

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS
PROMISORIAS DE CEBADA DESNUDA BAJO LAS CONDICIONES
AGROECOLÓGICAS DEL SECTOR QUEROCHACA”**

AUTOR:

CHRISTIAN DANIEL CHUGCHO CHUGCHO

TUTOR:

ING. JORGE ENRIQUE DOBRONSKI ARCOS

COTUTOR:

ING. PATRICIO JAVIER NOROÑA ZAPATA

CEVALLOS - ECUADOR

2023

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS
PROMISORIAS DE CEBADA DESNUDA BAJO LAS CONDICIONES
AGROECOLÓGICAS DEL SECTOR QUEROCHACA”**

APROBADO Y REVISADO POR:

Ing. Jorge Enrique Dobronski Arcos, Mg.

TUTOR

APROVADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Fecha:

16/03/2023

Ing. Patricio Núñez, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

16/03/2023

Ing. Marco Pérez, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

16/03/2023

Ing. Olguer León, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

“El suscrito, **CHRISTIAN DANIEL CHUGCHO CHUGCHO**, portador de cédula de ciudadanía número: **1805488911**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final el Proyecto de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA DESNUDA BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL SECTOR QUEROCHACA”** es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBADA DESNUDA BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL SECTOR QUEROCHACA”** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



CHRISTIAN DANIEL CHUGCHO CHUGCHO

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi madre Ligia y a mi hermano Marco que juntos son el motor de mi vida y lo que me permite estar detrás de este sueño que empezó hace 5 años.

Se lo dedico a mi tía Rosa a mi tía Marina y a todos primos que han aportado con su granito de arena desde el día uno a mi hermana Mercedes que desde el cielo me cuida y me guía por el camino correcto.

Se la dedico a Luis que me apoyó de forma desinteresada sin esperar nada a cambio a Erick por su ayuda incondicional mientras compartíamos la misma carrera, se la dedico a mis compañeros de carrera.

A mis amigos de toda la vida Guido, Wilson, Bryan y Luis por brindarme su amistad tantos años.

¡GRACIAS TOTALES!

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme una madre tan trabajadora y segura de sí misma que confió desde el día uno en sus hijos y lo que podíamos lograr por darme un hogar tan unido y tan divertido a la vez. Agradezco a mi hermano por ser un ejemplo para mí por llevar el rol del padre que no le tocaba, pero lo hizo de una manera grandiosa.

Agradezco de corazón a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato y a todos sus docentes que me impartieron alguna cátedra por resolver las dudas que presentaba a lo largo de la carrera a los mismos que me aconsejaron en situaciones poco favorables.

Agradezco a mis compañeros y compañeras que pese a los malos ratos enojos y discusiones me apoyaron y me encaminaron a seguir en esta la carrera que elegí para mi vida.

A mis amigos de toda la vida que me enseñaron a no rendirme y seguir con perseverancia mis sueños y ser un gran ingeniero. Agradezco al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP y a todos sus miembros en especial al Programa de Cereales por todo su apoyo y ayuda.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes investigativos	3
1.1.1. Origen	5
1.1.2. Taxonomía	6
1.2. Objetivos	7
CAPÍTULO II	8
METODOLOGÍA	8
2.1. Ubicación del experimento.....	8
2.2. Características del lugar	8
2.2.1. Clima.....	8
2.2.2. Suelo	8
2.2.3. Agua.....	9
2.2.4. Semilla	9
2.3. Equipos y materiales	9
2.4. Factor de estudio	10
2.5. Tratamientos.....	10
2.6. Diseño experimental.....	11

2.7. Esquema de disposición	11
2.8. Hipótesis.....	12
2.9. Manejo de la investigación.....	12
2.9.1. Establecimiento del cultivo.....	12
2.9.2. Control de malezas.....	13
2.9.3. Purificación del cultivar	13
2.9.4. Toma y registro de información.....	13
2.9.5. Cosecha y trilla	14
2.9.6. Post-Cosecha.....	14
2.9.7. Pesaje	14
2.9.8. Almacenamiento	15
2.10. Variables respuesta	15
2.10.1. Días al espigamiento.....	15
2.10.2. Altura de la planta.....	15
2.10.3. Tipo de paja.....	15
2.10.4. Tamaño de espiga	16
2.10.5. Número de granos por espiga	16
2.10.6. Rendimiento.....	16
2.10.7. Peso hectolítrito o específico	17
2.10.8. Peso de mil granos	17

2.10.9. Tipo y color de grano	17
2.10.10. Enfermedades.....	18
CAPÍTULO III.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1. Análisis y discusión de los resultados	21
3.1.1. Días al espigamiento.....	21
3.1.2. Altura de la planta.....	22
3.1.3. Tipo de paja	23
3.1.4. Tamaño de espiga	24
3.1.5. Número de granos por espiga	25
3.1.6. Rendimiento.....	26
3.1.7. Peso hectolítrito o específico.....	27
3.1.8. Peso de mil granos.....	28
3.1.9. Tipo y color de grano.....	29
3.1.10. Enfermedades	30
3.1.10.1. Roya amarilla.....	30
3.1.10.2. Roya de la hoja.....	31
3.1.10.3. Virus del enanismo amarillo de la cebada	32
CAPÍTULO IV	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34

4.1. Conclusiones	34
4.2. Recomendaciones.....	35
CAPÍTULO V.....	36
MATERIALES DE REFERENCIA.....	36
5.1. Referencias Bibliográficas	36
5.2. Anexos.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos	10
Tabla 2 Escala de evaluación de tipo de paja en cereales INIAP	16
Tabla 3 Escala de evaluación para tipo y color de grano en cebada.....	17
Tabla 4 Escala para determinar el tipo de reacción en royas	19
Tabla 5 Escala para determinar el grado de daño por virosis	20
Tabla 6 Análisis de varianza para días al espigamiento.....	21
Tabla 7 Prueba Tukey al 5% para días al espigamiento	21
Tabla 8 Análisis de varianza para altura de la planta.....	22
Tabla 9 Porcentaje para el tipo de paja	23
Tabla 10 Análisis de varianza para tamaño de espiga	24
Tabla 11 Análisis de varianza para número de granos por espiga	25
Tabla 12 Análisis de varianza para el rendimiento	26
Tabla 13 Prueba Tukey al 5% para el rendimiento	26
Tabla 14 Análisis de varianza para el Peso hectolítrito	27
Tabla 15 Prueba Tukey al 5% para Peso hectolítrito o específico.....	28
Tabla 16 Análisis de varianza para el peso de mil granos	28
Tabla 17 Porcentaje para el tipo y color de grano.....	29
Tabla 18 Análisis de varianza para roya amarilla	30
Tabla 19 Prueba Tukey al 5% para roya amarilla.....	31
Tabla 20 Análisis de varianza para roya de la hoja.....	31
Tabla 21 Prueba Tukey al 5% para roja de la hoja	32
Tabla 22 Porcentaje para el virus del enanismo amarillo de la cebada.....	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Ilustración 1 Esquema de disposición	11
Ilustración 2 Escala modificada de Cobb, para la severidad en royas	18
Ilustración 3 Registro de presencia de enfermedades	39
Ilustración 4 Registro de espigamiento	39
Ilustración 5 Registro espigamiento	39
Ilustración 6 Registro tipo de paja.....	39
Ilustración 7 Registro de enfermedades.....	39
Ilustración 8 Registro de enfermedades.....	39
Ilustración 9 Presencia de virosis	40
Ilustración 10 Altura de la planta	40
Ilustración 11 Registro de datos finales.....	40
Ilustración 12 Cosecha.....	40
Ilustración 13 Limpieza y clasificación.....	41
Ilustración 14 Determinación de peso hectolítrico	41
Ilustración 15 Catalogación de pesos	41
Ilustración 16 Catalogación de pesos	41
Ilustración 17 Determinación de Peso de mil granos	42
Ilustración 18 Peso 1	42
Ilustración 19 Peso 2	43

