

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE AGROPECUARIA



“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA VARIEDAD ABI VOYAGER Y NUEVAS LÍNEAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) MALTERA EN CHALTURA-IMBABURA.”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTORA:

Jenny Isabel Benavides Cuascota

DIRECTORA:

Ing. Chalampunte Flores Doris Salomé, PhD

Ibarra, octubre, 2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA VARIEDAD ABI VOYAGER Y
NUEVAS LÍNEAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) MALTERA EN
CHALTURA-IMBABURA.”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

DIRECTORA



FIRMA

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

ASESORA



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art.144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	1003323175
Apellidos y nombres:	Benavides Cuascota Jenny Isabel
Dirección:	Panamericana E35 y Camino Verde
Email:	jibenavidesc@utn.edu.ec
Teléfono fijo:	0967537607

DATOS DE LA OBRA	
Título	“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA VARIEDAD ABI VOYAGER Y NUEVAS LÍNEAS DE CEBADA (<i>Hordeum vulgare</i> L.) MALTERA EN CHALTURA-IMBABURA.”
Autor	Benavides Cuascota Jenny Isabel
Fecha	3 de octubre del 2024
Solo para trabajos de grado	
Programa	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
Título por el que opta	Ingeniera Agropecuaria
Director	Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la universidad en caso de reclamación por parte de terceros

Ibarra, a los 3 días del mes de octubre del 2024

EL AUTOR



Benavides Cuascota Jenny Isabel

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Benavides Cuascota Jenny Isabel bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 3 días del mes de octubre de 2024



Chalampunte Flores Doris Salomé, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 3 de octubre de 2024

Chalampunte Flores Doris Salomé, PhD

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe del trabajo de integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.


.....

Chalampunte Flores Doris Salomé, PhD.

C.C.: 1002610531

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 3 días del mes de octubre del 2024.

Jenny Isabel Benavides Cuascota: “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA VARIEDAD ABI VOYAGER Y NUEVAS LÍNEAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) MALTERA EN CHALTURA-IMBABURA.”

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 3 días del mes de octubre del 2024, con 115 páginas.

DIRECTORA: Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: “Efecto de la fertilización química sobre el comportamiento agronómico de la variedad ABI Voyager y nuevas líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) maltera en Chaltura-Imbabura.”

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar la productividad de los materiales de cebada maltera bajo diferentes esquemas de fertilización química.
- Comparar los parámetros de calidad de grano de los materiales de cebada maltera evaluados.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.


.....

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

Directora de Trabajo de Grado


.....

Jenny Isabel Benavides Cuascota

Autor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme cumplir con uno de mis sueños más anhelados. A mi madre por ser mi apoyo y fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida. A mis docentes por impartirme sus conocimientos con paciencia especialmente a mi directora de tesis Dra. Doris Chalampunte, por su gran disposición y apoyo incondicional hacia mi trabajo de investigación.

Además, quiero expresar mi gratitud y agradecimiento fraterno a la empresa Cervecería Nacional por su colaboración en la elaboración y ejecución de este trabajo y de forma muy especial al ingeniero Xavier Mera, ya que sin sus consejos y supervisión no hubiese sido posible este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	15
SUMMARY ..	16
CAPITULO I.....	17
INTRODUCCIÓN	17
1.1 Antecedentes	17
1.2. Problema.....	20
1.3. Justificación.....	21
1.4 OBJETIVOS.....	23
1.4.1 Objetivo general.....	23
1.4.2 Objetivos específicos.....	23
1.5 Hipótesis.....	23
CAPITULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Fertilizantes químicos	24
2.2 Importancia del uso de fertilizantes en el rendimiento de los cultivos	24
2.3. Aplicación de nitrógeno a la cebada maltera.	25
2.4. Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	26
2.4.1. Origen de la cebada	26
2.4.2 Descripción taxonómica.....	27
2.4.3 Descripción botánica de la cebada.....	27
2.5. Etapas fenológicas de la cebada maltera	28
2.5.1. Germinación.....	29

2.5.2. Producción de hojas.....	30
2.5.3. Macollamiento.....	30
2.5.4. Encañado.....	30
2.5.5. Espigamiento.....	30
2.5.6. Embuchamiento.....	31
2.5.7. Floración.....	31
2.5.8. Inflorescencias	31
2.5.9. La Polinización	31
2.5.10. Desarrollo del grano y maduración.....	31
2.6. Requerimientos del cultivo.....	32
2.7. Manejo del cultivo.....	32
2.7.1. Preparación del terreno.....	32
2.7.2. Siembra.....	33
2.7.3. Semilla.....	33
2.7.4. Densidad de semilla	33
2.7.5. Riego.....	33
2.7.6. Fertilización	34
2.7.7. Control de malezas.....	34
2.7.8 Cosecha y almacenamiento.....	34
2.8. Enfermedades	35
2.8.1. Roya amarilla.....	35
2.8.2. Roya de la hoja.....	35
2.8.3. Virus del enanismo amarillo de la cebada.....	35
2.8.4. Carbón volador	35
2.8.5. Helminthosporiosis foliar.....	35
2.9. Plagas	36
2.10. La cebada maltera.....	36
2.10.1. Generalidades	36
2.10.2. Características del grano de cebada maltera.....	36
2.2. MARCO LEGAL	37

CAPITULO III	39
MARCO METODOLÓGICO	39
3.1. Descripción del área de estudio.....	39
3.2 Materiales	40
3.3 Métodos	40
3.3.1. Factores en estudio	40
3.3.2 Tratamientos.....	41
3.3.3 Diseño experimental.....	41
3.3.4. Características del experimento.....	43
3.3.5. Características de la unidad experimental	43
3.4 Variables Evaluadas	43
3.4.1 Número de plantas establecidas.....	43
3.4.2. Días al macollamiento	44
3.4.3. Días al encañado.....	44
3.4.4. Días a espigamiento	44
3.4.5. Días a la madurez fisiológica.....	45
3.4.6. Altura de planta.....	45
3.4.7. Número de macollos por planta	45
3.4.8. Longitud de la espiga	46
3.4.9. Número de granos por espiga	46
3.4.10. Peso de mil granos	47
3.4.11. Peso hectolítrico.....	47
3.4.12. Calibre del grano	47
3.4.13. Rendimiento.....	48
3.4.14. Monitoreo de enfermedades	48
3.4.15. Análisis económico.....	51
3.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO	51
3.5.1. Selección del área de estudio	51
3.5.2. Análisis de suelo.....	51
3.5.3. Preparación del lote.....	51

