$  de semilla.

Para la siembra se realizó una limpieza y la nivelación del lote posteriormente se efectuó la delimitación de los diferentes tratamientos y repeticiones utilizando cal. Para la siembra se utilizó una sembradora experimental con calibración para una densidad de  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de semilla.

### **10.7.4 Riego.**

El riego se realizó de forma mecánica mediante el método de aspersión de acuerdo con las épocas de sequía y las necesidades hídricas de sus diferentes fases fenológicas.

### **10.7.5 Fertilización**

Se aplicó una cantidad de 20% del nitrógeno, junto con el 100% de Fósforo, Potasio y Azufre. Al macollamiento y en la etapa de Zadoks (Z 30) se aplicó el 80% restante del nitrógeno.

### **Control de malezas**

El control de malezas se realizó de forma manual, al momento de la aparición de las plantas arvenses, en la etapa de crecimiento de la planta, Macollaje, hoja bandera visible, emergencia de la inflorescencia.

### **10.7.6 Controles fitosanitarios**

En la investigación se evaluó la incidencia y severidad de las principales enfermedades que enfrenta el cultivo de cebada desnuda, por lo que no se realizó la aplicación de agroquímicos.

### **10.7.7 Cosecha**

Se realizó de forma manual, usando una hoz una vez que las plantas alcanzaron su madurez de campo.

### **10.7.8 Trilla**

La trilla se realizó de forma mecánica utilizando una trilladora para experimentos. El grano trillado se almacenó con su debida etiqueta, que contenga la información del ensayo.

### 10.7.9 Beneficio de la semilla

Posteriormente se procedió al secado de la semilla hasta que obtenga una humedad de grano del 13%. Luego se realizó la limpieza del grano, para finalmente almacenar el grano en fundas de tela.

## 11 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

### 11.1 Variables agronómicas y morfológicas.

#### 11.1.1 Porcentaje de emergencia.

Como observamos en la Ilustración 12 y Tabla 14 del porcentaje de emergencia, nos indica que las líneas CD-19-010 y CD-19-011 alcanzaron el mayor porcentaje de emergencia con 98,33% y 90% respectivamente a los 13 días después de la siembra. Y el tratamiento con menor porcentaje fue la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 con 81,67%, por lo que se puede decir que todos los tratamientos tuvieron un buen porcentaje de germinación, esto se enmarca con lo estipulado por (Ponce et al., 2019) que considera que la emergencia es buena cuando está en el rango de 81-100%, de plantas germinadas; las diferencias numéricas entre tratamientos se deben a la incidencia de otros factores, esto es corroborado por lo mencionado por (Ponce et al., 2019) donde indica que es este parámetro puede ser afectado por factores como profundidad de siembra, tipo de suelo, preparación del suelo, condiciones ambientales y calidad de semilla.

Tabla 14. Medidas de resumen de porcentaje de emergencia

<b>Líneas y/o variedad</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>D.E.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
CD-19-010	98,33	2,89	95	100
CD-19-011	90,00	13,23	75	100
CD-19-006	86,67	10,41	75	95
CD-19-007	86,67	2,89	85	90
INIAP-ATAHUALPA 92	81,67	5,77	75	85
<b>Total</b>	<b>88,67</b>	<b>8,96</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

DE= Desviación estándar.

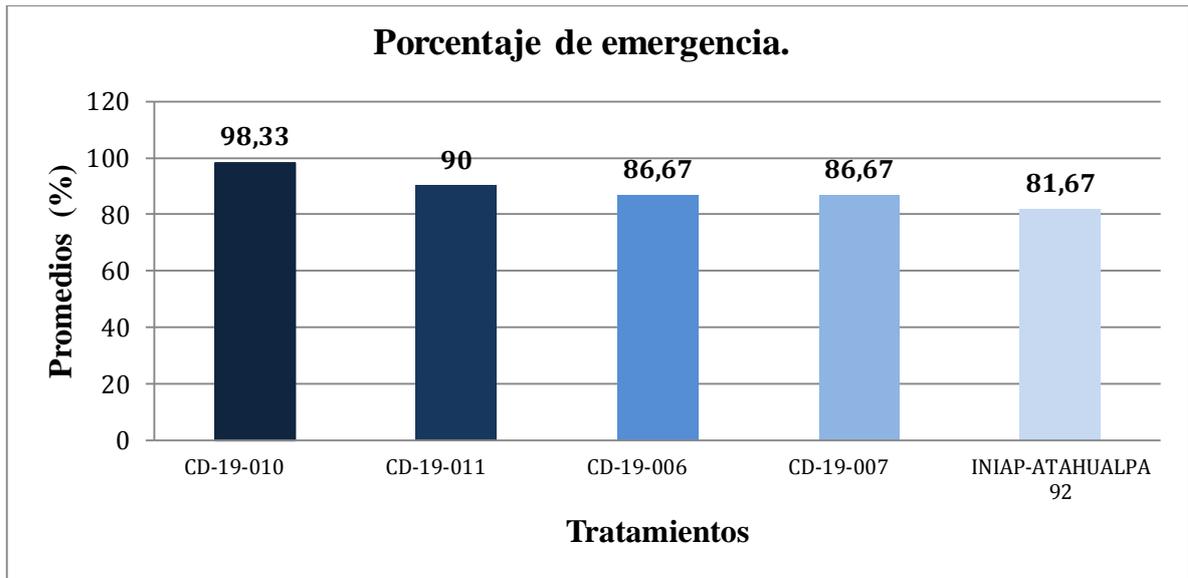


Ilustración 12. Porcentaje de emergencia

### 11.1.2 Vigor de la planta.

Los resultados que se muestran en la Tabla 15, con respecto a las medidas de resumen de la variable vigor de planta (VP), según la escala descrita en los métodos de evaluación Tabla 8, evaluada en etapa de desarrollo Z 14 según la escala de Zadoks, se observa que todas las líneas promisorias y la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 tienen el mismo valor de 3 que corresponde a la descripción de plantas y hojas medianamente desarrolladas.

Tabla 15. Medidas de resumen del vigor de la planta.

<b>Líneas y/o variedad</b>	<b>Promedio escala (1-5)</b>	<b>D.E.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
CD-19-006	3	0	3	3
CD-19-007	3	0	3	3
CD-19-010	3	0	3	3
CD-19-011	3	0	3	3
INIAP-ATAHUALPA 92	3	0	3	3
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

DE= Desviación estándar.

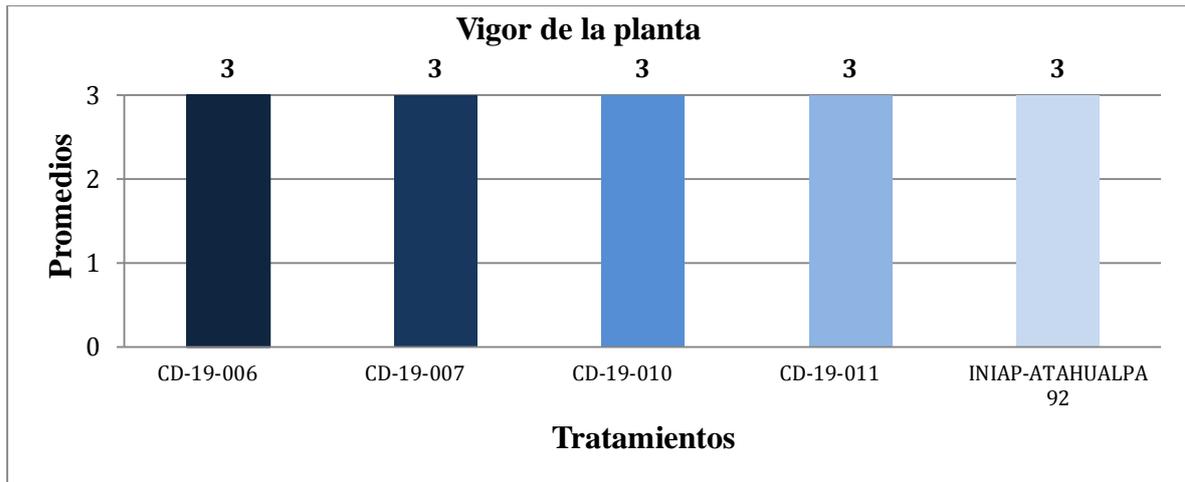


Ilustración 13. Vigor de la planta

En la Ilustración 13 se observa, que las líneas CD-19-006, CD-19-007, CD-19-010, CD-19-011 y la variedad INIAP-ATAHUALPA 92, tienen un valor de 3 con una nomenclatura regular el cual menciona que las plantas y hojas están medianamente desarrolladas. Como expresa (García et al., 2016) el vigor de la semilla es un parámetro muy importante el cual permite identificar las diferencias entre la germinación y la emergencia en el campo, principalmente cuando las condiciones del campo pueden causar estrés. (Alvarado & Malevé, 2010) relaciona al vigor con el porcentaje significativo el número de espigas verdaderas y un componente importante del rendimiento.

### 11.1.3 Hábito de crecimiento o porte.

Los resultados que se muestran en la Tabla 16, con respecto a las medidas de resumen del hábito de crecimiento según la escala descrita en los métodos de evaluación Tabla 9, evaluada en etapa de desarrollo Z 25 según la escala de Zadoks, se observa que todas las líneas promisorias y la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 tienen el mismo valor de 2 que corresponde a la descripción de hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados.