RESUMEN

La investigación plantea la evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de cebada desnuda bajo las condiciones agroecológicas del sector Querochaca, se usó un diseño de bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones, se evaluó variables como días al espigamiento, altura de la planta, tipo de paja, tamaño de espiga, número de granos por espiga, rendimiento, peso específico, peso de mil granos, tipo y color de grano y enfermedades que se presentaron, para cada una de estas variables se realizó la prueba de Shapiro Wilks, Homogeneidad, ADEVA, Tukey al 5% o prueba cualitativa. Concluyendo que la totalidad de las líneas promisorias proporcionadas por el Programa de Cereales en la investigación se adaptaron bajo las condiciones agroecológicas del sector Querochaca cantón Cevallos, provincia Tungurahua. Obteniendo líneas promisorias mucho más sobresalientes que otras donde CD-19-010 fue la línea que mejor adaptabilidad en campo presentó con 81,67 días al espigamiento, tallo intermedio, rendimiento de 7483,33 kg/ha, peso específico de 78.90 kg hl⁻¹ un grano grueso, grande, bien formado, limpio de color blanco y de buena apariencia. En cuanto a enfermedades que se presentaron estuvieron; roya amarilla (*Puccinia striiformis*) tuvo un porcentaje de 15%, Roya de la hoja (*Puccinia hordei*) un porcentaje de 1% y en virus del enanismo amarillo de la cebada (Barley Yellow Dwarf Virus) se encontró Amarillamiento restringido de las hojas convirtiéndola en la mejor línea promisorias en comparación con las tres líneas restantes (CD-19-007, CD-19-006, CD-19-011) y la variedad testigo INIAP-ATAHUALPA 92.

Palabras clave: Condiciones agroecológicas, Cebada, Líneas Promisorias, Variable.

ABSTRACT

The research proposes the evaluation of the agronomic behavior of four promising lines of naked barley under the agroecological conditions of the sector of Querochaca, a completely random block design was used with 5 treatments and 3 repeats, variables such as days of tasseling, height of the thatch plant type, spike size, number of grains per spike, yield, specific weight, weight of thousand grains, type and color of grain and diseases that occurred were evaluated, for each of these variables the Shapiro Wilks, Homogeneity, ADEVA, 5% Tukey or qualitative test was performed. Concluding that all the promising lines provided by the program of Cereals in research were adapted under the agro-ecological conditions of the sector Querochaca canton Cevallos, in the province of Tungurahua. Obtaining promising lines much more outstanding than others, where CD-19-010 was the line that best adaptability in field presented with 81.67 days to the stem, intermediate stem, yield of 7483.33 kg/ha, specific weight of 78.90 kg hl⁻¹ a coarse, large grain, well-formed, clean white and good looking. As for diseases that occurred were; yellow rust (*Puccinia striiformis*) had a percentage of 15%, leaf rust (*Puccinia hordei*) a percentage of 1% and yellow dwarfism virus of barley (Barley Yellow Dwarf Virus). Restricted yellowing of the leaves was found making it the best promising line compared to the remaining three lines (CD-19-007, CD-19-006, CD-19-011) and the control variety INIAP-ATAHUALPA 92.

Keywords: Agroecological conditions, Barley Promising lines, Variables.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. Introducción

A nivel mundial la cebada ocupa el cuarto lugar dentro del grupo de cereales más cultivados en lo que respecta a producción, la cebada fue cultivada en su inicio estrictamente con el fin de proporcionar alimento para el ser humano, sin embargo, en la actualidad sus usos se diversifican de tal manera que hoy en día encontramos un sin número de subproductos que tienen como materia prima la cebada. La adaptabilidad de este cultivo le permite una amplia distribución por el mundo desde los 330 metros bajo el nivel del mar cerca al mar muerto hasta 4200 metros sobre el nivel del mar en los Andes de Bolivia (FAO, 2004).

En Ecuador la distribución de la cebada va desde los 2000 a 3500 metros sobre el nivel del mar convirtiéndolo en el tercer cereal más cultivado dentro del país siendo superado solo por el maíz y el arroz. A nivel nacional las provincias que poseen la mayor superficie destinada a este cultivo son: Carchi, Chimborazo, Pichincha y Cotopaxi siendo la media de producción nacional 1,46 t ha⁻¹ ampliamente superado por la media regional de 3,0 t ha⁻¹, causantes de esta diferencia en el rendimiento son la baja tecnificación del cultivo seguido por las enfermedades y plagas que limitan al cultivo entre 50 y 80% en este aspecto la variación se debe al comportamiento de la variedad que se vaya a cultivar (Ponce, *et al.*, 2021).

Se conoce que la gran mayoría de la cebada que se produce en comunidades indígenas se destina al autoconsumo. El resto de dicha producción es comercializada en mercados locales para conseguir ingresos económicos motivo importante por lo que la cebada se convierte en un cultivo fundamental dentro de los sistemas de producción comunitarios en el Ecuador (Falconi, *et al.*, 2010).

Las cebadas de grano descubierto en nuestro país tienen una amplia aceptación en los mercados y su precio se eleva un 40% más en comparación a la cebada de grano cubierto en vista de la calidad de los subproductos obtenidos, ya que al no tener una merma en el procesamiento la obtención de harinas es mayor en comparación con las cebadas de grano cubierto permitiendo tener mejor acogida del agricultor y garantizando un porcentaje mayor de ganancia (Cajamarca y Montenegro, 2015). Sin embargo, la producción de cebada de grano desnudo es muy baja en el país pese a que se demuestre la demanda actual de este tipo de cereal en el mercado nacional (Ponce, *et al.*, 2022).

Exclusivamente en Tungurahua son 35 hectáreas las que están destinadas a la producción de cebada (Magap, 2017). Con todo lo mencionado el objetivo de esta investigación busca evaluar el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias de cebada desnuda bajo las condiciones agroecológicas del sector Querochaca, Tungurahua.

1.1. Antecedentes investigativos

Con la siguiente investigación León (2010) planteó valorar dos variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la provincia de Chimborazo cantón Riobamba, precisamente en la parroquia de Licto, el objetivo de esta investigación no solo fue comprobar cuál de estas dos variedades tiene mejor adaptabilidad sino también su valor económico y nutricional. Las variedades de cebadas mejoradas que fueron propuestas a evaluar son las variedades dísticas: INIAP Pacha 2003, INIAP Cañicapa 2003 y por variedades hexásticas: Rita con tres tratamientos.

Se evaluaron 16 variables como resultado de esto se obtuvo que la variedad con mayor precocidad fue Rita con 8,15 días en emergencia, en resistencia arroja que INIAP Cañicapa 2003 fue superior a las otras variedades en la evaluación de roya de la hoja y roya amarilla. Con 34,71 granos por espiga la variedad Rita superó este parámetro, así como también el peso hectolítrico esto se debe a que al ser una cebada de grano desnudo no tiene nada de pérdida. INIAP Cañicapa 2003 posee el rendimiento más alto de toda la investigación con 3031,86 kg/ha con un beneficio económico de 651,85 dólares americanos esto debido a que la variedad presentó resistencia a las plagas creando mayor tolerancia y adaptabilidad agroecológica a la zona de plantación convirtiéndose en la mejor opción para el agricultor; sin embargo en lo que respecta a mejor cebada nutricionalmente INIAP Pacha 2003 fue la mejor cebada con 13,10%, pero su poca aceptación es causada por el bajo rendimiento que posee.

Merchan (2022) llevó su investigación con el objetivo de evaluar 15 líneas de cebada con 3 repeticiones, tratamientos procedentes del INIAP y de Canadá exclusivamente de la Universidad Saskatchewan frente a la roya amarilla, su esquema fue de 1 m².

La severidad se evaluó con ayuda de la escala de Cobb con la que se obtiene el grado de severidad y el porcentaje de uredinios. Se evaluaron variables como porcentaje de emergencia en donde T15 superó a las demás líneas, el vigor de la planta fue compartido en promedio con las líneas 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14 y 15 ya que todas tenían hojas grandes y bien desarrolladas, los días a espigamiento fueron 64 y lo cumplieron las líneas 1, 2, 3, 13, 14 y 15. La mejor altura de la planta de esta evaluación presentó la línea 13 (Bigo) con 145,4 cm, en cuanto a la mayor susceptibilidad de roya amarilla se determinó que Bancroft (T15) es la más susceptible y mejor resistencia se encontró en Heils Franken (T5).