3.5.4. Trazado de parcelas.....	52
3.5.5. Fertilización.....	52
3.5.6. Siembra.....	53
3.5.7. Riego.....	53
3.5.8. Controles fitosanitarios.....	54
3.5.9. Cosecha.....	54
3.5.10. Adquisición de datos.....	54
3.5.11 Costos de producción.....	54
CAPÍTULO IV.....	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
4.1. Para el objetivo 1: Determinar la productividad de cebada maltera bajo los esquemas de fertilización química.....	55
4.1.1 Número de plantas establecidas por metro cuadrado.....	55
4.1.2. Días al macollamiento.....	56
4.1.3. Días al encañado.....	58
4.1.4. Días al espigado.....	60
4.1.5. Días a la madurez fisiológica.....	62
4.1.6. Altura de planta.....	63
4.1.7. Número de macollos por planta.....	64
4.1.8. Longitud de la espiga.....	66
4.2. Para el objetivo 2. Comparar los parámetros de calidad de grano de los materiales de cebada maltera evaluados.....	67
4.2.1. Número de granos por espiga.....	67
4.2.2. Calibre del grano.....	68
4.2.3. Peso de mil granos.....	69
4.2.4. Peso hectolítrico.....	71
4.2.5. Rendimiento.....	72
4.2.6. Monitoreo de enfermedades.....	75
4.3 Para el Objetivo 3: Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio. ..	79
4.3.1 Análisis económico.....	79
CAPÍTULO V.....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81

5.1. Conclusiones	81
5.2. Recomendaciones.....	82
REFERENCIAS	83
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales etapas fenológicas de la cebada, según Zadoks (Z0.0 a Z9.9)	29
Tabla 2. Materiales, equipos, insumos y herramientas	40
Tabla 3. Tratamientos del estudio correspondientes a los materiales de cebada maltera y diferentes esquemas de fertilización química.....	41
Tabla 4. Características de la unidad experimental.....	43
Tabla 5. Aplicación de los esquemas de fertilización a la siembra y finalización del macollamiento	53
Tabla 6. ADEVA para el número de plantas establecidas	55
Tabla 7. ADEVA Días al macollamiento.....	56
Tabla 8. Días al macollamiento de la variedad ABI Voyager y las nuevas líneas de cebada maltera (Medias± Error estándar).	57
Tabla 9. Días al macollamiento con respecto a los esquemas de fertilización (Medias± Error estándar).....	57
Tabla 10. ADEVA para la variable días al encañado.....	58
Tabla 11. Días al encañado	59
Tabla 12. ADEVA de la variable días al espigado.....	60
Tabla 13. ADEVA para la variable días a la madurez fisiológica	62
Tabla 14. ADEVA para la variable altura de la planta.....	63
Tabla 15. ADEVA de la variable número de macollos por planta.....	65
Tabla 16. ADEVA para la variable Longitud de la espiga.....	66
Tabla 17. ADEVA para el número de granos por espiga.....	67
Tabla 18. ADEVA para la variable Calibre del grano	68
Tabla 19. ADEVA para la variable peso de mil granos	70
Tabla 20. Peso de mil granos de la variedad Abi Voyager y las nuevas líneas de cebada maltera (Medias± Error Estándar).....	70

Tabla 21. Peso de mil granos con respecto a los esquemas de fertilización (Medias± Error estándar).....	70
Tabla 22. ADEVA para la variable peso hectolítrico.....	71
Tabla 23. ADEVA para la variable Rendimiento	73
Tabla 24. Análisis Económico	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala de Zadoks. etapas de cultivo de cebada.....	29
Figura 2. Estructura de un grano de cebada	32
Figura 3. Mapa de Ubicación Geográfica de la Granja Experimental “La Pradera”	39
Figura 4. Diseño experimental del área de estudio	42
Figura 5. Plantas establecidas en la unidad experimental	43
Figura 6. Fase de macollamiento en las unidades experimentales	44
Figura 7. Días al espigado	44
Figura 8. Madurez fisiológica de la cebada maltera.....	45
Figura 9. Medición de la altura de planta.....	45
Figura 10. Número de macollos por planta	46
Figura 11. Medición de la longitud de espiga	46
Figura 12. Contabilización de granos por espiga	46
Figura 13. Peso de mil granos unidades experimentales.....	47
Figura 14. Determinación del peso hectolítrico de las unidades experimentales.....	47
Figura 15. Determinación del calibre de grano	48
Figura 16. Determinación del peso de cada una de las unidades experimentales	48
Figura 17. Presencia de enfermedades en la unidad experimental; Error! Marcador no definido.	
Figura 18. Escala modificada de Cobb.....	49
Figura 19. Escala de Saari Prescott	49
Figura 20. Escala de evaluación de severidad de Helminthosporosis foliar	50
Figura 21 Escala para evaluar el porcentaje de afectación por carbón cubierto a la espiga. ...	50
Figura 22. Recolección de la muestra de suelo	51
Figura 23. Preparación del terreno	51
Figura 24. Trazado de las unidades experimentales.....	52