Tabla 16. Medidas de resumen del hábito de crecimiento

Líneas y/o variedad	Promedio escala (1-3)	D.E.	Mínimo	Máximo
CD-19-006	2	0	2	2
CD-19-007	2	0	2	2
CD-19-010	2	0	2	2
CD-19-011	2	0	2	2
INIAP-ATAHUALPA 92	2	0	2	2
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

DE= Desviación estándar.

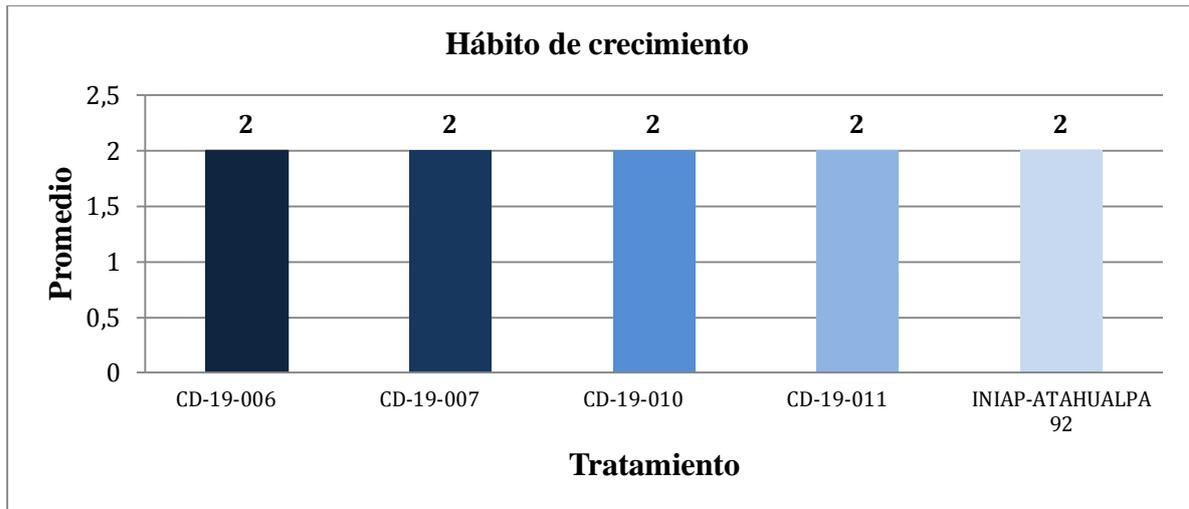


Ilustración 14. Hábito de crecimiento

Como se observa en la Ilustración 14, con respecto al hábito de crecimiento las líneas CD-19-006, CD-19-007, CD-19-010, CD-19-011 y la variedad INIAP-ATAHUALPA 92, no muestran variabilidad con un valor de 2 con una nomenclatura intermedio el cual menciona que las hojas están dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados. (Velasco et al., 2020) manifiesta que el hábito de crecimiento determina el grado de dificultad en las labores de cosecha, y los materiales erectos facilitan las labores agronómicas e igualmente materiales no erectos tienen una tendencia al volcamiento o acame. (Ponce et al., 2019) señala que factores como la temperatura, precipitación, horas luz y nutrición del suelo están relacionados al hábito de crecimiento.

#### 11.1.4 Días al espigamiento.

Los resultados que se muestran en la tabla 17, con respecto a las medidas de resumen de la variable días al espigamiento evaluada en etapa de desarrollo Z 55 según la escala de Zadoks, variable medida en número de días desde la germinación hasta la aparición de espigas en un 50 % de las plantas de cada parcelase. Se puede apreciar que el mejor promedio es de 69,67 días que corresponde a la línea CD-19-0011, siendo así la línea más tardía.

Tabla 17. Medidas de resumen de días al espigamiento

Líneas y/o variedad	Promedio (Días)	D.E.	Mínimo	Máximo
CD-19-011	69,67	0,58	69	70
CD-19-006	69,00	0,00	69	69
CD-19-010	64,33	0,58	64	65
INIAP-ATAHUALPA 92	64,00	0,00	64	64
CD-19-007	63,67	1,15	63	65
<b>Total</b>	<b>66,13</b>	<b>2,77</b>	<b>63</b>	<b>70</b>

DE= Desviación estándar.

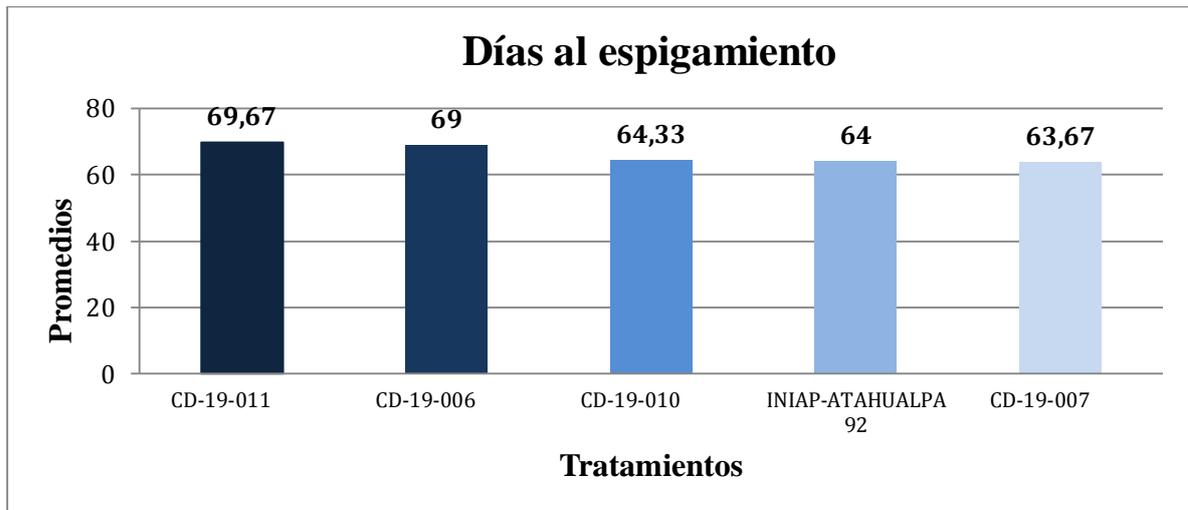


Ilustración 15. Días al espigamiento

En la Ilustración 15, que corresponde a días al espigamiento se puede apreciar que las líneas CD-19-011 y CD-19-006 alcanzaron el mayor promedio con 69,67 días y 69 días respectivamente y el menor promedio es de CD-19-007 con un valor de 63,67 días. A diferencia de la investigación realizada por (Cajamarca & Montenegro, 2015) en la sierra ecuatoriana en tres localidades diferentes situadas en la provincia del Cañar y Azuay obtuvieron un promedio de 81,88; 83,58 y 86,1 días al espigamiento respectivamente.

Lo cual permite considerar que factores externos al germoplasma como temperatura, suelo, riego, humedad, luminosidad han influido en este parámetro.

### 11.1.5 Altura de planta.

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 18) realizado para la variable altura de planta en base a los datos obtenidos de campo durante los 125 días de la investigación, se puede apreciar que existen diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 5,62%

Tabla 18. ADEVA para la variable altura de planta

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>P-valor</b>	<b>Significancia</b>
Total	14			
Tratamiento	4	521,16	0,0005	*
Repeticiones	2	37,57	0,3306	n.s.
Error	8	29,47		
<b>CV (%)</b>	<b>5,62</b>			

\* = diferencias significativas, n. s. = no significancia estadística

La prueba de significación Tukey al 5 % (Tabla 19) para la variable altura de planta presentó 2 rangos de significación estadística. Donde el rango “A” corresponde al testigo la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 y la línea promisoría CD-19-011 y el rango “B” corresponde a las líneas promisorias CD-19-010, CD-19-007 y CD-19-006.

Tabla 19. Prueba Tukey al 5 % de altura de planta.