En la Escuela Superior Politécnica Nacional de Chimborazo se evaluaron tres variedades y cuatro líneas promisorias de (*Hordeum vulgare* L.) tolerantes a la sequía, la investigación se realizó en distintas épocas de siembra la primera de estas se realizó en noviembre del año 2008 la segunda época seleccionada fue en diciembre del siguiente año donde atravesaron una intensa sequía climática y la última dentro de un invernadero en el mismo año en donde se dispusieron siete materiales cada uno de estos fue colocado en macetas. Para la toma de datos se utilizó evaluaciones participativas con estudiantes de esta universidad donde registraron datos como la línea INIAP-Cañicapa 2003 en la primera siembra tuvo mejor aceptación, en tanto que TOCTE/3/GAL/PI6384 //ESC.II.72.607.1E.4E.5E/4/BOLDO/MJACBSS98Y00174S-52Y-1-1Y-2B-0Y-0E en la segunda siembra tuvo la mejor aceptación.

El parámetro calidad de grano arrojó que la línea RHODES//TBB/CHZO/3/GLORIBAR /COPA/4/ESC.II.72.83.3E.7E.5E.1E/5/ALELICMB89A.915-A-1M-1Y-1B-0Y-0AP-0E e INIAP -Pacha 2003 obtuvieron la mejor calificación. En la siembra del año 2009 TOCTE/3 /GAL/PI6384//ESC.II.72.607.1E.4E.5E/4/BOLDO/MJACBSS98Y00174S52Y-1-1Y-2B-0Y-0E presentó el mejor rendimiento.

Mediante la interpretación de datos se definió de manera unánime que la mejor variedad para la zona de Chimborazo fue la línea: TOCTE/3/GAL/P I6384//ESC.II.72.607.1E.4E .5E/4/BOLDO/MJACBSS98Y00174S52Y-1-1Y-2B-0Y-0E por la capacidad de resistir el déficit hídrico al cual fue sometido tanto en el año 2008 como en la siembra dentro del invernadero en 2009 (Sánchez, 2011).

Orrala (2020) en su investigación evaluó 120 líneas promisorias proporcionadas por ABlneve banco de germoplasma, el esquema que se le dio a cada línea fue de 2 m², en esta investigación las variables recabadas fueron: Germinación con su mayor porcentaje se presentaron 33 líneas, fueron 4 las líneas con menor germinación y el mayor número tuvieron un porcentaje variado entre 76-58%, se tuvo varias variables que fueron excluidas por su variación mínima, con el uso del análisis conglomerado se determinaron dos grupos en los que se observaron cambios en las variables: granos por espigas, peso, rendimiento dejando como resultado 0,52 de relación cofenética. 61,67 de líneas evaluadas con característica idóneas, esto se estableció gracias al análisis con que se determinó un rendimiento de 0,1 a 0,2 t/ha, por lo que se estimó un promedio de 4 espigas por cada planta.

1.1.1. Origen

La cebada tuvo su origen en dos centros en sureste de Asia y en África este cultivo se tienen vestigios hallados en las tumbas egipcias comprobando la existencia de este cereal desde aquella época, también se tienen evidencias que ya era cultivado este cereal en China dos mil años antes de la era cristiana por el emperador Chin-Nang. El cultivo de cebada fue un cultivo muy apreciado en pueblos antiguos llegando incluso a ser más apreciado que el trigo sin embargo esto cambió en la Roma imperial ya que no fue más alimento de clases sociales importantes y únicamente lo consumía la clase obrera (Agudo, 1957).

1.1.2. Taxonomía

Según Stein *et al.*, (2013) como se citó en (Ponce *et al.*, 2019) describe taxonómicamente a la cebada de la siguiente manera:

Reino: Plantae - Plantas

Subreino: Tracheobionta - Plantas vasculares

Superdivisión: Spermatophyta - Plantas con semilla

División: Magnoliophyta - Plantas que florecen

Clase: Liliopsida - Monocotiledoneas

Subclase: Commelinidae

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae - Familia de las gramíneas

Género: Hordeum - Cebada

Especie: vulgare L. - Cebada común

Nombre Científico: *Hordeum vulgare* L.

Nombre Común: Cebada

1.2. Objetivos

- **General**

Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias avanzadas de cebada desnuda del Programa de Cereales del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca, Cevallos, Tungurahua.

- **Específicos**

- Evaluar la resistencia de la cebada (*Hordeum vulgare*, L) a diferentes enfermedades bajo condiciones agroecológicas del sector Querocha.
- Evaluar las características agronómicas de cuatro líneas promisorias en cebada desnuda.
- Determinar los parámetros de calidad del grano post cosecha de cebada desnuda.
- Determinar el rendimiento estimado que tendrá el cultivo.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El proyecto se realizó en la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca, perteneciente al cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, las coordenadas geográficas del lugar son de 01° 22'02" de latitud Sur y 78° 36' 20" de longitud Oeste, la localidad se halla a 2865 msnm (Toapanta, 2016).

2.2. Características del lugar

2.2.1. Clima

INAMHI menciona que las condiciones climáticas en el cantón Cevallos son: evapotranspiración anual 2.6 mm, heliófila 771.0 horas de luz/hora, tiene una humedad de 75.8%, con una precipitación anual 740.1 mm, una temperatura media diaria 13.5°C y con velocidad del viento de 1.6 m/seg.

2.2.2. Suelo

El suelo que nuestra unidad experimental presentó una textura franco arenoso, su contenido de materia orgánica fue 2,40. El PH que presentó fue ligeramente alcalino de 7,6. En lo que respecta a macronutrientes NPK su contenido en cada uno de los elementos fue alto, los micronutrientes poseen variación por un lado S, B y Mn tiene baja presencia en el suelo, Zn tiene una presencia media y Ca, Mg, Cu y Fe están en baja presencia según los resultados que plantea el análisis de suelo (INIAP).

2.2.3. Agua

El sector utiliza el canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo que abastece los terrenos de la Universidad y comunidades aledañas.

2.2.4. Semilla

La cantidad de semilla independientemente de la técnica que se utilice para la siembra fue 150 kg ha⁻¹.

2.3. Equipos y materiales

- Cuatro líneas promisorias de cebada desnuda.
- Balanza de peso Hectolítrico
- Bomba a motor
- Balanza electrónica
- Trilladora
- Azadilla
- Piola
- Estacas
- Etiquetas
- Rastrillo
- Regaderas
- Baldes
- Regleta
- Sacos
- Hoz

- Sarán
- Postes
- Metsulfuron metil
- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Esfero
- Hojas de papel boom
- Libro de campo