Figura 25. Formulación de los esquemas de fertilización para las unidades experimentales ..	52
Figura 26. Siembra de cebada maltera en las unidades experimentales.....	53
Figura 27. Cosecha de las unidades experimentales	54
Figura 28. Número de plantas establecidas	56
Figura 29. Días al espigado por variedades.....	60
Figura 30. Días al espigado por esquemas de fertilización	61
Figura 31. Días a la madurez fisiológica de los tratamientos en estudio	62
Figura 32. Altura de planta de los tratamientos en estudio	64
Figura 33. Número de macollos de acuerdo a la variedad Abi Voyager y nuevas líneas de cebada maltera.....	65
Figura 34. Longitud de la espiga de acuerdo a los esquemas de fertilización	66
Figura 35. Número de granos por espiga	68
Figura 36. Porcentaje de calibre del grano de acuerdo a las variedades	69
Figura 37. Peso hectolítrico para la variedad ABI Voyager y nuevas líneas de cebada maltera.	72
Figura 38. Rendimiento de la cebada maltera según la variedad ABI Voyager y las nuevas líneas estudiadas.	73
Figura 39. Rendimiento de la cebada maltera según los esquemas de fertilización.	74
Figura 40. Porcentaje de severidad de roya en el ciclo del cultivo	75
Figura 41. Porcentaje de severidad de escaldadura en ciclo del cultivo	76
Figura 42. Porcentaje de severidad de mancha en red en el ciclo de cultivo de cebada.	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Climograma de las precipitaciones y temperaturas a través del ciclo del cultivo.	95
Anexo 2 Costos de producción detallados de las líneas de cebada maltera en función de los esquemas de fertilización estudiados	95

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA VARIEDAD ABI
VOYAGER Y NUEVAS LÍNEAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.)
MALTERA EN CHALTURA-IMBABURA.**

Jenny Isabel Benavides Cuascota
*Universidad Técnica del Norte
Correo: jibenavidesc@utn.ec

RESUMEN

En Ecuador la producción y comercialización de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), es el medio de subsistencia de varias familias, sin embargo, el uso repetido y exagerado de fertilizantes ha ocasionado una disminución en el rendimiento de los cultivos y fertilidad del suelo ocasionando pérdidas y altos costos de producción, por lo que se hace necesario desarrollar programas de fertilización adecuados que busquen incrementar la producción manteniendo los parámetros de calidad de grano como el diámetro de la semilla, contenido de proteína y porcentaje de humedad. Por ello la investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización química sobre el comportamiento agronómico de la variedad ABI Voyager y nuevas líneas de cebada maltera en Chaltura- Imbabura; se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar con 20 tratamientos donde se combinaron cuatro materiales de cebada maltera junto a cinco esquemas de fertilización y se concluyó que la línea con mayor rendimiento fue 2IK16-812 con una producción de 3.02tn/ha, el mejor esquema de fertilización fue el esquema 4 con un rendimiento de 3,34 t/ha. Todos los tratamientos estudiados obtienen una rentabilidad positiva al existir un beneficio costo que va desde los 1.56 a los 3.07 dólares.

Palabras clave: Cebada maltera, Fertilización química, Rendimiento, Calidad, Costos de producción.

EFFECT OF CHEMICAL FERTILIZATION ON THE AGRONOMIC BEHAVIOR OF THE ABI VOYAGER VARIETY AND NEW LINES OF BARLEY (*Hordeum vulgare* L.) MALTERA IN CHALTURA-IMBABURA.

Jenny Isabel Benavides Cuascota
*Universidad Técnica del Norte
Correo: jibenavidesc@utn.ec

SUMMARY

In Ecuador, the production and marketing of malting barley (*Hordeum vulgare* L.) is the livelihood of several families; however, the repeated and excessive use of fertilizers has caused a decrease in crop yield and soil fertility, causing losses and high production costs. Therefore, it is necessary to develop appropriate fertilization programs that seek to increase production while maintaining grain quality parameters such as seed diameter, protein content and moisture percentage. Therefore, the objective of the research is to evaluate the effect of chemical fertilization on the agronomic behavior of the ABI Voyager variety and three new lines of malting barley in Chaltura- Imbabura. A Randomized Complete Block design was used with 20 treatments where four malting barley materials were combined with five fertilization schemes and it was concluded that the line with the highest yield was 2IK16-812 with a production of 3.02 tn/ha, the best fertilization scheme was scheme 4 with a yield of 3.34 t/ha. All the treatments studied obtain a positive profitability as there is a cost benefit ranging from 1.56 to 3.07 dollars.

Keywords: Malting barley, Chemical fertilization, Yield, Quality, Production costs

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La cebada es el cuarto cultivo de cereales más significativo del mundo después del arroz, el trigo y el maíz, su siembra se efectúa a nivel mundial con una superficie de cultivo estimada de 44 millones de hectáreas las cuales producen 141 millones de toneladas, su manejo y cultivo es versátil, su beneficio final principalmente es empleado como forraje, alimento y malta (Puglia et al., 2020).

De igual forma Chojnacka et al. (2020), señalan que la cebada tiene varias aplicaciones, por ejemplo, como semilla en la industria maltera y como alimento para el ganado como planta completa para heno, ensilaje, alimento verde o incluso como paja; en este mismo ámbito, Yadav et al. (2020), indican que el cultivo de la cebada es importante, especialmente en áreas donde el trigo no es factible, gracias a algunas de sus características como una mayor adaptabilidad ambiental, menores requerimientos de agua, tolerancia a condiciones de estrés y capacidad para crecer tanto en suelos salinos como alcalinos.

En esta misma línea Fan et al. (2017), indican que la relación entre los granos de cebada y la biomasa aérea total varía aproximadamente entre 0.45 y 0.55 y su rendimiento depende del tipo de espiga entre 2 o 6 hileras, un factor importante en el cultivo es la incidencia del clima, principalmente los regímenes de lluvia y temperatura, otro de los factores en su manejo es el uso de fertilizantes.

Por lo tanto es importante que las plantas requieren cantidades equilibradas de nutrientes que comprometen ser compensadas con una fertilización balanceada, siendo necesario evaluar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y el estado nutricional de la planta, para calcular la necesidad del cultivo, la detección de deficiencias o la aplicación innecesaria y/o excesiva de fertilizantes causando perjuicios económicos y ambientales, existiendo por lo general balances negativos de nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), potasio (K) (Landriscini, et al., 2010).

Así mismo García et al. (2006), señalan que la aplicación de nutrientes juega un papel vital en el incremento del rendimiento de los cultivos de cebada la misma que requiere un aproximado de 25 kg N/t por cada grano producido, mientras, que en el requerimiento se encuentra en 100 kg N/ha; así mismo según la disponibilidad adecuada de N no solo mejora la calidad del grano, sino que favorece la productividad hasta en un 45%.