<b>Líneas y/o variedad</b>	<b>Promedios (cm)</b>	<b>Rango de significación</b>
INIAP-ATAHUALPA 92	117,13	A
CD-19-011	102,67	AB
CD-19-010	88,33	B
CD-19-007	87,46	B
CD-19-006	87,40	B

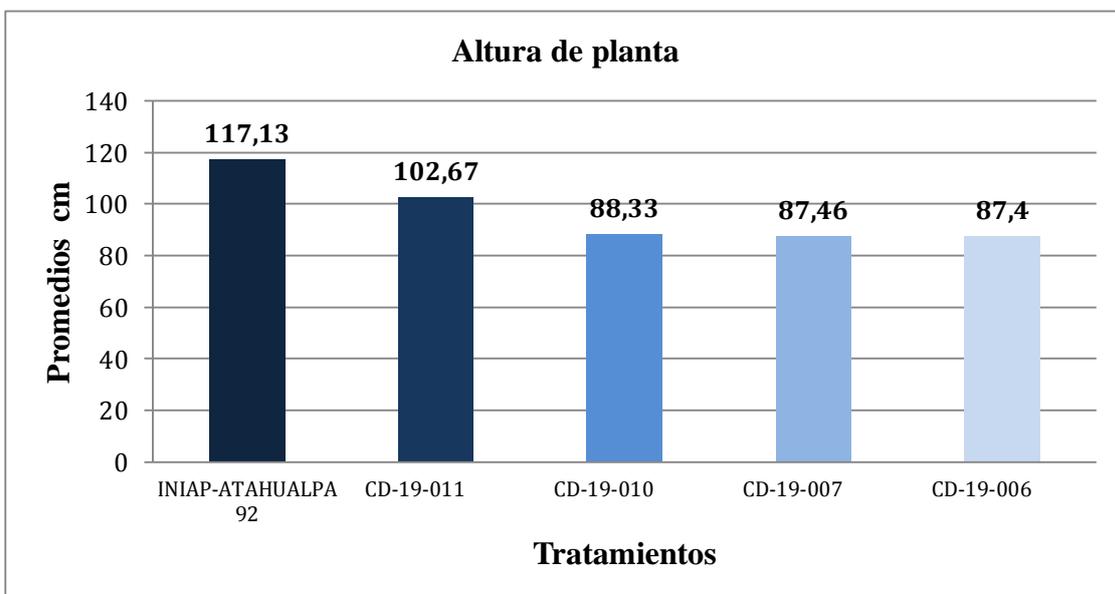


Ilustración 16. Altura de planta

De acuerdo a la Ilustración 16 altura de planta, al analizar las medias de los diferentes tratamientos a los 125 días, se observa que el mejor promedio en altura expresada en cm en

comparación a los otros tratamientos fue la variedad INIAP- ATAHUALPA 92 con 117,13 cm, y el tratamiento con menor altura fue la línea promisorio CD-19-006.

La variedad INIAP- ATAHUALPA 92 con 117,13 supera el comportamiento propio de la variedad ya que según menciona (Chicaiza et al., 1992) la altura de la misma se encuentra entre 70-100 cm. Sin embargo (Pilataxi, 2013) menciona que la altura de planta es una característica importante que tiene una correlación directa con el porcentaje de acame del tallo con una alta incidencia y frecuencia de vientos, son recomendadas variedades de altura intermedia menores a 100 cm.

### 11.1.6 Tipo de paja.

Los resultados que se muestran en la Tabla 20, con respecto a las medidas de resumen de la variable tipo de paja (TP), según la escala descrita en los métodos de evaluación Tabla 12, evaluada en etapa de desarrollo Z 91 según la escala de Zadoks, se observa que todas las líneas promisorias tienen una escala de 2 que resulta ser tallo intermedio y la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 tienen una escala de 3 tallo débil.

Tabla 20. Medidas de resumen del tipo de paja

Líneas y/o variedad	Promedio escala (1-3)	D.E.	Mínimo	Máximo
CD-19-006	2	0	2	2
CD-19-007	2	0	2	2
CD-19-010	2	0	2	2
CD-19-011	2	0	2	2
INIAP-ATAHUALPA 92	3	0	3	3
<b>Total</b>	<b>2,27</b>	<b>0,46</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

DE= Desviación estándar.

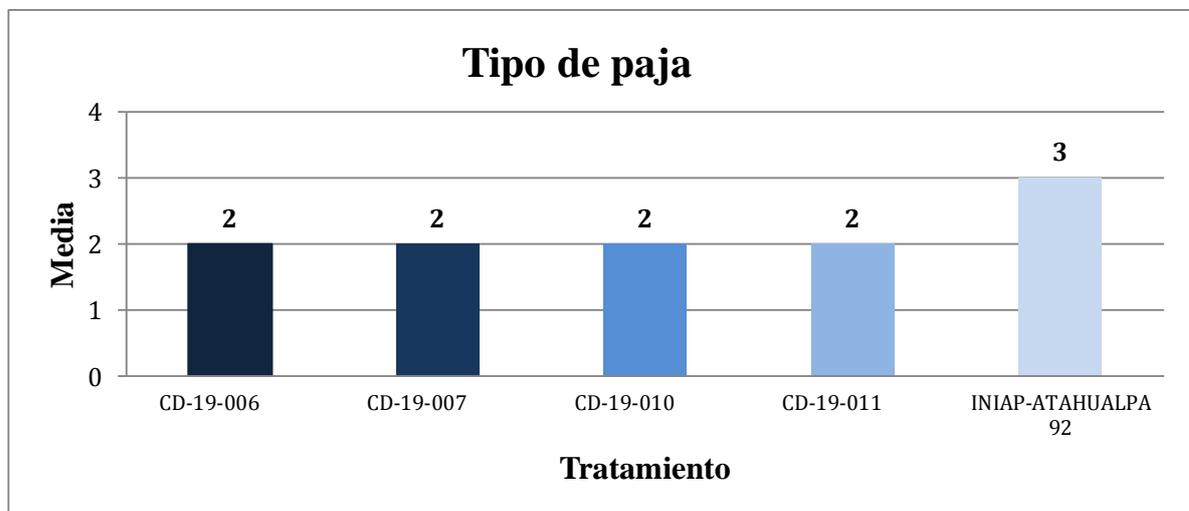


Ilustración 17. Tipo de paja

En la Ilustración 17, con respecto al tipo de paja muestra que las líneas promisorias CD-19-006, CD-19-007, CD-19-010, CD-19-011 tienen una escala de 2 con nomenclatura tallo intermedio donde la descripción manifiesta que los tallos no son gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame y la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 tienen una escala de 3 que corresponde a tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame. Lo cual no se ajusta al comportamiento propio de la variedad ya que según (Chicaiza et al., 1992) los tallos son resistentes al acame. De acuerdo con (Baldoceña, 2015) el acame está muy influenciado por las condiciones climáticas, condiciones de manejo y de las propias características del cultivo como la altura de planta, la calidad de paja, sistema radicular fuerte, etc.

### 11.1.7 Tamaño de espiga

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 21) realizado para la variable tamaño de espiga en base a los datos registrados según la escala de Zadoks Z 92 cuando la cariósida este duro, se puede apreciar que existen diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 10,33%

Tabla 20. ADEVA para la variable tamaño de espiga

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>P-valor</b>	<b>Significancia</b>
Total	14			
Tratamiento	4	9,48	0,0021	*
Repeticiones	2	0,96	0,3591	n.s.
Error	8	0,82		
<b>CV (%)</b>	<b>10,33</b>			

\* = diferencias significativas, n. s. = no significancia estadística

La prueba de significación Tukey al 5% (Tabla 22) para la variable tamaño de espiga presentó 2 rangos de significación estadística. Donde el rango “A” corresponde al testigo la variedad INIAP-ATAHUALPA el rango “B” corresponde a las líneas promisorias CD-19-006, CD-19-011, CD-19-010 y CD-19-007

Tabla 21. Prueba Tukey al 5 % de tamaño de espiga

Líneas y/o variedad	Promedios (cm)	Rango de significación
INIAP-ATAHUALPA 92	12,03	A
CD-19-006	8,72	B
CD-19-011	8,42	B
CD-19-010	7,90	B
CD-19-007	7,65	B

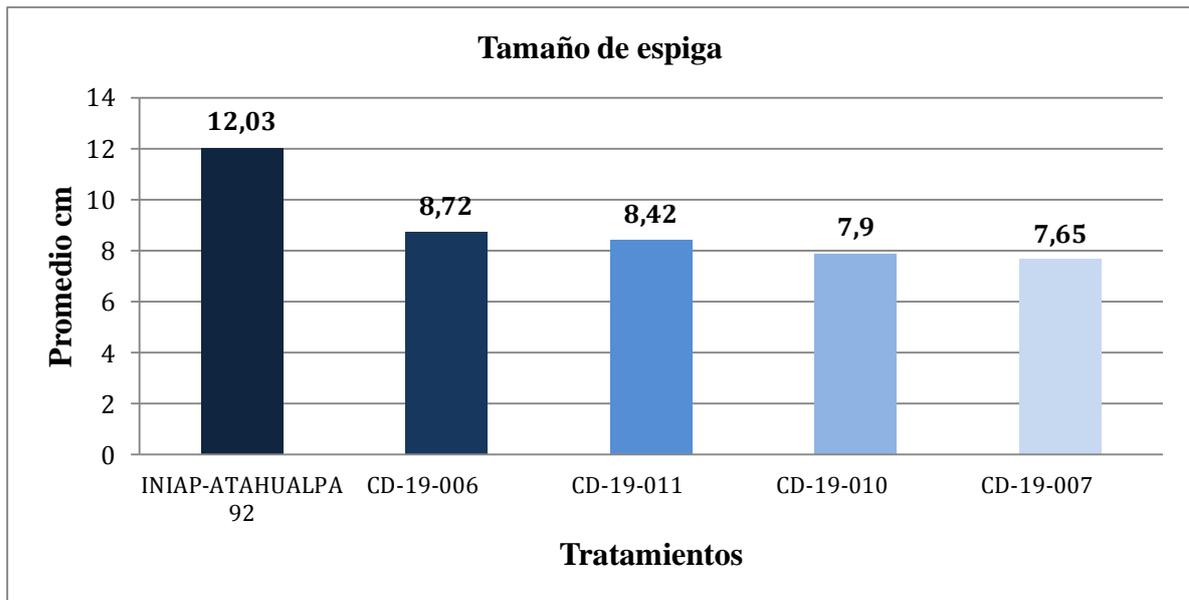


Ilustración 18. Tamaño de espiga

La Ilustración 18, corresponde a la variable tamaño de espiga donde se puede observar que la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 obtuvo el mayor promedio con 12,03 cm y el menor promedio es de CD-19-007 con un valor de 7,65 cm. (Grignola, 2018) afirma que es de suma importancia establecer altas tasas de crecimiento durante el encañado para de esta forma lograr aumentar el tamaño de espiga.