2.4. Factor de estudio

Factor: Cuatro líneas promisorias

Testigo: Una variedad mejorada de cebada INIAP-ATAHUALPA 92

2.5. Tratamientos

Tabla 1 Tratamientos

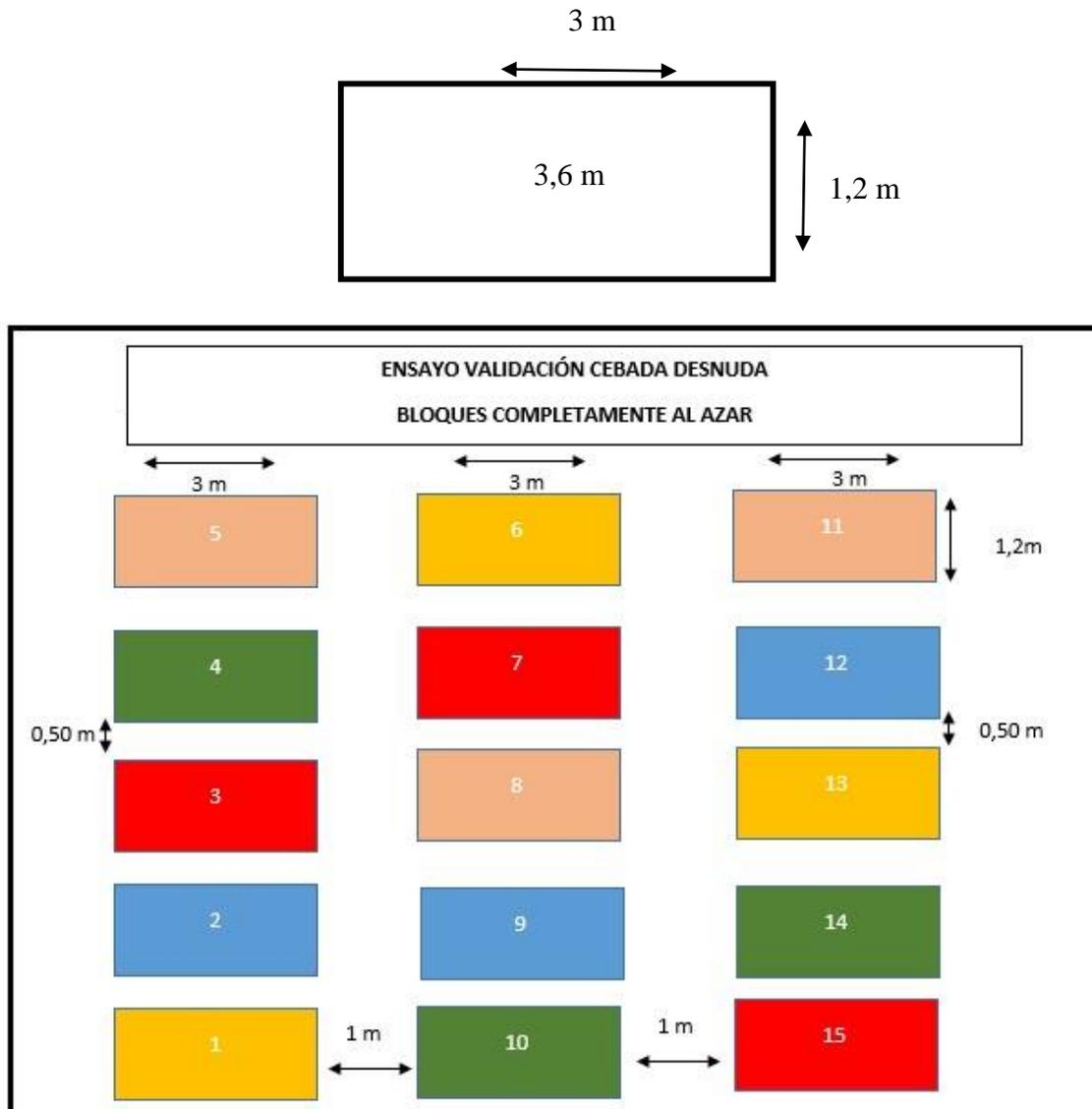
N°.VAR.	ORIGEN	CÓDIGO
1	S-14	CD-19-007
2	S-13	CD-19-006
3	S-15	CD-19-010
4	S-16	CD-19-011
5	--	INIAP-ATAHUALPA 92

2.6. Diseño experimental

El diseño que se utilizó en la investigación fue el de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones; se realizó un análisis de varianza (ADEVA) para determinar la significación entre los tratamientos y se aplicó la prueba de Tukey al 5% para la separación de medias.

2.7. Esquema de disposición

Ilustración 1 Esquema de disposición



2.8. Hipótesis

H1= Al menos una de las líneas promisorias de cebada desnuda es superior en las características agronómicas a la variedad INIAP-ATAHUALPA 92.

2.9. Manejo de la investigación

2.9.1. Establecimiento del cultivo

Se utilizó un cultivo ya establecido de 80 días, en primera instancia paso por la preparación del lote para lo cual se usó un tractor el mismo que primero incorporó el rastrojo del cultivo pasado y paso la rastra igualando el terreno, en esta labor se realizó:

- **Siembra:** Inicialmente para esta labor realizaron un trazado y delimitación del área de investigación, posteriormente a esto se marcaron los surcos en cada unidad experimental con el terreno húmedo y con la cantidad de semilla correcta se procedió a la siembra.
- **Fertilización:** En cuanto a la fertilización se realizó en dos ocasiones, en la siembra con fertilizante inicial de composición: 100% de fósforo, azufre, potasio y un aproximado del 20% del nitrógeno. El 80% de nitrógeno restante más microelementos se aplicaron al momento del macollamiento.
- **Riego:** El riego que se realizó inicialmente por aspersión dentro de la investigación, posterior a esto fue por la técnica de inundación abasteciendo a cada unidad experimental.

2.9.2. Control de malezas

Se llevó a cabo el control de malezas en primera instancia con herbicidas específicos para hoja ancha para lo que se utilizó metsulfuron-metil en una dosis de 30 g ha¹ en 400 litros de agua y una bomba a motor de capacidad de 20 l. Como medida complementaria al control químico se realizó un control de malezas manual para lograr una extracción más eficaz de malezas que continuaron en el cultivo pese al control químico.

2.9.3. Purificación del cultivar

La purificación o desmezcla se la realizó de manera manual en la fase inicial del espigamiento, como primer paso se efectuó una evaluación visual de plantas atípicas dentro cada unidad experimental una vez identificadas plantas de otras variedades u otros cereales se las extrae en este caso se realizó después del riego para obtener un mejor resultado en la extracción sin perjudicar a las plantas de la investigación.

2.9.4. Toma y registro de información

Para el cultivo de cebada se registraron los días de espigamiento de forma visual, así como también se registró la presencia de enfermedades como roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja parda (*Puccinia hordei*) y virus de enanismo amarillo (*Barley Yellow Dwarf, BYDV*), un día antes de realizada la cosecha se registró la altura de planta y el tipo de paja de acuerdo a escalas que se propusieron para el efecto, el tamaño de la espiga y el número de granos se registraron un día posterior a la cosecha cada una de estas de acuerdo a las variables de estudio.

2.9.5. Cosecha y trilla

La cosecha se ejecutó de forma manual evaluando en primera instancia de manera visual si ya alcanzó su madurez fisiológica, una vez evaluado se procedió con una hoz a realizar el corte a una altura estimada de 30 cm desde la base de planta y directamente se colocó dentro de sacos blancos, una vez que se concluyó con la cosecha cada unidad experimental fue etiquetada y sellada para el traslado al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP donde se realizó con la trilla de los ensayos, de forma mecanizada con la trilladora estacionaria.

2.9.6. Post-Cosecha

Secado del grano. - El grano se lo secó para que no supere el 13% de humedad y esto se realizó en el INIAP dentro de un invernadero donde la temperatura fue controlada.

Limpieza y clasificación. - Para llevar a cabo esta labor se uso mallas metálicas de 2.5 mm junto con una maquina limpiadora de granos la cual permitió clasificar el grano y liberar de impurezas.

Ensacado e identificación de la semilla. - Una vez que la semilla ha cumplido con los procesos de secado y limpieza se procedió al ensacado en sacos de tela nuevos y limpios los cuales se identificaron con una etiqueta en la parte superior del saco donde se detalló toda la información de cada unidad experimental.

2.9.7. Pesaje

Para la obtención de este peso el grano cumplió todas las fases de post cosecha, se utilizó una balanza analítica para catalogar el peso de cada unidad experimental y con el mismo obtener el rendimiento final.

2.9.8. Almacenamiento

El grano se almacenó en las bodegas del Programa de Cereales INIAP, donde cuentan con condiciones adecuadas como: buena ventilación, libre de humedad y libre de roedores.

2.10. Variables respuesta

2.10.1. Días al espigamiento

Este parámetro se evaluó de forma visual, en el cultivo ya establecido de 80 días por lo que se contabilizó el total de días desde siembra hasta que el 50% de espigas del cultivo apareció en su totalidad, la revisión fue diaria ya que cada unidad experimental tiende a florecer de manera discontinua.

2.10.2. Altura de la planta

La altura de la planta se la midió con ayuda de una regleta metálica colocando en medio de cada unidad experimental de manera estática, al medir se tuvo en cuenta las aristas de cada espiga, este parámetro se lo tomó un día antes de realizar la cosecha es decir cuando la planta alcanzó su madurez fisiológica.

2.10.3. Tipo de paja

Su evaluación se llevó a cabo con la escala propuesta por el Programa de Cereales del INIAP que nos ayudó a verificar la dureza y flexibilidad que tiene los tallos de la planta dentro de cada una de las unidades experimentales.

Tabla 2 Escala de evaluación de tipo de paja en cereales INIAP

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

Fuente: (Ponce, *et al.*, 2019)

2.10.4. Tamaño de espiga

Para evaluar este parámetro se inició tomando 10 espigas al azar, cada espiga fue medida desde la base hasta el extremo superior de la espiga, sin tomar en cuenta las aristas con ayuda de una regla por lo cual los valores que se obtuvieron fueron en cm, con estos valores se realizó un promedio consiguiendo el valor del tamaño de espiga.