Teniendo en cuenta lo señalado, Prystupa et al. (2012), dicen que el N, P y S, son los nutrientes que limitan la producción de cultivos de cebada, señalan que la fertilización nitrogenada al

mismo tiempo de incrementar los rendimientos afecta el contenido proteico de los granos, que el uso la fertilización nitrogenada depende de la variedad utilizada, de la disponibilidad edáfica de N y de la dosis aplicada.

Por lo anteriormente indicado, es de importancia recalcar que la cebada maltera utilizada para la industria cervecera debe cumplir con un conjunto de parámetros de calidad, como el porcentaje de proteína y el tamaño de granos. En este sentido, en el caso del tamaño de los granos, estos son calificados de primera calidad (Tipo I) cuando son retenidos en una zaranda de 2.5 milímetros de ancho; estos granos poseen una mayor cantidad de almidón y un menor contenido de proteínas, por consecuente estas producen mayor cantidad de sustancias solubles para extraer, aumentando el extracto, por otra parte, los granos de menor tamaño presentan distintas velocidades de germinación, un alto contenido de proteínas y bajo contenido de almidón

El Tipo 2 son aquellos retenidos en zarandas de 2.2 a 2.5 mm y Tipo 3 menor a 2.2 mm, se considera forrajera, mientras que, con relación al contenido de proteínas, la recomendación es que el grano de cebada no posea menos de 8.5%, dado que esta característica influye en el gusto de la cerveza, la estabilidad que tendría la espuma y la nutrición de las levaduras (Giménez, 2017). El mismo autor señala que por estas razones resulta esencial obtener cebada con la calidad requerida en la industria maltera, dado que, estas características influyen en el comportamiento que presentará la materia prima durante la producción industrial y que afecta el rendimiento del producto final, perturbando incluso las características organolépticas de la cerveza.

Ante lo expuesto existen investigaciones realizadas con la finalidad de determinar o evaluar los efectos de la fertilización química sobre el comportamiento agronómico de la cebada maltera, entre otros se indica los siguientes:

En México, Álvarez (2023), realizó un estudio con la finalidad de evaluar el efecto de fungicidas, insecticidas de 2 empresas comerciales en cuanto al rendimiento y desarrollo del cultivo de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), el estudio se realiza en dos escenarios, campo y laboratorio, evaluaron el porcentaje plantas emergidas, el porcentaje de roya, conteo de pulgones, número malezas, altura de la planta, número de espigas por pie cuadrado y número de granos por espiga, los resultados mostraron que los diferentes productos aplicados lograron cumplir con su función, con los herbicidas se observó un control mayor del 95% de la maleza de hoja ancha, los fungicidas lograron controlar y disminuir la roya presente en las hojas de cebada en un 90%, el mayor rendimiento obtenido fue de 7.4 Ton/ha .

Landriscini et al. (2020), en el XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, exponen los resultados de su trabajo cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento y la calidad comercial de tres cultivares de cebada cervecera fertilizada con nitrógeno en el sudoeste bonaerense (SOB) semiárido y mencionan que la fertilización nitrogenada afecta la producción y calidad de la cebada cervecera, el ensayo se realizó con fertilización de tres dosis (0, 25 y 50 kg N/ha.), aplicadas en macollaje de forma manual, sobre tres cultivares de cebada cervecera: Ainara-INTA, Silera-INTA y Andreia, el diseño experimental fue de 3 repeticiones en parcelas divididas, los resultados les indicaron que las variedades mostraron respuestas diferentes con la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del grano (interacción significativa), concluyen indicando que para las condiciones particulares, la aplicación de N afectó de forma diferencial la producción de las variedades de cebada, aunque la calidad mostró una mejora generalizada. En Ecuador, Quelal (2014), realiza un estudio para evaluar el fraccionamiento y épocas de aplicación del nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en las variedades de cebada maltera Scarlett y Metcalfe, con el fin de estudiar el número de fraccionamientos con el nivel óptimo de fertilización nitrogenada y la época de aplicación de los mismos, utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones y ocho tratamientos, concluye que de los resultados analizados y discutidos no se detectaron diferencias significativas para las variables: días al espigamiento, altura de planta, tamaño de la espiga, número de granos por espiga y rendimiento, comprueba que el tratamiento T7 correspondiente al segundo fraccionamiento fue el óptimo, para todas las variables incluyendo las de mayor importancia que son el rendimiento y el contenido de proteína del grano. Lema-Aguirre, et al. (2017), en su estudio denominado producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal, el objetivo fue evaluar la respuesta de la producción de cebada a la fertilización nitrogenada (FN) y el impacto de esta en el contenido proteico del grano y la disponibilidad de nutrientes del suelo, empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en un arreglo de parcelas divididas [la urea (normal o polimerizada) fue la parcela principal y la FN (0, 30, 60, 90, 120, y 150 kg N/ha) la sub-parcela]. Se utilizó 110 kg/ha de semilla; 50% de la FN se aplicó tres semanas después de la siembra (al voleo) y 50% a las ocho semanas, utilizando para tal fin la variedad de cebada INIAP Cañicapa 2003, y la fertilización química fue urea normal y polimerizada (urea + tiofosfato de N-nbutiltriamida), obteniendo que, la dosis óptima de N para el estudio fue de 90 kg N/ha., con lo cual se obtuvo una producción de 3.41 t/ha. además, se determinó un aumento del 14.5% en el contenido de proteína. Concluye indicando que el tipo de urea no afectó la producción ($p > 0.10$),

aunque el promedio fue diferente entre los dos sitios (4.33 y 2.08 t/ha para los sitios 1 y 2 respectivamente).

Acan (2022), realiza un estudio para evaluar tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), en la Estación Experimental Tunshi, emplea un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial 3 x 3 y tres repeticiones el análisis estadístico utilizó la prueba de LSD Fisher al 10%, los tratamientos correspondieron a tres variedades de cebada maltera: Andreia, INIAP Alfa y Cañicapa, con tres dosis de fertilización nitrogenada: 0 kg N/ha. 75 kg N/ha. y 150 Kg N/ha.