### 11.1.8 Número de granos por espiga

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 23) realizado para la variable número de granos por espiga en base a los datos registrados según la escala de Zadoks Z 92 cuando el cariósipide este duro, se puede apreciar que existen diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 5,32%

Tabla 22. ADEVA para la variable número de granos por espiga

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>P-valor</b>	<b>Significancia</b>
Total	14			
Tratamiento	4	31,45	0,0005	*
Repeticiones	2	0,75	0,6734	n.s.
Error	8	1,80		
<b>Total (%)</b>	<b>5,32</b>			

\* = diferencias significativas, n. s. = no significancia estadística

La prueba de significación Tukey al 5% (Tabla 24) para el variable número de granos por espiga presentó 2 rangos de significación estadística. Donde el rango “A” corresponde al testigo la variedad INIAP-ATAHUALPA el rango “B” corresponde a las líneas promisorias CD-19-006, CD-19-011, CD-19-007 y CD-19-010

Tabla 23. Prueba Tukey al 5% de número de granos por espiga

<b>Líneas y/o variedad</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango de significación</b>
INIAP-ATAHUALPA 92	30,70	A
CD-19-006	25,40	B
CD-19-011	23,80	B
CD-19-007	23,07	B
CD-19-010	22,93	B

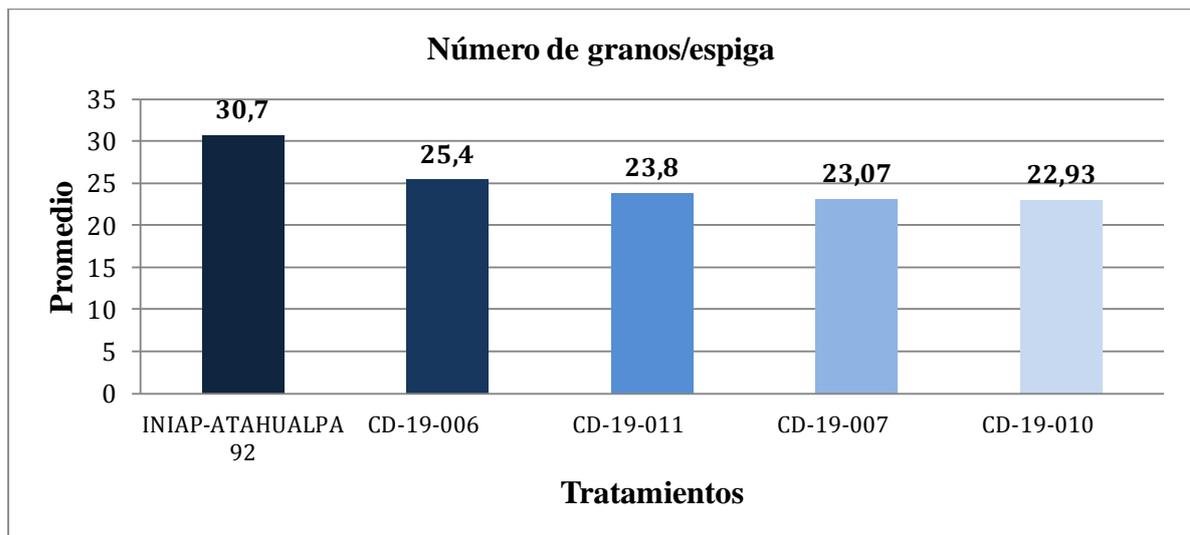


Ilustración 19. Número de granos por espiga

La Ilustración 19, corresponde a la variable número de granos por espiga donde se puede observar que la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 obtuvo el mayor promedio con 30,7 granos y el menor promedio es de la línea promisorias CD-19-010 con un valor de 22,93 granos. (Rios

et al., 2011) en la investigación realizada de evaluación del rendimiento y sus componentes en genotipos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) Diferenciados por su tipo de espiga y grano donde menciona que el segundo componente del rendimiento es el número de granos por espiga; este componente identifica el estado reproductivo y depende del número de flores que son polinizadas y del número de flores polinizadas que se llenan y se convierten en grano.

## 11.2 Variables evaluadas en post - cosecha.

### 11.2.1 Rendimiento

En base a los resultados obtenidos en las medidas de resumen (Tabla 25) de la variable rendimiento, la Ilustración 20 muestra que la línea promisoría CD-19-007 la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 tienen el mayor promedio de rendimiento con 6627,93 (kg ha<sup>-1</sup>) y 6469,14 (kg ha<sup>-1</sup>) respectivamente y el menor promedio en rendimiento tiene la línea promisoría CD-19-010 con un valor de 5407,41(kg ha<sup>-1</sup>)

Tabla 24. Medidas de resumen del rendimiento

Líneas y/o variedad	Promedio (kg ha <sup>-1</sup> )	D.E.	Mínimo	Máximo
CD-19-007	6627,93	678,01	6078,40	7385,60
INIAP-ATAHUALPA 92	6469,14	627,82	6013,10	7185,20
CD-19-006	6463,50	689,34	6049,40	7259,30
CD-19-011	6038,34	1166,49	4740,70	7000,00
CD-19-010	5407,41	516,20	4833,30	5833,30
<b>TOTAL</b>	<b>6201,26</b>	<b>795,09</b>	<b>4740,70</b>	<b>7385,60</b>

DE= Desviación estándar.

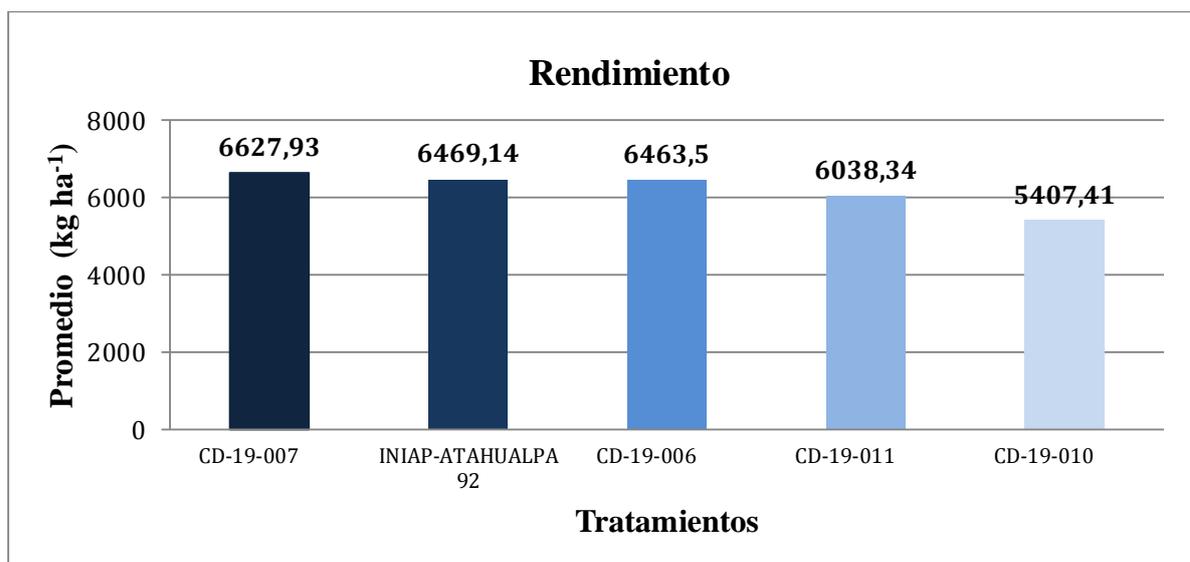


Ilustración 20. Rendimiento

Ponce et al., 2019 menciona que este parámetro es el más importante a evaluar ya que nos indica básicamente la producción potencial en grano que cada material puede alcanzar.

### 11.2.2 Peso hectolítrico o específico

En base a los resultados obtenidos en las medidas de resumen (Tabla 26) de la variable peso hectolítrico, la Ilustración 21 muestra que las líneas promisorias CD-19-006 y CD-19-007 tienen el mayor promedio en peso hectolítrico con 71,77 (kg hl<sup>-1</sup>) y 71,59 (kg hl<sup>-1</sup>) respectivamente y el menor promedio tiene la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 con un valor de 70,50 (kg hl<sup>-1</sup>).

Tabla 25. Medidas de resumen de peso hectolítrico.

Líneas y/o variedad	Promedios (kg hl <sup>-1</sup> )	D.E.	Mínimo	Máximo
CD-19-006	71,77	0,97	70,75	72,69
CD-19-007	71,59	1,35	70,04	72,46
CD-19-010	71,37	1,13	70,30	72,55
CD-19-011	71,04	1,27	69,83	72,37
INIAP-ATAHUALPA 92	70,50	0,74	69,82	71,29
<b>Total</b>	<b>71,26</b>	<b>1,05</b>	<b>69,82</b>	<b>72,69</b>

DE= Desviación estándar.