2.10.5. Número de granos por espiga

La estimación del número de granos por espiga se tomó de 10 espigas al azar con las que se hizo un conteo manual considerando cada uno de los granos llenos de las espigas y con los cuales se hizo un promedio.

2.10.6. Rendimiento

Este valor se dio en g *parcela*⁻¹ pero se puede transformar a kg *ha*⁻¹ para realizar el cálculo se realizó un pesaje en su totalidad al azar, debido a esto tomaremos toda la producción de cada unidad experimental, para llevar a cabo dicho parámetro la humedad tendrá un porcentaje del 13%.

2.10.7. Peso hectolítrico o específico

En esta evaluación se empleó una balanza hectolítrica, tomando tres mediciones al azar con el fin de evitar errores con estos tres pesos, y así se obtuvo un promedio que va a ser expresado en kilogramos por hectolítro.

2.10.8. Peso de mil granos

Se utilizó una maquina contadora de granos, con los mil granos obtenidos se llevó a la balanza electrónica para obtener nuestro peso en gramos de los mil granos por tratamiento.

2.10.9. Tipo y color de grano

Para evaluar este parámetro se utilizó la escala propuesta por el Programa de Cereales del INIAP.

Tabla 3 Escala de evaluación para tipo y color de grano en cebada

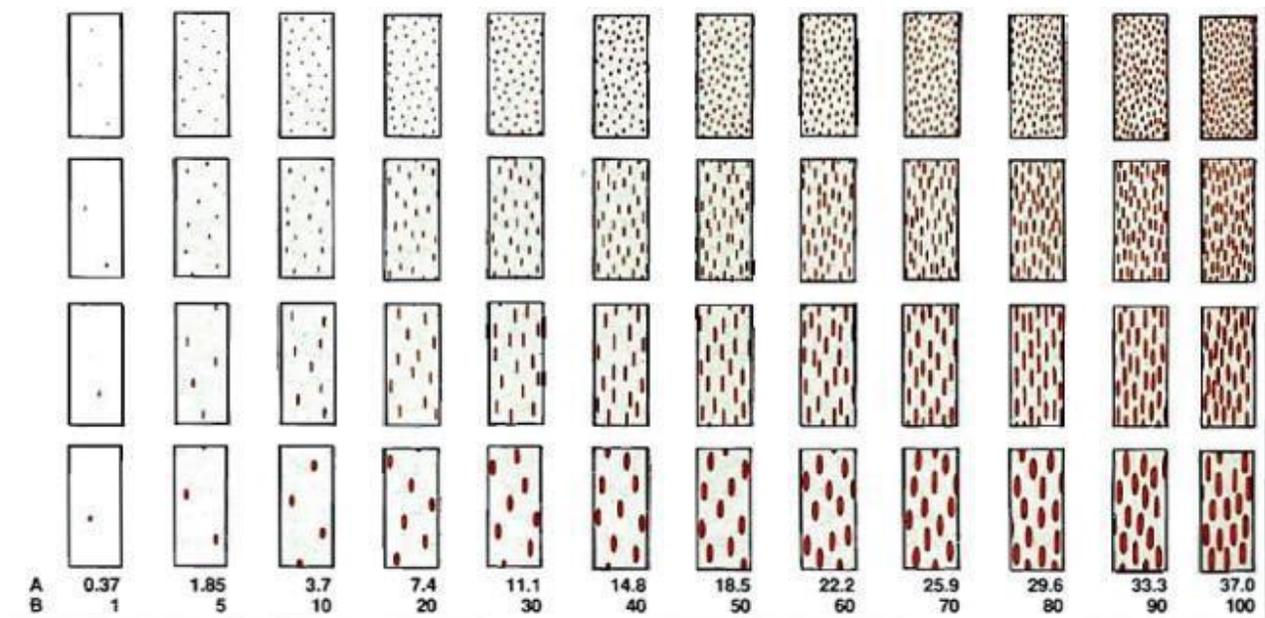
Escala	Descripción
Tipo de grano	
1	Grano grueso, grande, bien formado, limpio
2	Grano mediano, bien formado, limpio
3	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado,
Apariencia	
+	Malo
*	Bueno
Color de grano	
R	Rojo
B	Blanco

Fuente: (Ponce, *et al.*, 2019)

2.10.10. Enfermedades

Las enfermedades como: roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia hordei*) y virus de enanismo amarillo (*Barley Yellow Dwarf, BYDV*), fueron evaluadas a través de la valoración visual teniendo en cuenta la severidad que permitió cuantificar la presencia de la enfermedad y su daño encontrado en el tejido dañado de la planta con la siguiente escala.

Ilustración 2 Escala modificada de Cobb, para la severidad en royas



Fuente: (Ponce, *et al.*, 2019)

Para el tipo de reacción la cual es asociada con la reacción en campo que tiene las plantas frente al daño de royas se utilizó la siguiente escala:

Tabla 4 Escala para determinar el tipo de reacción en royas

REACCIÓN	DESCRIPCIÓN
O	Ningún síntoma visible en la planta.
R	Clorosis o necrosis visibles sin presencias uredias.
MR	Pequeñas uredias rodeadas por áreas cloróticas o necróticas.
M	Uredias de variados tamaños, algunos con clorosis, necrosis o los dos.
MS	Uredias de tamaño medio posiblemente rodeados de clorosis.
S	Grandes uredias generalmente con poco o ninguna clorosis ni necrosis.

Fuente: (Ponce, *et al.*, 2019)

Finalmente, para catalogar los daños que tuvo el virus del enanismo (*Barley Yellow Dwarf, BYDV*), en cada una de las unidades experimentales se utilizó la siguiente escala:

Tabla 5 Escala para determinar el grado de daño por virosis

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

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Días al espigamiento

Para la variable Días al espigamiento en el ADEVA (Tabla 6) se observó alta significancia para las líneas promisorias y ninguna significancia estadística para repeticiones por lo que aceptamos la hipótesis alternativa donde las líneas promisorias tuvieron diferentes respuestas. El promedio general del experimento fue de 88,6 días; con un coeficiente de variación de 1,88% que resulta ser bueno para este tipo de investigación.

Tabla 6 Análisis de varianza para días al espigamiento

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F calculado	P-valor	
Total	291,6	14				
Repeticiones	8,4	2	4,2	1,51	0,2779	“Ns”
Líneas promisorias	260,93	4	65,23	23,44	0,0002	“1%”
Error	22,27	8	2,78			
Coeficiente de Variación	1,88					
Promedio	88,6					
Ns	No significativo					
1%	Significativo al 1%					

Elaborado por: Chugcho, 2023

Tukey al 5% (Tabla 7) para las líneas de cebada, se identificó como la mejor línea promisorias a CD-19-010 en días al espigamiento con un promedio de 81,67 días, en último lugar con más días de espigamiento fue CD-19-011 con un promedio de 94 días.

Tabla 7 Prueba Tukey al 5% para días al espigamiento

Línea promisorias	Medias (Días)	Rango de significación
CD-19-010	81,67	A
CD-19-007	86,67	B
INIAP-ATAHUALPA 92	90,33	B C
CD-19-006	90,33	B C
CD-19-011	94,00	C

Elaborado por: Chugcho, 2023

Custodia, (2022) menciona en su investigación que la línea promisorias CD-19-010 tiene un promedio de 64,33 días al espigamiento, mientras que la misma línea promisorias CD-19-010 bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca presentó 81,67 días al espigamiento, podemos mencionar que factores externos como condiciones climáticas, temperatura, fotoperiodo y humedad pudieron intervenir en estos resultados.

3.1.2. Altura de la planta

Para la Altura de planta en el ADEVA (Tabla 8), se encontró que las líneas promisorias no tienen significancia estadística al igual que para repeticiones por lo que aceptamos la hipótesis nula donde las líneas promisorias y sus repeticiones tuvieron igualdad en su respuesta. El promedio general del experimento fue de 123,7 cm, con un coeficiente de variación de 3,97%.