La aplicación se la hizo una semana después de la siembra, se evaluó parámetros como: rendimiento comercial kg/ha, peso de 1000 granos, número de plantas, macollos y espigas por cada metro cuadrado, contenido de clorofila mediante sensor N-Tester, días a la germinación, espigamiento y maduración, número de granos por espiga. Concluye que las dosis de 75 kg N/ha. y 150 kg N/ha obtuvieron los mejores rendimientos en el cultivo de cebada maltera.

Kefale y Hawassa (2016), indican que la incorporación de la cantidad adecuada de N resulta esencial para lograr un crecimiento vegetativo vigoroso, dado que tiene un efecto sobre la síntesis de citoquinas que estimula la producción de macollos por planta y que la planta exhiba una mayor tasa de supervivencia; en este mismo ámbito Tehulie y Eskezia (2021) señalan que la disponibilidad de N, resulta particularmente importante durante el macollamiento dado que en este punto se requiere una mayor cantidad de fertilizante para el desarrollo y crecimiento de sus órganos reproductivos y una mayor acumulación de proteínas en el grano.

1.2. Problema

La cebada es un cereal de gran importancia como alimento humano y del ganado, este grano ocupa el quinto lugar como cultivo en el mundo, lo que ha conllevado a que las tasas de aplicación de fertilizantes en tierras agrícolas estén aumentando, la aplicación de fertilizantes sintéticos de nitrógeno (N) y fósforo (P) en tierras de cultivo altera drásticamente el presupuesto global de nutrientes, la calidad del agua, las tasas de uso estos fertilizantes por unidad de superficie de cultivo aumentan desde el año 1961, la expansión de las tierras de cultivo, han conllevado al aumento del consumo total de fertilizantes nitrogenados (Lu y Tian,2017).

Petersen et al. (2023), indican que este aumento ha sido impulsado por la evolución de la población mundial y el aumento asociado en la demanda de alimentos que se producen en áreas decrecientes de tierra cultivable, los costos de los fertilizantes son en la actualidad una parte importante de los costos totales y un determinante cada vez más importante de las ganancias agrícolas.

Por otro lado Prasad y Shivay (2015), indican que en Ecuador la fertilización de la cebada es deficiente debido a que los agricultores no aplican fertilizante, mientras que otros aplican sin hacer un manejo adecuado del suelo y del cultivo, por lo que, se exceden en los requerimientos de fertilización, además de existir una tendencia creciente en el uso de fertilizantes nitrogenados para incrementar la producción de cereales, aunque poco se conoce sobre la eficiencia en el uso del fertilizante y sobre la magnitud de las pérdidas de N por procesos naturales.

Por otro parte, la cantidad de macro y micronutrientes que necesita un cultivo de cebada para maximizar el rendimiento dependerá de las condiciones estacionales y el historial de rotación del suelo, así como del rendimiento potencial del cultivo, además, la tasa de absorción y partición de macro y micro nutrientes que está determinada en gran medida por la oferta y la demanda durante varias etapas del crecimiento de la planta (Tehulie y Eskezia, 2021), en este sentido, Chen et al. (2022), demostraron que el rendimiento de los granos de cebada aumentaba con la aplicación adicional de fertilizantes nitrogenados y luego se estabilizaba o disminuía si la fertilización nitrogenada era excesiva.

Ahora bien, ya sea por limitaciones agronómicas y económicas que controlan el mercado la cebada se mantiene como un insumo importante para la industria alimentaria, en especial para la industria cervecera, es así que Hafez et al. (2021), señalan que las prácticas agrícolas modernas han enfatizado el uso indiscriminado de fertilizantes, esta estrategia realmente ha mejorado los rendimientos de granos en muchas naciones en las últimas tres décadas, sin embargo, el uso repetido y excesivo de fertilizantes químicos también condujo a una disminución en el rendimiento de los cultivos y la fertilidad del suelo.

Por lo que, es necesario desarrollar programas de fertilización adecuados, con aplicaciones en diferentes momentos, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y el tipo de suelo, empleando para tal fin, el uso de fertilizantes químicos, por lo que, el presente proyecto tiene como objetivo determinar el mejor esquema de fertilización química para de la variedad ABI Voyager y las nuevas líneas de cebada maltera.

1.3. Justificación

En los últimos años, el rendimiento de cebada se ha estancado en varias regiones importantes en todo el mundo, determinando en muchos casos una pérdida del 4,8 % durante las 3 o 4 décadas que van desde 1980 hasta 2015. El cambio climático, especialmente el estrés por calor, las altas precipitaciones o la sequía, y el estrés en las etapas sensibles del desarrollo de la planta son responsables de la disminución en el rendimiento de la cebada. (Kim et al., 2022), en este sentido, el clima cambiante, donde la pérdida total de la cosecha o las reducciones menores en

el rendimiento y la calidad se convertirán en una realidad anual, por lo que se hace necesario la obtención de nuevas variedades de cebada para los productores.

A nivel industrial el uso de la cebada por parte de las empresas malteras requiere que los granos cumplan con un conjunto de parámetros productivos, que permita la optimización de los rendimientos y la obtención de una buena calidad maltera y cervecera lo que involucra, que el contenido de proteína del grano no sea inferior a 9%, ni superior a 12%, esta particular evidencia la necesidad de disponer de cebada de alta calidad, que cumpla con los requerimientos; por lo que, es necesario prestar mayor atención a la fertilización química, dado que es el factor que determina cultivos de altos rendimientos y bajos costos de producción (Cervecería Nacional y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. s.f.).

Esta situación sustenta la importancia de realizar el estudio que permita evaluar el efecto de la fertilización química sobre el comportamiento agronómico de la variedad ABI Voyager y nuevas líneas de cebada, con lo cual se podrá asegurar la sustentabilidad y crecimiento de la cadena agroindustrial maltera nacional, impulsando el desarrollo económico, industrial y productivo de la nación, con una ampliación de puestos de trabajo en las zonas agronómicas de producción de cebada, y la obtención de nuevos cultivares con rendimientos estables.