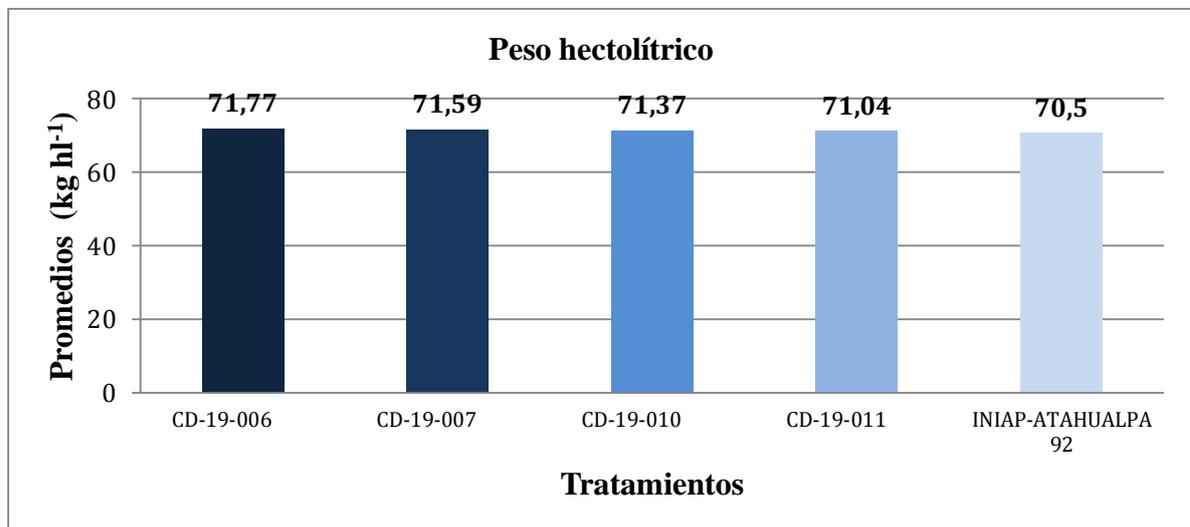


Ilustración 21. Peso hectolítrico

De acuerdo con (Ponce et al., 2020) esta variedad tiene un rango de peso hectolítrico de 65-69 (kg hl<sup>-1</sup>). Deduciendo que las líneas promisorias superan a la variedad con al menos 1 (kg hl<sup>-1</sup>). Desde el punto de vista de (Díaz, 2016) este parámetro es importante porque nos ayuda a conocer el estado físico de los genotipos en relación a niveles de impureza, presencia de granos dañados, quebrados y enfermos y a su vez es significativo para su comercialización.

### 11.2.3 Peso de 100 granos

De acuerdo con el análisis de varianza realizado (Tabla 27) para la variable peso de 100 granos en base a los datos registrados en la investigación, se puede apreciar que existen diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 9,13%

Tabla 26. ADEVA para la variable de peso de 100 granos

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	P-valor	Significancia
Total	14			
Tratamiento	4	1,73	0,0059	*
Repeticiones	2	0,82	0,064	n.s.
Error	8	0,21		
<b>CV (%)</b>	<b>9,13</b>			

\* = diferencias significativas, n. s. = no significancia estadística

La prueba de significación Tukey al 5% (Tabla 28) para la variable peso de 100 granos presentó 2 rangos de significación estadística. Donde el rango “A” corresponde al testigo la variedad INIAP-ATAHUALPA y CD-19-011 y el rango “B” corresponde a las líneas promisorias CD-19-011, CD-19-006, CD-19-007 y CD-19-010.

Tabla 27. Prueba Tukey al 5% del peso de 100 granos

Líneas y/o variedad	Promedios (g)	Rango de significación
INIAP-ATAHUALPA 92	6,10	A
CD-19-011	5,38	AB
CD-19-006	4,60	B
CD-19-007	4,51	B
CD-19-010	4,26	B

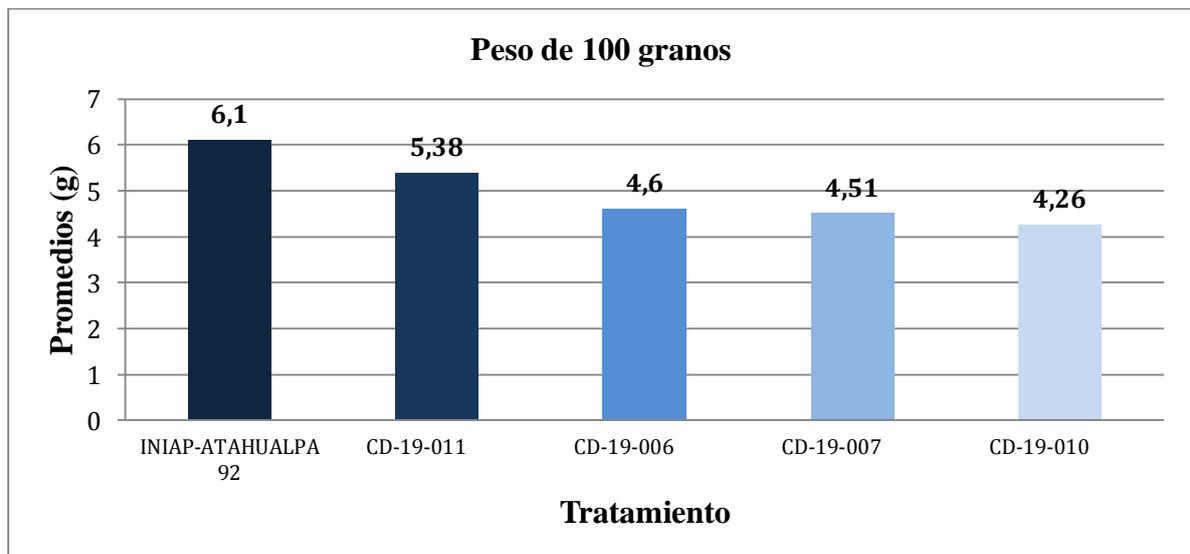


Ilustración 22. Peso de 100 granos

La Ilustración 22 muestra que la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 tiene el mayor promedio en peso de 100 granos con 6,1 g y el menor promedio tiene la línea promisorio CD-19-010 con un valor de 4,26 g. Como expresa (Arias, n.d.) El peso del grano es uno de los componentes que implican en el rendimiento. Está relacionado directamente con la cantidad de almidón y por lo tanto tiene relación con la calidad.

#### 11.2.4 Tipo y color de grano

Los resultados obtenidos en las medidas de resumen (Tabla 29) de la variable tipo y color de grano en base a los datos registrados según la escala de evaluación para el tipo de grano en cebada descrita en la metodología utilizada. La Ilustración 23 muestra que las líneas promisorio CD-19-010 y CD-19-011 tienen una escala 3 la cual en su descripción menciona que son granos grandes, gruesos, redondos y pueden ser de color blanco o crema y la línea promisorio CD-19-007 tiene el menor valor de la escala 1 que son granos medianos, alargados y de color crema o amarillo. (Ponce et al., 2019) menciona que la calificación que recibe el grano varía de acuerdo con su color, forma, tamaño, uniformidad o daño. Se evalúa una vez que el grano está totalmente seco.

**Tabla 28.** Medidas de resumen de tipo de grano.

<b>Líneas y/o variedad</b>	<b>Promedio</b>	<b>D.E.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
CD-19-010	3	0	3	3
CD-19-011	3	0	3	3
INIAP-ATAHUALPA 92	2	0	2	2
CD-19-006	1	0	1	1
CD-19-007	1	0	1	1
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0,93</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

DE= Desviación estándar.

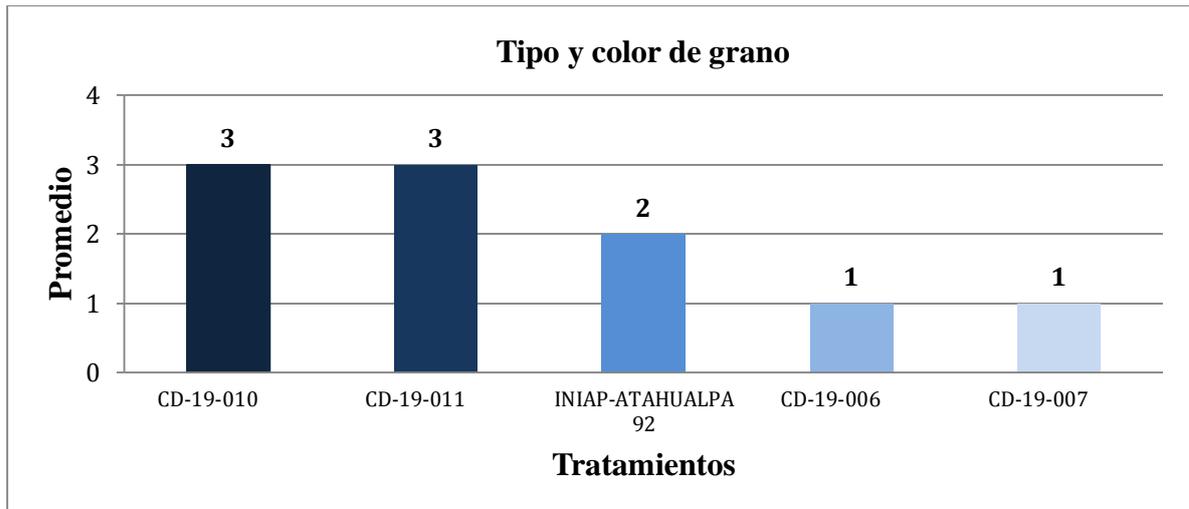


Ilustración 23. Tipo de grano

### 11.3 Evaluación de incidencia a enfermedades

#### 11.3.1 Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

De acuerdo al análisis de varianza realizado (Tabla 30) para la variable de enfermedad roya amarilla (*Puccinia striiformis*) en base a los datos registrados en la investigación, se puede apreciar que existen diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 31,6%