Tabla 8 Análisis de varianza para altura de la planta

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	P-valor
Total	512,93	14			
Repeticiones	13,33	2	6,67	0,28	0,7659 “Ns”
Líneas promisorias	306,27	4	76,57	3,17	0,0774 “Ns”
Error	193,33	8	24,17		
Coefficiente de Variación	3,97				
Promedio	123,7				
Ns	No significativo				

Elaborado por: Chugcho, 2023

Dentro de la investigación bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca se obtuvo un promedio en cuanto a la altura de planta fue de 123,7 cm. A diferencia con la investigación de Custodia, (2022) realizado en Salache que su mayor altura fue 117,13 denotando que las líneas promisorias tienen una altura excesiva siendo poco favorables ya que son variedades comerciales y no forrajeras.

3.1.3. Tipo de paja

En la variable tipo de paja (Tabla 9) se observó cómo mejores líneas a CD-19-007, CD-19-006 y CD-19-011 en las que presentaron cada una de ellas características como Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame, y en último lugar con Tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame INIAP-ATAHUALPA 92

Tabla 9 Porcentaje para el tipo de paja

Líneas promisorias	Escala	Nomenclatura	Descripción
CD-19-007	1	Tallo fuerte	Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame
CD-19-006	1	Tallo fuerte	Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame
CD-19-010	2	Tallo intermedio	Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame
CD-19-011	1	Tallo fuerte	Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame
INIAP-ATAHUALPA 92	3	Tallo débil	Tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame

Elaborado por: Chugcho, 2023

De acuerdo con Custodia, (2022) en su investigación realizado en Salache sus líneas promisorias en su totalidad poseen características de Tallos intermedios y tallos débiles muy propensos a sufrir acames sim embargo bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca, se encontraron en gran parte de la investigación tallos fuertes con características tales como Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame.

3.1.4. Tamaño de espiga

Para el tamaño de la espiga en el ADEVA (Tabla 10) se encontró que las líneas promisorias no tienen significancia estadística al igual que para repeticiones por lo que aceptamos la hipótesis nula donde las líneas promisorias y sus repeticiones tuvieron igualdad en sus respuestas. El promedio general del experimento fue de 9,20 cm, con un coeficiente de variación de 7,45%.

Tabla 10 Análisis de varianza para tamaño de espiga

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	P-valor	
Total	5,59	14				
Repeticiones	0,29	2	0,15	0,31	0,7426	“Ns”
Líneas promisorias	1,51	4	0,38	0,8	0,5604	“Ns”
Error	3,79	8	0,47			
Coefficiente de Variación	7,45					
Promedio	9,20					
Ns	No significativo					

Elaborado por: Chugcho, 2023

La variable tamaño de espiga en Querochaca arrojó un promedio general de 9,20 cm de tamaño de espiga no obstante Custodia, (2022) bajo las condiciones de Salache encontró la mejor línea en su investigación a INIAP-ATAHUALPA 92 con un promedio de 12,03 cm esto directamente relacionado por los distintos factores agroecológicos de cada una de las investigaciones

3.1.5. Número de granos por espiga

Para el número de granos por espiga en el ADEVA (Tabla 11) se encontró que las líneas promisorias no tienen significancia estadística al igual que para repeticiones por lo que aceptamos la hipótesis nula donde las líneas promisorias y sus repeticiones tuvieron igualdad en sus respuestas. El promedio general del experimento fue de 26,6 granos por espiga, con un coeficiente de variación de 4,34%.

Tabla 11 Análisis de varianza para número de granos por espiga

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	P-valor	
Total	22,11	14				
Repeticiones	2,06	2	1,03	0,77	0,4952	“Ns”
Líneas promisorias	9,35	4	2,34	1,75	0,2328	“Ns”
Error	10,71	8	1,34			
Coefficiente de Variación	4,34					
Promedio	26,6					
Ns	No significativo					

Elaborado por: Chugcho, 2023

Custodia, (2022) en su investigación que llevó a cabo bajo las condiciones agroecológicas de Salache encontró como la mejor línea a INIAP-ATAHUALPA 92 que obtuvo 30,7 granos por espiga; sin embargo, bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca se obtuvo un promedio general de 26,6 granos por espiga. Este parámetro al ser determinado genéticamente también se puede ver ampliamente afectado por las condiciones agroecológicas de cada investigación.

3.1.6. Rendimiento

Para la variable de rendimiento en el ADEVA (Tabla 12) se observó alta significancia para las líneas promisorias y ninguna significancia estadística para repeticiones por lo que aceptamos la hipótesis alternativa donde las líneas promisorias tuvieron diferentes respuestas. El promedio general del experimento fue de 6731 kg ha, con un coeficiente de variación de 6,64%.

Tabla 12 Análisis de varianza para el rendimiento

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	P-valor	
Total	9,22	14				
Repeticiones	1,76	2	0,88	4,41	0,0513	“Ns”
Líneas promisorias	5,86	4	1,46	7,33	0,0088	“1%”
Error	1,60	8	0,20			
Coefficiente de Variación	6,64					
Promedio	6731					
Ns	No significativo					
1%	Significativo al 1%					

Elaborado por: Chugcho, 2023

Con la prueba Tukey al 5% (Tabla 13), para las líneas de cebada, se identificó como la mejor línea promisorias en lo que respecta a rendimiento a CD-19-010 con un promedio de 7483,33 kg/ha y en último rango la CD-19-011 con un promedio de 5887,00 kg/ha.

Tabla 13 Prueba Tukey al 5% para el rendimiento

Línea promisorias	Medias(kg/ha)	Rangos de Significación		
CD-19-010	7483,33	A		
CD-19-006	7224,00	A	B	
CD-19-007	6948,33	A	B	C
INIAP-ATAHUALPA 92	6111,00		B	C
CD-19-011	5887,00			C

Elaborado por: Chugcho, 2023

Como el mejor rendimiento dentro de la investigación se obtuvo a la línea promisorio CD-19-010 con un rendimiento de 7483,33 kg/ha; ampliamente superado a la investigación de Custodia, (2022) que obtuvo un rendimiento de 5407,41 kg/ha para esta misma línea, con lo que se demuestra que esta línea promisorio es la más apta para las condiciones agroecológicas en Querochaca.

3.1.7. Peso hectolítrico o específico

Para la variable de peso hectolítrico en el ADEVA (Tabla 14) se observó alta significancia estadística para las líneas promisorias y significancia estadística para repeticiones por lo que aceptamos la hipótesis alternativa donde las líneas promisorias tuvieron diferente respuesta al igual que las repeticiones que variaron en sus respuestas. El promedio general del experimento fue de 76,5 kg hl⁻¹ con un coeficiente de variación de 0,73% que resulta ser bueno para este tipo de investigación.

Tabla 14 Análisis de varianza para el peso hectolítrico

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	P-valor	
Total	181,00	14				
Repeticiones	2,98	2	1,49	4,77	0,0432	“0,05%”
Líneas promisorias	175,51	4	43,88	140,46	<0,0001	“1%”
Error	2,5	8	0,31			
Coefficiente de Variación	0,73					
Promedio	76,5					
0,05%	Significativo al 0,05%					
1%	Significativo al 1%					

Elaborado por: Chugcho, 2023

Tukey al 5% (Tabla 15) para las líneas de cebada, se identificó como la mejor línea promisorias en lo que respecta a peso hectolítrico a CD-19-007 con un promedio de 78,99 kg hl⁻¹ y en último lugar con un menor peso la variedad INIAP-ATAHUALPA 92 con un promedio de 69,92 kg hl⁻¹.

Tabla 15 Prueba Tukey al 5% para peso hectolítrico o específico

Línea promisorias	Medias (kg hl ⁻¹)	Rangos de Significación		
CD-19-007	78,99	A		
CD-19-010	78,90	A		
CD-19-006	78,14	A	B	
CD-19-011	77,32		B	
INIAP-ATAHUALPA 92	69,92			C

Elaborado por: Chugcho, 2023

Para esta variable bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca la mejor línea fue CD-19-007 con un peso hectolítrico de 78,99 kg hl⁻¹, superando en la investigación de Custodia, (2022) que encontró que esta línea obtuvo un peso hectolítrico de 71,59 kg hl⁻¹, exponiendo factores como el llenado del grano donde se involucran factores abióticos como bióticos.