Por otro lado, los resultados del presente estudio permitirán aumentar el conocimiento de los agricultores, dado que, se optimizará el uso eficiente de fertilizante químico, destacando que su uso excesivo puede generar problemas de contaminación ambiental, un aumento de los costos de producción, e incluso puede llegar a reducir el rendimiento de los cultivos, es por ello que las tendencias agrícolas actuales enfatizan la búsqueda del uso óptimo de los fertilizantes químicos debido a los enormes costos de adquisición y la contaminación ambiental asociada.

De igual forma un manejo adecuado de fertilización química de ABI Voyager y nuevas líneas de cebada, favorecen socioeconómicamente la producción y comercialización en los productores de cebada, además de ser el medio de subsistencia de muchos hogares en Ecuador, los mismos que contribuye a la agricultura y fortalece el ingreso nacional, por lo que, desarrollar medios estratégicos para fortalecer su producción resulta esencial en el contexto actual con el fin de satisfacer las necesidades locales y fortalecer la seguridad alimentaria.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización química sobre el comportamiento agronómico de la variedad ABI Voyager y nuevas líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) maltera en Chaltura-Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la productividad de los materiales de cebada maltera bajo diferentes esquemas de fertilización química.
- Comparar los parámetros de calidad de grano de los materiales de cebada maltera evaluados.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

1.5 Hipótesis

Ho: Ninguno de los esquemas de fertilización química influirá significativamente en el rendimiento del cultivo de cebada maltera.

Ha: Algún esquema de fertilización química influirá significativamente en el rendimiento del cultivo de cebada maltera.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fertilizantes químicos

El crecimiento de la población en el mundo trae consigo el aumento y demanda de alimentos, esta particularidad ha incidido en la agricultura a nivel mundial, lo que conlleva a buscar alternativas para maximizar la producción, estas características traen efectos negativos en las propiedades del suelo, como el incremento en la utilización de fertilizantes de síntesis química (Quiroga et al., 2015).

Los fertilizantes químicos, son sustancias elaborados artificialmente, que combina nutrientes que mejoran la fertilidad y la capacidad productiva de la tierra, a través del uso de nitrógeno, fósforo y potasio, cuyo propósito principal es proporcionar a las plantas los agentes nutricionales necesarios para su desarrollo adecuado, sus características es tener una máxima solubilidad en agua para que pueda disolverse en el suelo y entrar tanto de forma pasiva como activa a la planta mediante el flujo hídrico (Navarro, 2013).

Quiroga et al. (2015), señalan que “los fertilizantes químicos, son en general compuestos de alta solubilidad que escurren superficialmente con el agua o penetran en el suelo por lixiviación de nutrientes particularmente fosfatos y nitratos” (p.p. 33-34); por consiguiente, en la producción agrícola son indispensables, permiten obtener grandes beneficios para la producción alimenticia, obtener resultados rápidos, mejoran el estado de salud de las plantas y aumentan la producción de las cosechas (Leiva, 201; Nicola y Smith, 2022).

2.2 Importancia del uso de fertilizantes en el rendimiento de los cultivos

Es importante indicar que para el uso de los fertilizantes se debe considerar las características físicas, químicas y biológicas del suelo; las condiciones climáticas y medio ambientales; los factores genéticos y fisiológicos del cultivo; así como, los componentes tecnológicos del manejo, todos estos factores inciden en el rendimiento de los cultivos y dependerá del éxito o ineficacia de estos (Guerrero 2018).

Por otra parte, Pilaloe et al. (2018) señalan que la planta requiere varios nutrientes esenciales para un óptimo rendimiento, entre ellos nitrógeno, fosforo, potasio, azufre, carbono, hidrógeno y oxígeno.

Con las perspectivas antes indicadas Veas (2020), menciona que la importancia de los fertilizantes consiste en la aplicación de nutrientes a los suelos para mejorar el crecimiento y rendimiento de los cultivos, fundamentales para el desarrollo de las plantas.

Martínez et al. (2017), señalan que muchos fertilizantes igualmente contienen micronutrientes como el hierro, cobre, zinc, que han demostrado ser esenciales para un buen estado de las plantas, estos se deben aplicarse de manera racional, aportando las dosis necesarias y con la frecuencia adecuada; Nicola y Smith (2022), dicen que con el uso de fertilizantes evitan las deficiencias de nutrientes en las plantas, mejora su estado fisiológico y, por lo tanto, aumenta la cantidad y la calidad de los alimentos, optimizan la fertilidad de los suelos y contribuyen al desarrollo de plantas más fuertes y sanas.

Barahona (2018); De la Cruz y García-Serrano (2016), corroboran la información señalando que el manejo eficiente de cualquier cultivo es el conocimiento adecuado de su fenología, desde esta perspectiva la fertilización ayuda a mejorar el crecimiento integral de la planta, mediante la aplicación de los nutrientes en proporciones adecuadas, para optimizar la producción, mejor calidad de los productos cosechados, reducción de los tiempos de crecimiento, aumento de la resistencia de las plantas a las enfermedades y plagas.

2.3. Aplicación de nitrógeno a la cebada maltera.

La producción de la cebada maltera, por lo general está limitada a la disponibilidad de nutrientes, el uso del nitrógeno es imprescindible en este cultivo, la falta de este afecta no sólo el rendimiento, sino también el contenido proteico del grano es por ello que para incrementar la disponibilidad de estos nutrientes y mejorar la productividad de los cultivos, se introducen al suelo fertilizantes nitrogenados (Cerón et al., 2018).

Karunarathne et al. (2020), mencionan que el nitrógeno es uno de los componentes más importante en la producción agrícola, es un macroelemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, así mismo, Carranca et al. (2015); Alazmani (2015), dicen que la fertilización con nitrógeno es esencial cuando se presentan suelos con escasa materia orgánica,; de allí que la respuesta del cultivo al fertilizante químico está influenciada por un factor como el manejo del fertilizante, el tipo de suelo, la secuencia del cultivo y la incorporación de nitrógeno residual y mineralizado.