Tabla 29. ADEVA para la variable roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	P-valor	Significancia
Total	14			
Tratamiento	4	360,83	0,028	*
Repeticiones	2	101,67	0,3094	n.s.
Error	8	74,58		
<b>C.V.</b>		<b>31,6 %</b>		

\* = diferencias significativas, n. s. = no significancia estadística

La prueba de significación Tukey al 5% (Tabla 31) para la variable de enfermedad roya amarilla (*Puccinia striiformis*) presentó 2 rangos de significación estadística. Donde el rango “A” corresponde a la línea promisorio CD-19-010, la interacción entre el rango “AB” corresponden a las líneas promisorias CD-19-011, CD-19-006, CD-19-007 y el rango “B” corresponde al testigo la variedad INIAP-ATAHUALPA 92

Tabla 30. Prueba Tukey al 5 % de roya amarilla

Líneas y/o variedad	Promedios (sev %)	Rango de significación
CD-19-010	13,33	A
CD-19-011	21,67	AB
CD-19-006	25,00	AB
CD-19-007	36,67	AB
INIAP-ATAHUALPA 92	40,00	B

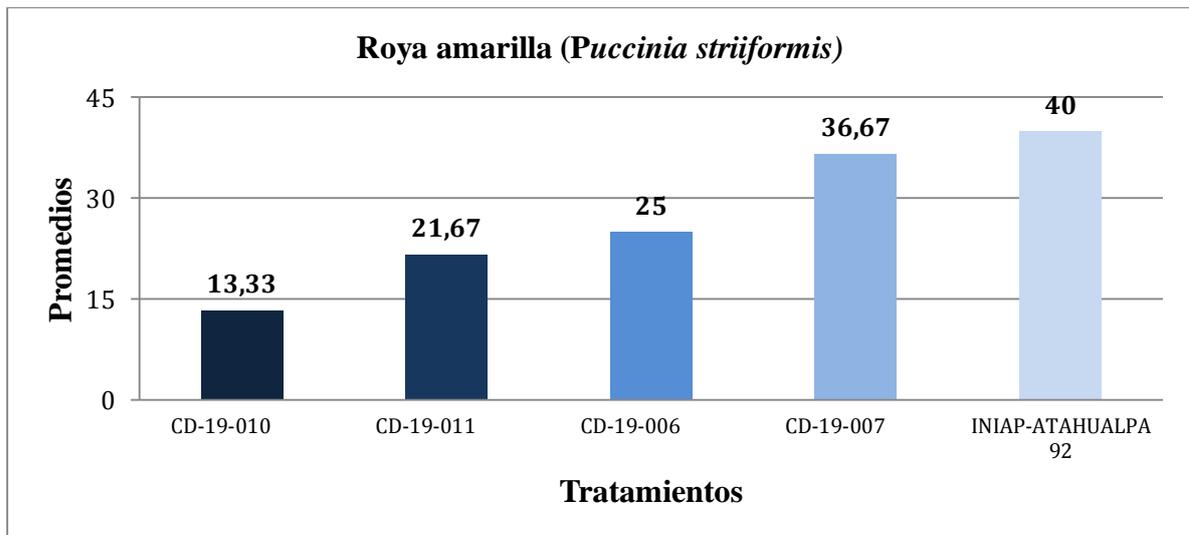


Ilustración 24. Roya amarilla en hoja

En la Ilustración 24, la cual corresponde a la enfermedad de roya amarilla (*Puccinia striiformis*) en base a los datos del porcentaje de severidad de acuerdo con la escala modificada de Cobb y la escala de tipo de reacción descrita en métodos de evaluación y evaluadas en las etapas de desarrollo Z 37 y Z 55 según la escala de Zadoks. Se muestra que la línea promisoría CD-19-010, tiene un menor porcentaje de severidad con un valor de 13,33% la reacción es medianamente resistente (MR) que son pequeñas uredias rodeadas por áreas necróticas. Y la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 tienen el mayor porcentaje de severidad con un valor de 40% con respuesta moderadamente susceptible (MS) con uredias de tamaño medio posiblemente rodeados de clorosis. (Chicaiza et al., 1992) manifiesta que, aunque la variedad INIAP ATAHUALPA 92 presenta tolerancia a las royas es importante recalcar que dependiendo de las zonas y condiciones medio ambientales el porcentaje de infección puede alcanzar niveles que influyen en el bajo rendimiento.

### 11.3.2 Roya de la hoja (*Puccinia hordei*)

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 32) realizado para la variable de enfermedad roya de la hoja (*Puccinia hordei*) en base a los datos registrados en la investigación, se puede apreciar que existen diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 26,67%

Tabla 31. ADEVA para la variable roya de la hoja (*Puccinia hordei*)

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	P-valor	Significancia
Total	14			
Tratamiento	4	273,33	0,0453	*
Repeticiones	2	35	0,6176	n.s.
Error	8	68,33		
<b>CV (%)</b>	<b>26,67</b>			

\* = diferencias significativas, n. s. = no significancia estadística

La prueba de significación Tukey al 5% (Tabla 33) para la variable de enfermedad roya de la hoja (*Puccinia hordei*) presentó 2 rangos de significación estadística. Donde el rango “A” corresponde a la línea promisorio CD-19-011, la cual demuestra que tuvo menor porcentaje de severidad en cuanto a la roya de la hoja y la línea promisorio CD-19-010, se ubica en el rango “B” ya que tiene un mayor porcentaje de infección de la enfermedad.

Tabla 32. Prueba Tukey al 5 % de roya de la hoja

Líneas y/o variedad	Promedios (sev %)	Rango de significación
CD-19-011	18,33	A
INIAP-ATAHUALPA 92	26,67	A B
CD-19-006	30	A B
CD-19-007	36,67	A B
CD-19-010	43,33	B

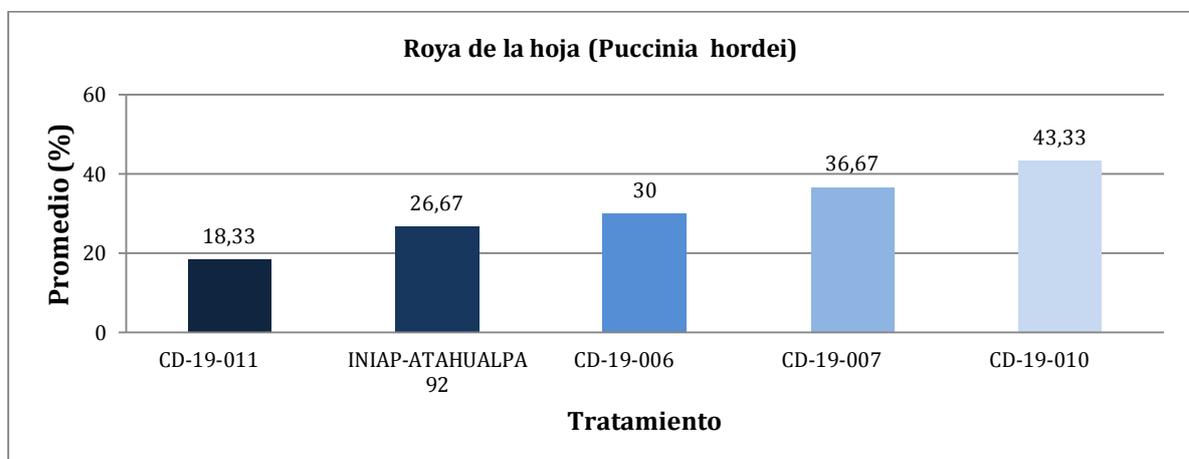


Ilustración 25. Roya de la hoja

En la Ilustración 25, la cual corresponde a la enfermedad de roya de la hoja (*Puccinia hordei*) en base a los datos del porcentaje de severidad de acuerdo con la escala modificada de Cobb y la escala de tipo de reacción descrita en métodos de evaluación y evaluadas en las etapas de desarrollo Z 37 y Z 55 según la escala de Zadoks. Se muestra que la línea promisoría CD-19-011, tiene un menor porcentaje de severidad con un valor de 18,33% la reacción es moderadamente resistente (MR) que son pequeñas uredias rodeadas por áreas necróticas. Y la línea promisoría CD-19-010 tiene el mayor porcentaje de severidad con un valor de 43,33% con respuesta moderadamente susceptible (MS) con uredias de tamaño medio posiblemente rodeados de clorosis. (Garrido, 2017) manifiesta que la roya de la hoja de la cebada es más común que la roya amarilla, esta enfermedad raramente excede del 3% del área de la hoja, pero pueden producir severas epidemias en cultivos individuales produciendo pérdidas del 30%.