3.1.8. Peso de mil granos

Para el peso de mil granos en el ADEVA (Tabla 16) se encontró que las líneas promisorias no tienen significancia estadística al igual que para repeticiones por lo que aceptamos la hipótesis nula donde las líneas promisorias y repeticiones tuvieron igualdad en su respuesta. El promedio general del experimento fue de 55,6 g con un coeficiente de variación de 6,24%.

Tabla 16 Análisis de varianza para el peso de mil granos

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	P-valor	
Total	143,33	14				
Repeticiones	3,33	2	1,67	0,14	0,8732	“Ns”
Líneas promisorias	43,33	4	10,83	0,90	0,5087	“Ns”
Error	96,67	8	12,08			
Coeficiente de Variación	6,24					
Promedio	55,6					
Ns	No significativo					

Elaborado por: Chugcho, 2023

La bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca se obtuvo un promedio en cuanto a peso de mil granos de 55,6 gramos. León, (2010) en su investigación realizada en Licto, encontró un promedio general de 43,08 gramos por mil granos este puede ser afectado por factores como la humedad y tamaño del grano.

3.1.9. Tipo y color de grano

El tipo y color de grano (Tabla 17) se encontró que la totalidad del grano cumplió con características deseables de grano grueso, grande, bien formado, limpio de color blanco y de apariencia buena.

Tabla 17 Porcentaje para el tipo y color de grano

Líneas promisorias	Escala	Descripción
CD-19-007	1 B *	Grano grueso, grande, bien formado, limpio de color blanco y de apariencia buena.
CD-19-006	1 B *	Grano grueso, grande, bien formado, limpio de color blanco y de apariencia buena.
CD-19-010	1 B *	Grano grueso, grande, bien formado, limpio de color blanco y de apariencia buena.
CD-19-011	1 B *	Grano grueso, grande, bien formado, limpio de color blanco y de apariencia buena.
INIAP-ATAHUALPA 92	1 B *	Grano grueso, grande, bien formado, limpio de color blanco y de apariencia buena.

Elaborado por: Chugcho, 2023

Custodia, (2022) en su investigación encontró a la variable tipo y color de grano con distintas escalas catalogando granos grandes, medianos y pequeños las mismas variedades sometidas a las condiciones agroecológicas de Querochaca arrojaron únicamente granos gruesos, grandes, bien formados, limpios de color blanco y de apariencia buena.

3.1.10. Enfermedades

3.1.10.1. Roya amarilla

Roya amarilla (*Puccinia striiformis*) en el ADEVA (Tabla 18) se observó alta significancia para las líneas promisorias y ninguna significancia estadística para repeticiones por lo que aceptamos la hipótesis alternativa donde las líneas promisorias tuvieron diferente respuesta. El promedio general del experimento fue de 28, con un coeficiente de variación de 6,10%.

Tabla 18 Análisis de varianza para roya amarilla

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	P-valor	
Total	4090	14				
Repeticiones	10	2	5	1,71	0,2401	"Ns"
Líneas Promisorias	4056,67	4	1014,17	347,71	<0,0001	"1%"
Error	23,33	8	2,92			
Coefficiente de Variación	6,10					
Promedio	28					
Ns	No significativo					
1%	Significativo al 1%					

Elaborado por: Chugcho, 2023

Tukey al 5% (Tabla 19) para las líneas de cebada, se identificó como la mejor línea promisorias en lo que respecta a resistencia a roya amarilla (*Puccinia striiformis*) fue la CD-19-010 con un promedio de 15% y en último lugar se presentó la línea CD-19-007 con un promedio de 60% de severidad.

Tabla 19 Prueba Tukey al 5% para roya amarilla

Línea promisorias	Medias (Porcentaje)	Rango de Significación	
CD-19-010	15,00	A	
CD-19-011	18,33	A	B
INIAP-ATAHUALPA 92	20,00	B	
CD-19-006	26,67	C	
CD-19-007	60,00	D	

Elaborado por: Chugcho, 2023

La presencia de roya amarilla (*Puccinia striiformis*) en la investigación que llevamos a cabo presentó como la mejor línea a CD-19-010, con un porcentaje de severidad de la enfermedad de 15%. Custodia, (2022) en la investigación que se realizó en Salache presentó el menor porcentaje de severidad con 13,33% con la misma línea. CD-19-010, siendo esta línea la más resistente a roya amarilla en cualquiera de las dos ubicaciones geográficas

3.10.1.2. Roya de la hoja

Roya de la hoja (*Puccinia hordei*) en el ADEVA (Tabla 20) se observó alta significancia para las líneas promisorias y ninguna significancia estadística para repeticiones por lo que aceptamos la hipótesis alternativa donde las líneas promisorias tuvieron diferente respuesta. El promedio general del experimento fue de 8,2 con un coeficiente de variación de 42,31%.

Tabla 20 Análisis de varianza para roya de la hoja

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	P-valor	
Total	478,93	14				
Repeticiones	26,13	2	13,07	1,07	0,388	"Ns"
Líneas Promisorias	354,93	4	88,73	7,25	0,009	"1%"
Error	97,87	8	12,23			
Coefficiente de Variación	42,31					
Promedio	8,2					
Ns	No significativo					
1%	Significativo al 1%					

Elaborado por: Chugcho, 2023

Tukey al 5% (Tabla 21) para las líneas de cebada, se identificó como la mejor línea promisorias en lo que respecta a resistencia a roya de la hoja (*Puccinia hordei*) a CD-19-010 con un promedio de 1% y en último lugar a la línea CD-19-007 con un promedio de 15% de severidad.

Tabla 21 Prueba Tukey al 5% para roya de la hoja

Línea promisorias	Medias (Porcentaje)	Rango de significación	
CD-19-010	1,00	A	
CD-19-011	5,33	A	B
INIAP-ATAHUALPA 92	8,33	A	B
CD-19-006	11,67	B	
CD-19-007	15,00	B	

Elaborado por: Chugcho, 2023

La línea promisorias CD-19-010 bajo las condiciones agroecológicas en Querochaca tuvo un porcentaje de severidad de 1% en cuanto a roya de la hoja (*Puccinia hordei*); sin embargo, Custodia, (2022) en su investigación realizada en Salache demostró que la línea CD-19-010 fue la línea con menos resistencia a roya de la hoja (*Puccinia hordei*) con un porcentaje de severidad de 43,33%. Demostrando que esta línea posee más resistencia a la roya de hoja (*Puccinia hordei*) en las condiciones agroecológicas de Querochaca.

3.10.1.3. Virus del enanismo amarillo de la cebada

Virus del enanismo amarillo de la cebada (*Barley Yellow Dwarf Virus*) (Tabla 22), se encontró que las líneas CD-19-006 y CD-19-011 fueron más resistentes presentando Trazas de amarillamiento en la punta de pocas hojas, planta de apariencia vigorosa y las 3 líneas restantes CD-19-007, CD-19-010 e INIAP-ATAHUALPA 92 en último lugar con Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas.

Tabla 22 Porcentaje para el virus del enanismo amarillo de la cebada

Líneas promisorias	Grado	Significado
CD-19-007	2	Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas.
CD-19-006	1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo) en la punta de pocas hojas, planta de apariencia vigorosa.
CD-19-010	2	Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas.
CD-19-011	1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo) en la punta de pocas hojas, planta de apariencia vigorosa.
INIAP-ATAHUALPA 92	2	Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas.