De igual forma, Shewangizaw et al. (2022), indican que la cebada en su período de crecimiento requiere una gran cantidad de nitrógeno para lograr un rendimiento óptimo, la dosis adecuada de este elemento aumenta el área e índice foliar, la formación de macollos, lo que conduce a una mayor producción de materia seca y rendimiento de grano.

Wang et al. (2014), señalan que cuando las plantas tienen deficiencia de nitrógeno, se atrofian y adquieren una apariencia amarillenta, en los cereales el macollaje es limitado y deficiente, los tallos son más delgados y pequeños, existe maduración prematura de los granos, entre otros

factores que se dan por falta de este nutriente, de allí que los regímenes de fertilización nitrogenados adecuadamente pueden aumentar la cantidad de enzimas involucradas en el metabolismo celular y los procesos reguladores durante el desarrollo del grano, como el control de la biosíntesis de almidón y proteínas.

Prystupa (2016), dice que para alcanzar el 95% del rendimiento máximo, se requieren 130 kg N/ha, se debe observar el uso si la cebada va a tener un uso forrajero, el objetivo de la fertilización nitrogenada sería solamente maximizar los rendimientos; mientras que, si el grano se destinará al uso maltero, se deberían tenerse en cuenta, además, los efectos sobre el contenido proteico de los granos. El autor antes mencionado dice que para evaluar la cantidad de nitrógeno y obtener un determinado contenido proteico es necesario considerar que: cuanto más nitrógeno dispone el cultivo, mayor será el contenido proteico de los granos; y, generalmente, cuando se obtienen altos rendimientos, los contenidos proteicos tienden a ser bajos y viceversa.

Ponce et al. (2022), sugieren que la fertilización se debe realizar con base en un análisis de suelo; y, en caso de no tenerlo recomiendan basarse en los requerimientos básicos que necesita el cultivo de cebada, siendo 60kg de nitrógeno (N), 60 de fósforo (P_2O_5), 40 de potasio (K_2O) y 20 de azufre (S), e incluir los microelementos (calcio, magnesio, boro y zinc) y al macollamiento (30 a 40 días después de la siembra).

2.4. Cebada (*Hordeum vulgare* L.)

2.4.1. Origen de la cebada

La cebada (*Hordeum vulgare* L.), comenzó a cultivarse hace unos diez mil años en la zona que va desde el valle del Éufrates y Tigris (Siria, Irán, Irak) hasta el norte de África (Marruecos), descendiendo de la cebada silvestre, fue domesticada con el fin de obtener mejores semillas, los egipcios la utilizaron para cerveza y luego con el descubrimiento y uso del pan, determinaron la preponderancia de este último cereal. la taxonomía de las especies de cebada es discutida, pero puede decirse que corresponden a la especie *Hordeum vulgare* L. var *vulgare*; el antecesor silvestre de estas cebadas es *Hordeum spontaneum* Koch que es una especie silvestre de raquis frágil y a partir de esta especie se domesticó la cebada. (Bard et al., 2000).

Coronel y Jiménez (2011), dicen que en Ecuador este cultivo se presenta en tiempos de la conquista Española, después del maíz es considerado el cereal más distribuido en la zona interandina, el 40% es destinado para alimentación humana, otro 40% para la industrialización como la producción de malta y cerveza y un 20% como alimento de animales o forraje, según estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2020), en la actualidad a nivel nacional la superficie dedicada al cultivo de cebada es de 11.115 hectáreas con una

producción anual de 14.107 toneladas (INEC, 2020). Entre tanto que las importaciones alcanzaron de 37 mil t año.

2.4.2 Descripción taxonómica

Según Coque (2020) la clasificación botánica de la cebada es:

- Reino: Plantae
- Subreino: Tracheobionta
- Superdivisión: Spermatophyta
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Cyperales
- Familia: Poaceae
- Género: *Hordeum*
- Especie: *Hordeum vulgare*
- Nombre Científico: *Hordeum vulgare* L.
- Nombre Común: Cebada

2.4.3 Descripción botánica de la cebada

Ponce et al. (2020) y Blattner (2018). mencionan que la cebada aceptada en la actualidad es la (*Hordeum vulgare* L.), es miembro de *Poaceae*, pertenece a la *Triticeae*, estas son un grupo de plantas templadas que contiene varios cereales y forrajes económicamente importantes, así como unas 350 especies silvestres, el género *Hordeum* es inusual entre las *Triticeae* ya que contiene tanto especies anuales como *H. vulgare* y *H. marinum* como especies perennes como *H. bulbosum* La cebada presenta una particularidad morfología en relación con su sistema radicular, tallos, hojas y sus inflorescencias conocidas como espigas, la descripción botánica de cada uno de ellos se indica a continuación:

a) Raíz

El sistema radicular de la cebada (*Hordeum vulgare* L.), tiene una funcionalidad esencial para su desarrollo, absorción de nutrientes y agua del suelo, se caracteriza por una raíz principal o axial, desde allí se derivan múltiples raíces laterales secundarias y terciarias que, forman una red subterránea capaz de anclarse eficientemente al sustrato y explorar el entorno edáfico en búsqueda de recursos, (Quelal, 2014 y Aparicio,2018). El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA., 2019) señala que el sistema radicular es fasciculado, fibroso, se estima que un 60% del peso de las raíces se concentra en los primeros 20 a 30 cm del suelo, alcanzan 1,20m de profundidad.

b) Tallo

León (2011), menciona que el tallo de cebada es una estructura recta aproximadamente de 0.30 a 2 m, tiene forma cilíndrica con nudos sólidos de 7 a 8 cm entre sí y contextura suave; Tehulie y Eskezia (2021), indican que tiene varios tallos cilíndricos (macollos) con entrenudos huecos separados por nudos sólidos, generalmente existen entre 5 a 7 entrenudos en un culmo que aumentan de longitud y son progresivamente más pequeños en diámetro hacia la punta, la altura de los tallos oscila iniciando desde los 0.50 centímetros y puede alcanzar hasta un metro, el número de tallos está influenciado por la densidad de la planta, así como elementos genéticos y ambientales.