### 11.3.3 Virus del enanismo amarillo (BYDV)

Los resultados obtenidos en las medidas de resumen (Tabla 34) en base a los datos obtenidos utilizando la escala descrita por Schaller y Qualset del (1-9) donde 1 equivale al mínimo ataque y 9 al máximo ataque con respecto al virus del enanismo amarillo (BYDV).

Tabla 33. Medidas de resumen del virus del enanismo amarillo

Líneas y/o variedad	Promedio escala (1-9)	D.E.	Mínimo	Máximo
INIAP-ATAHUALPA 92	4,67	1,15	4	6
CD-19-007	6,00	0,00	6	6
CD-19-010	6,00	1,00	5	7
CD-19-006	6,67	0,58	6	7
CD-19-011	6,67	0,58	6	7
<b>Total</b>	<b>6,00</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>7</b>

DE= Desviación estándar.

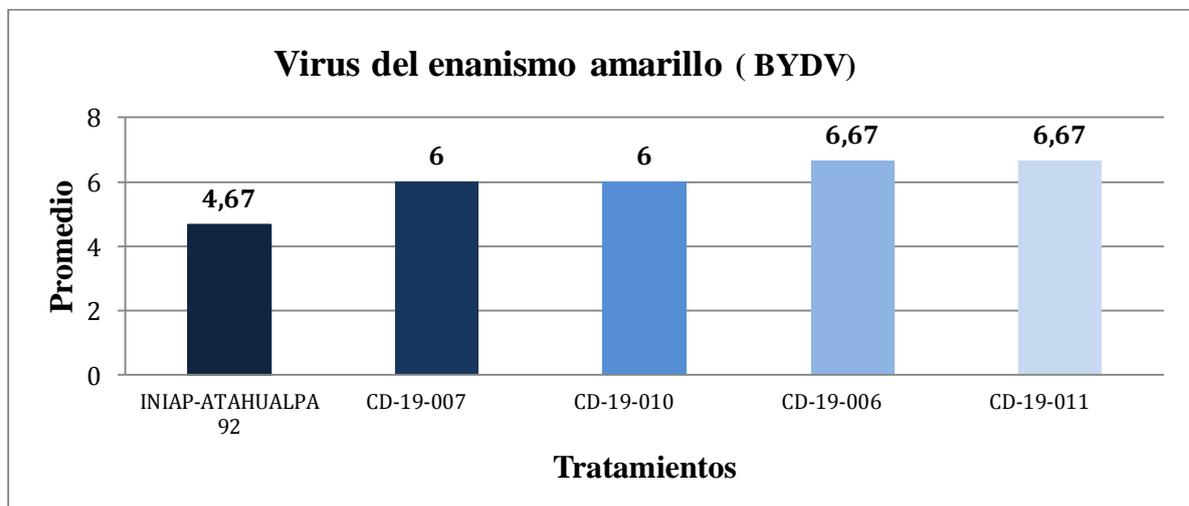


Ilustración 26. Virus del enanismo amarillo (BYDV)

La Ilustración 26 muestra que la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 presenta el menor ataque con un promedio de 4,67 los cuales presentaron amarillamiento moderado o algo extenso; no hay enanismo. Y la línea promisoría CD-19-011 muestra mayor ataque con un promedio de 6,67 con amarillamiento severo, espigas pequeñas, enanismo moderado, apariencia pobre de la planta. Esto se debe a que hubo presencia de pulgones como manifiesta (González et al., 2015) Este patógeno, puede ser transmitido por varias especies de áfidos, no se transmite por semillas. (Ponce et al., 2019) relaciona las condiciones ambientales favorables como la alta intensidad de luz, siendo favorable las zonas cálidas y temperaturas relativamente frescas (15-20 °C). Bajas precipitaciones o sequías prolongadas favorecen el apareamiento de esta enfermedad.

#### **11.4 Ponderación de variables**

En la Tabla 35 nos muestra que la línea promisoría con mejor adaptación tuvo fue la CD-19-011, cumpliendo esta con ocho de las dieciséis variables que se evaluaron. con vigor de planta 3 planta y hojas medianamente desarrolladas, con un hábito de crecimiento de escala 2 intermedio con hojas dispuestas diagonalmente formando un ángulo de 45°, altura de 102,67, con tallo no muy gruesos, erectos medianamente flexibles que soportan parcialmente el viento y el acame, tamaño de espiga de 8.42 cm, con un número de granos por espiga de 23.8 granos, con peso de 100 granos de 5,38 gr, con grano grande, grueso, redondo y color crema, en cuanto a la enfermedad de roya de la hoja (*Puccinia hordei*), tuvo un menor porcentaje de severidad con 18,33%. La línea promisoría CD-19-007 obtuvo el mejor rendimiento con 6627,93 kg ha<sup>-1</sup>, dentro de las 4 líneas en estudio.

Tabla 34. Ponderación de las variables evaluadas.

Variables evaluadas	TRATAMIENTOS				
	CD-19-007	CD-19-006	CD-19-010	CD-19-011	INIAP-ATAHUALPA 92
Porcentaje de emergencia (%)			X		
Vigor de la planta (1-5)	X	X	X	X	X
Hábito de crecimiento (1-3)	X	X	X	X	X
Días al espigamiento (Días)	X				
Altura de planta (cm)				X	X
Tipo de paja (1-3)	X	X	X	X	
Tamaño de espiga (cm)				X	
Número de granos por espiga				X	X
Peso de los granos por espiga (gr)					X
Tipo y color de grano			X	X	
Rendimiento(Kg/ha)	X				
Peso Hectolítrico (Kg/hl)		X			
Peso de 100 granos (gr)					X
Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> )(Sev. %)			X		
Roya de la hoja ( <i>Puccinia hordei</i> ) (Sev. %)				X	
Virus del enanismo amarillo (BYDV)(1-9)					X
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>7</b>

## 12 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

- **Técnico**

La presente investigación genera impactos técnicos de gran importancia en el ámbito agrícola, enfocados en realizar ensayos de diferentes líneas promisorias de cebada desnuda con el objetivo de entregar resultados eficientes para contribuir a generar nuevas variedades mejoradas con características deseables.

- **Sociales**

Los impactos sociales generados en esta investigación son de suma importancia debido a que los agricultores, necesitamos cultivos que sean resistentes a factores bióticos y abióticos, con altos rendimientos y calidad nutricional que permita a los productores mejorar la producción y productividad y en un futuro cubrir la demanda de los productores.

## 13 PRESUPUESTO

Detalle	Unidad	Cantidad	V. Unitario	V. Total
			USD	USD
<b>Materiales y herramientas</b>				
Piola	Unidad	1	0,8	0,8
Cal	Unidad	1		
Estacas	Unidad	15	1	15
Rótulos	Unidad	30	0,2	6
Flexómetro	Unidad	1	3,5	3,5
Rastrillo	Unidad	1	5	5
Azada	Unidad	1	12	12
Hoz	Unidad	1	3,5	3,5
sacos	Unidad	25	0,25	6,25
Alambre de púa	Rollo	1	35	35
<b>Labores Preculturales</b>				
Arado	Horas	5	3,5	17,5
Rastra	Horas	10	3,5	35
<b>Siembra</b>				
Semilla	Kilogramos			
Sembradora	Hora	1	10	10
<b>Riego</b>				
Combustible	Galón	4	10	40
<b>Materiales de toma de datos</b>				
Libro de campo	Unidad	1	1,5	1,5
Esfero	Unidad	2	0,35	0,7
Regla	Unidad	1	0,6	0,6
Marcadores	Unidad	1	0,75	0,75
Cinta métrica	Unidad	1	0,75	0,75
<b>Labores poscosecha</b>				
Trilla	Horas	1	50	50
Instrumentos de medición				100
<b>Mano de obra</b>				
Limpieza del lote	Día	1	15	15
Deshierbe	Día	3	15	45
Desmezcla	Día	2	15	30
Cosecha	Día	2	15	30
Trilla	Día	1	15	15
<b>Movilización</b>				
Transporte	Unidad	50	0,5	25
Alimentación	Unidad	50	2,5	125
<b>Total</b>				628,85

## 14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1 CONCLUSIONES

- Todas las líneas promisorias en estudio se adaptaron a las condiciones agroecológicas del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. La línea promisoriosa que mejor se adaptó fue la CD-19-011 cumpliendo esta con ocho de las quince variables que se evaluaron.
- La línea promisoriosa CD-19-007 obtuvo el mejor rendimiento con 6627,93 kg ha<sup>-1</sup>, seguido de la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 con 6469,14 kg ha<sup>-1</sup>.

### 14.2 RECOMENDACIONES

- Continuar con investigaciones de comportamiento agronómico en condiciones agroecológicas en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en las líneas promisorias CD-19-011 Y CD-19-010 las cuales mostraron mejor adaptabilidad y en zonas de alta precipitación.
- Realizar investigaciones tomando en cuenta datos de temperatura y precipitaciones ya que son parámetros que están estrechamente relacionados con el comportamiento agronómico.
- Hacer estudios comparativos en diferentes zonas y épocas.