Elaborado por: Chugcho, 2023

Para el virus el enanismo amarillo de la cebada (Barley Yellow Dwarf Virus), dentro de la investigación se encontraron dos tipos de grados descritos como Trazas de Amarillamiento y Amarillamiento restringido de las hojas; sin embargo, Custodia, (2022) en su investigación encontró hasta seis grados de daños denotando que el virus del enanismo en sus condiciones agroecológicas tiene una incidencia mayor a la nuestra.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La totalidad de las líneas promisorias proporcionadas por el Programa de Cereales en la investigación se adaptaron bajo las condiciones agroecológicas del sector Querochaca cantón Cevallos, provincia Tungurahua. Obteniendo así líneas promisorias más sobresalientes que las otras donde CD-19-010 presentó la mejor adaptabilidad en comparación a las tres líneas también evaluadas.
- La línea promisoría CD-19-010 presentó la mejor resistencia a enfermedades en cuanto a roya Amarillo *Puccinia striiformis* con un porcentaje de severidad del 15%, en roya de la hoja *Puccinia hordei* presentó un porcentaje de severidad del 1%, siendo considerados porcentajes muy bajos de incidencia al igual que con el Virus del enanismo amarillo de la cebada (*Barley Yellow Dwarf Virus*) en el que presentó un grado de amarillamiento restringido de las hojas considerando a esta línea promisoría con mayor resistencia a las enfermedades bajo las condiciones agroecológicas de Querochaca.
- Se evaluaron características agronómicas tales como días al espigamiento, altura de la planta, tipo de paja, tamaño de espiga, número de granos por espiga, rendimiento, peso hectolítrico, peso de mil granos, tipo y color de grano y enfermedades predominando con respuestas agronómicas buenas la línea CD-19-010.
- Se determinaron los parámetros post cosecha en cuanto a peso hectolítrico, la mejor línea promisoría fue la CD-19-007 con un promedio de 78,99 kg hl⁻¹ seguida de CD-19-010 con un promedio de 78,90 kg hl⁻¹ en tanto que como promedio de peso de mil granos se obtuvo 55,6 g al no existir significancia estadística en repeticiones. Tipo y color de grano se obtuvo en su totalidad Grano grueso, grande, bien formado, limpio de color blanco y de apariencia buena.

- La mejor línea promisoría en cuanto al rendimiento fue la línea promisoría CD-19-010 con un rendimiento de 7483,33 kg/ha de manera general mostrando su mejor adaptabilidad en la mayoría de parámetros evaluados siendo la mejor línea para el sector Querochaca.

4.2. Recomendaciones

- Continuar con este tipo de investigaciones en diferentes zonas de la sierra ecuatoriana para conseguir nuevas variedades mejoradas de cebada desnuda.
- Implementar nuevas investigaciones con la línea promisoría CD-19-010, ya que fue la mejor línea y podría convertirse en una excelente variedad a futuro dentro de estas condiciones agroecológicas.
- Generar un mayor número de investigaciones en sociedad con instituciones de investigación a nivel nacional.

CAPÍTULO V

MATERIALES DE REFERENCIA

5.1. Referencias Bibliográficas

Agudo, M. (1957). Hojas Divulgadoras LA CEBADA. mapa. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1957_17.pdf

Cajamarca, B., Montenegro, S. (2015). Selección de una línea promisorio de cebada (*Hordeum vulgare* L.) bio – fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur ecuatoriana [Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23473/1/TESIS%20CEBADA.pdf>

Custodia, M. (2022). 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 [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <file:///C:/Users/spc/Downloads/Cebada%20grano%20desnudo%20UTC.pdf>

Falconí, E., Garófalo, J., Llangarí, P., y Espinoza, M. (2010). El cultivo de Cebada Guía para la producción artesanal de semilla de calidad INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2420/4/iniapscbd390.PDF>

FAO. (2004). BARLEY Post-Harvest Operations FAO. <https://www.fao.org/3/au997e/au997e.pdf>

León, D. (2010). Evaluación del rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradicional de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Tunshi, parroquia Licto, canton Riobamba, provincia de Chimborazo [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/668/1/13T0691%20.pdf>

Ponce-Molina, L., Noroña, P., Campaña, D., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C. y Cruz, E. 2019. La cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Primera edición. Manual No. 116. INIAP, Programa de Cereales, Estación Experimental Santa Catalina. Quito-Ecuador. 52 p.

Ponce-Molina, L., Noroña, P., Campaña, D. (2021). Actividades de Investigación en cereales Año 2020. Boletín Técnico No 181. INIAP. Quito, Ecuador. 74p.

Ponce-Molina, L., Garófalo, J. y Noroña, P. (2022). Cebada (*Hordeum vulgare* L): Manual de manejo del cultivo y conservación de suelos. Boletín Divulgativo No 005. KOPIA, INIAP. Mejía-Ecuador. 22 p.

Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Campaña, D. y Noroña, P. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales. Manual No. 111. INIAP. Quito-Ecuador. 58p.

Magap. (2022). Impulsan siembra de cebada en Tungurahua. Ministerio de Agricultura y Ganadera. Magap. [https://www.agricultura.gob.ec/impulsan-siembra-de-cebada-en-tungurahua/#:~:text=La%20siembra%20de%20cebada%20en,\) %20y%20Tisaleo%20\(3\).](https://www.agricultura.gob.ec/impulsan-siembra-de-cebada-en-tungurahua/#:~:text=La%20siembra%20de%20cebada%20en,) %20y%20Tisaleo%20(3).)

Merchan, O. (2022). Evaluación de la respuesta de líneas de cebada frente a *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* en la parroquia Licto del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo [Escuela Politécnica Superior de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17417/1/13T01010.pdf>

Orrala, K. (2020). Valoración agronómica de 120 líneas promisoras de cebada cervecera en el Azúcar - Santa Elena. obtenido de valoración agronómica de 120 líneas promisoras de cebada cervecera en el Azúcar - Santa Elena [Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5402/1/UPSE-TIA-2020-0013.pdf>

Sánchez, C. (2011). Evaluación participativa de cuatro líneas y tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.), resistentes a sequía, en dos épocas de siembra y en invernadero, en la Espoch, Riobamba, provincia de Chimborazo [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/975/1/13T720%20.pdf>

Toapanta, I. (2016). “Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*), var. *Tunkahuán*” en el sector Querochaca, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua” Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18301/1/Tesis-117%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20372.pdf>

5.2. Anexos

Ilustración 3 Registro de presencia de enfermedades



Ilustración 4 Registro de espigamiento

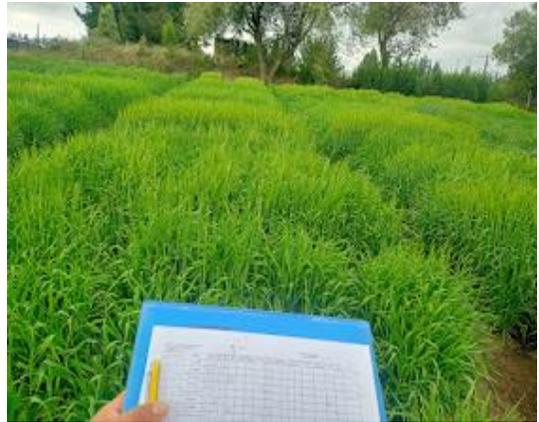


Ilustración 5 Registro espigamiento



Ilustración 6 Registro tipo de paja



Ilustración 7 Registro de enfermedades



Ilustración 8 Registro de enfermedades



Ilustración 9 Presencia de virosis



Ilustración 10 Altura de la planta



Ilustración 11 Registro de datos finales



Ilustración 12 Cosecha



Ilustración 13 Limpieza y clasificación hectolítrico



Ilustración 14 Determinación de peso



Ilustración 15 Registro de pesos



Ilustración 16 Registro de pesos



Ilustración 17 Determinación de peso de mil granos



Ilustración 18 Peso 1 Grano de cosecha en campo

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	
Total	1,04	14			
Repeticiones	0,23	2	0,11	4,47	0,05%
Líneas Promisorias	0,62	4	0,15	6,1	1%
Error	0,20	8	0,03		
Coefficiente de Variación	6,19				
Promedio	2,50				
0,05%	Significativo al 0,05%				
1%	Significativo al 1%				

Líneas promisorias	Medias (Porcentaje)	Rango de Significación	
CD-19-010	2,81	A	
CD-19-006	2,71	A	B
CD-19-007	2,64	A	B
INIAP-ATAHUALPA 92	2,38	A	B
CD-19-011	2,27	B	

Ilustración 19 Peso 2 Grano poscosecha: secado, limpiado y clasificado

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F calculado	
Total	1,19	14			
Repeticiones	0,23	2	0,11	4,41	“Ns”
Líneas Promisorias	0,76	4	0,19	7,33	“1%”
Error	0,21	8	0,03		
Coefficiente de Variación	6,64				
Promedio	2,40				
Ns	No significativo				
1%	Significativo				

Líneas promisorias	Medias (Porcentaje)	Rango de Significación		
CD-19-010	2,69	A		
CD-19-006	2,60	A	B	
CD-19-007	2,50	A	B	C
INIAP-ATAHUALPA 92	2,20		B	C
CD-19-011	2,12			C