## 15 REFERENCIAS

- Alvarado, V., & Malevé, J. (2010). *“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE SEIS VARIETADES DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN SAN VICENTE DE COLONCHE, CANTÓN SANTA ELENA.”*  
[https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/Técnicas Para Evaluar Germinación%2C Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas.pdf](https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/Técnicas%20Para%20Evaluar%20Germinación%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiológica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de%20Nanopartículas.pdf)
- Arias, G. (n.d.). *Calidad industrial de la cebada cervecera.*
- Astudillo, J., & Nacipucha, A. (2010). Universidad del Azuay Universidad del Azuay -. *Universidad Del Azuay,* 1–145.  
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6819/1/07260.pdf>

- Atlas Big. (2021). *Producción mundial de cebada por país*. <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-cebada>
- Baldoceda, A. (2015). “EFECTO DE LA MODIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE LAS ESPIGAS EN EL RENDIMIENTO Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE LÍNEAS MUTANTES DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) OBTENIDAS CON IRRADIACION GAMMA.” *Tesis*.
- Cajamarca, G. B., & Montenegro, I. S. (2015). Selección de una línea promisorio de cebada (*Hordeum vulgare* L.) Bio-fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur ecuatoriana. *Tesis*, 1–118. [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23473/1/TESIS CEBADA.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23473/1/TESIS%20CEBADA.pdf)
- Chicaiza, O., Rivadeneira, M., Paredes, F., Villacrés, E., & Balseca, R. (1992). *INIAP - ATAHUALPA 92 VARIEDAD DE CEBADA DE GRANO DESNUDO*. 127.
- CIMMYT. (1986). *Instrucciones para el manejo y registro de resultados de los ensayos internacionales del programa de trigo del CIMMYT*. 10. [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNABE708.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABE708.pdf)
- Demagnet, R., Canales, C., & García, J. (2022). *Cebada (*Hordeum vulgare* L. ssp. *vulgare*): Manual de cultivos suplementarios*. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/cebada-hordeum-vulgare-ssp-t48897.htm>
- Díaz, M. (2016). EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE 15 GENOTIPOS DE CEBADA, CULTIVADOS EN 4 LOCALIDADES, PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE MALTA. *Tesis*.
- Falconi, E., Garófalo, J., Llangarí, P., & Espinoza, M. (2010). El cultivo de cebada guía para la producción artesanal de semilla de calidad. *Estación Experimental Santa Catalina*, 390. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- FAO. (2002). Perspectivas por sectores principales. *Agricultura Mundial: Hacia Los Años 2015/2030. Informe Resumido*, 32–74. <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s08.htm#k>
- García, I., Ruiz, N., Ricardo, L., Vera, I., & Méndez, B. (2016). *Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas*. 129–140. [https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/Técnicas Para Evaluar Germinación%2C Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de](https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/Técnicas%20Para%20Evaluar%20Germinación%2C%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiológica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de)

Nanopartículas.pdf

- Garófalo, J. (2012). *PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN DE SUELOS Y NUTRICIÓN DE PLANTAS*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1136/1/T-UCE-0004-2.pdf>
- Garrido, B. (2017). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN DOS VARIEDADES DE CEBADA MALTERA (Hordeum vulgare L.) EN TUNSHI, PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8177/1/13T0856.pdf>
- González, L., Vergara, F., González, R., Silvestre, O., & Grabowshi, C. (2015). *Incidencia del virus del enanismo amarillo de la cebada ( BYDV ) en cultivos de trigo ( Triticum spp ) en la región sur del Paraguay Incidence of barley yellow dwarf virus ( BYDV ) in wheat ( Triticum spp ) in the southern region of Paraguay*. 17(1), 60–64.
- Grignola, M. (2018). *FACTORES GENÉTICOS QUE AFECTAN LAS SUB-FASES DE LA FENOLOGÍA DE UNA POBLACIÓN DE CEBADA (Hordeum vulgare L.) EN URUGUAY*.
- INIAP. (2014). *Cebada*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rcebada>
- INIAP. (2016). *INIAP ÑUSTA 2016. Nueva variedad de cebada de grano descubierto para el sur del Ecuador*. 426. [https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3532/1/PLEGABLE NO.426.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3532/1/PLEGABLE%20NO.426.pdf)
- ITACY. (2018a). *Oídio en cereal [Blumeria (Erysiphe) graminis (DC.) Speer]*. <https://plagas.itacyl.es/oidio-en-cereal>
- ITACY. (2018b). *Roya amarilla*. <https://plagas.itacyl.es/roya-amarilla>
- ITACY. (2018c). *Roya parda*. <https://plagas.itacyl.es/roya-parda>
- Lavilla, M., & Ivancovich, A. (2016). *Estación Experimental Agropecuaria Pergamino*. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_pergamino\\_propuestas\\_de\\_escalas\\_para\\_la\\_evaluacion\\_a\\_campo\\_y\\_en\\_laboratorio\\_del\\_tizon\\_foliar\\_y\\_la\\_mancha\\_purpura\\_de\\_la\\_semilla\\_en\\_soja.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_propuestas_de_escalas_para_la_evaluacion_a_campo_y_en_laboratorio_del_tizon_foliar_y_la_mancha_purpura_de_la_semilla_en_soja.pdf)
- Nafarroako Gobernua, INTIA, & Consebro. (2017). *Guía de Protección Integrada : CEBADA. AGROIntegra*, 1–20. [https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada\\_CEBADA.pdf](https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_CEBADA.pdf)
- Peñaherrera, D. (2011). *Manejo integrado de los cultivos de trigo y cebada. INIAP -Estación*



**ANEXOS**

**Anexo N° 1. Aval de traducción.**

### Anexo N° 1. Prueba de Shapiro-Wilks

Prueba de Shapiro-Wilks Normalidad					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Espig. Días	15	0	0,53	0,89	0,1511
RDUO P.striiformis Hoja	15	0	7,56	0,98	0,966
RDUO P. hordei	15	0	6,64	0,95	0,7542
RDUO Altura (cm)	15	0	4,71	0,96	0,7651
RDUO N° Espigas/m <sup>2</sup>	15	0	17,51	0,92	0,398
RDUO R.A (Kg/ha)	15	0	649,86	0,92	0,387
RDUO PH Kg/hl	15	0	0,94	0,9	0,1862
RDUO Altura(cm)	15	0	3,35	0,99	0,995
RDUO Tamaño -Espiga (cm)	15	0	0,78	0,95	0,6929
RDUO Número de granos/Espiga	15	0	1,06	0,92	0,3486
RDUO Peso de granos/espiga.	15	0	0,13	0,91	0,2553
RDUO Peso de 100 granos	15	0	0,48	0,95	0,6559

### Anexo N° 3. Implementación siembra (15/12/2021).



Ilustración 28. Preparación de forma mecánica del lote



Ilustración 27. Limpieza y nivelación del lote.



Ilustración 30. Delimitación de los diferentes tratamientos y repeticiones.



Ilustración 29. Siembra mecánica.

#### Anexo N° 4. Fertilización complementaria y riego por aspersión



Ilustración 31. Fertilización.



Ilustración 32. Riego

**Anexo N° 5. Medición de las variables agronómicas, morfológicas y resistencia a enfermedades.**



Ilustración 34. Las variables se evaluaron con ayuda de los técnicos del programa de cereales INIAP



Ilustración 33. Variables de porcentaje de emergencia, vigor de planta, hábito de crecimiento



Ilustración 35. Altura de planta



Ilustración 36. Días a espigación.



Ilustración 377. Labores culturales.



Ilustración 38. Desmezcla



Ilustración 38. Cambio de rótulos

**Anexo N° 6. Resistencia a enfermedades.**

Ilustración 39. Virus del enanismo amarillo, roya de la hoja, roya amarilla

## Anexo N° 7 Proceso de cosecha



Ilustración 41. Selección de 10 plantas al azar



Ilustración 40. Altura en madurez fisiológica.

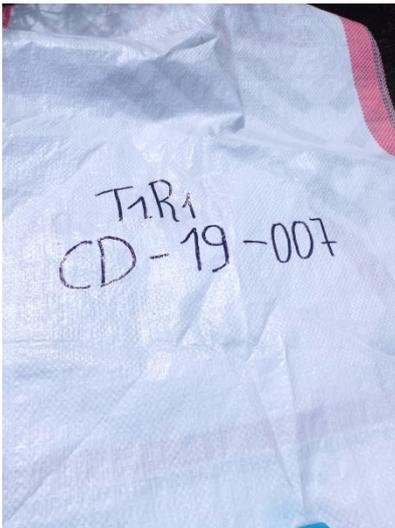


Ilustración 42. Rotulado de sacos previo a la cosecha



Ilustración 43. Cosecha y dato de tipo de paja



Ilustración 44. Tamaño de espiga



Ilustración 45. Número de granos por espiga.



Ilustración 46. Peso de granos por espiga.



Ilustración 47. Peso de 100 granos por tratamiento y repetición



Ilustración 48. Trilla en el INIAP Estación experimental Santa Catalina

## Anexo N° 8. Proceso post – cosecha



Ilustración 50. Limpieza del grano.



Ilustración 49. Medición de Humedad del grano



Ilustración 51. Peso en gramos por parcela



Ilustración 52. Tipo y color de grano.