c) Hojas

Las hojas individuales, consisten en una vaina tubular y una lámina, nacen alternativamente en lados opuestos en cada entrenudo, emergen de manera alterna que se disponen opuestamente en cada nudo sucesivo del tallo, son estrechas y color verde claro, lineales, lanceoladas y compuestas de una vaina, una lámina, una lígula y dos aurículas; se caracteriza por tener entre 15 y 20 nervaduras, presenta unas dimensiones que varían de 22 a 30 centímetros de longitud y de 1 a 1.5 centímetros de ancho. (Rosales, 1999 y Ponce et al., 2020)

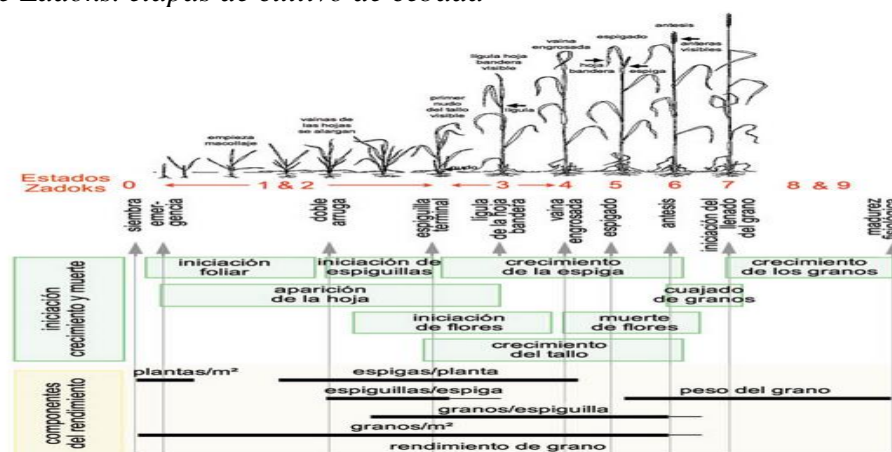
d) Flor

Orrala (2020) y Rivera (2017), indican que la cebada es una planta autógama, sus flores están formadas por un pistilo de dos estigmas y tres estambres, tienen la habilidad de abrirse una vez realizada la fecundación, esto permite la conservación de caracteres, es perfecta o hermafrodita, coexisten componentes reproductivos masculinos como femeninos en una única estructura floral; los estambres alojan a las anteras las cuales albergan el polen esencial para el proceso de fecundación; el pistilo, incorpora en su constitución a los ovarios y los estigmas, ambos elementos críticos en la reproducción sexual de la planta.

2.5. Etapas fenológicas de la cebada maltera

El crecimiento y desarrollo de la cebada cervecera está catalogado de acuerdo con la escala de Zadoks (Tabla 1), la misma que permite describir todos los cambios morfológicos que atraviesa el cultivo hasta su senescencia, esta escala contiene diez fases, enumeradas de cero a 9 como muestra la Figura 1 (Zadoks, et al., 1974; Rawson y Gómez, 2001).

Figura 1.
Escala de Zadoks. etapas de cultivo de cebada



Nota: La figura relaciona las fases externas de la escala Zadoks (en rojo). Los dos estados internos observables en el ápice, doble arruga y espiquilla terminal (texto vertical). Ejemplifica el momento que inician, crecen y mueren los componentes del tallo (recuadros verdes) y cuándo se forman los componentes del rendimiento (barras). Datos obtenidos de: Satorre et al. (2003).

Tabla 1.
Principales etapas fenológicas de la cebada, según Zadoks (Z0.0 a Z9.9)

Etapa principal	DESCRIPCIÓN	Sub-fase	Etapa principal	DESCRIPCIÓN	Sub-fase
0	Germinación	0.0-0.9	5	Espigado	5.0-5.9
1	Producción de hojas TP	1.0-1.9	6	Antesis	6.0-6.9
2	Producción de macollos	2.0-2.9	7	Estado lechoso del grano	7.0-7.9
3	Producción de nudos TP (encañado)	3.0-3.9	8	Estado pastoso del grano	8.0-8.9
4	Vaina engrosada	4.0-4.9	9	Madurez	9.0-9.9

Nota: TP = tallo principal. La tabla muestra las principales etapas fenológicas de la cebada, según Zadoks en las que se muestra las etapas de la cebada, con cada una de sus subfases, (Z0.0 a Z9.9) y la descripción de cada una de ellas. Datos obtenidos de Zadoks, et al. (1974)

Conforme lo expuesto a continuación se describe las etapas fenológicas de la cebada.

2.5.1. Germinación

Se considera a los procesos en los cuales el embrión después de estar en estado latente en la semilla reintegra su crecimiento y se desarrolla para formar una plántula, inicia con la entrada de agua en la semilla (imbibición) y finaliza con el comienzo de la elongación de la radícula. La emergencia se producirá entre los 5 a 10 días según la temperatura y humedad del suelo (Courtis, 2013).

Siguiendo a Courtis (2013) y Van der Hessen (2015), la germinación comprende cuatro etapas principales la primera es la imbibición de agua para la rehidratación de proteínas y orgánulos celulares; la segunda fase es la reactivación de las enzimas inactivadas por la extrema desecación, la tercera fase es la degradación de las sustancias de reserva de la semilla por las enzimas, la cuarta fase es la elongación de las células del embrión y emergencia de la radícula lo que concluye el proceso germinativo.

2.5.2. Producción de hojas

Ponce et al. (2020), manifiestan que una vez que la plántula ha emergido, se produce un cese en el alargamiento del coleóptilo y subsecuentemente se manifiesta la primera hoja verdadera, indicando el punto de inflexión en la ontogenia de la cebada, las mismas que brotan en un intervalo temporal de entre 3 a 5 días. Anderson et al. (1995) y Ponce et al. (2020) indican que posteriormente se observa la formación de aproximadamente entre ocho o nueve hojas que forman el tallo principal.

2.5.3. Macollamiento

Arellano (2010), determina que el macollamiento inicia cuando la plántula tiene tres hojas, los tallos generalmente comienzan a emerger e inicia la activación de las yemas ubicadas en las axilas de las hojas, lo que permite a los macollos emerger esta particularidad se produce a partir de los sub nudos del eje principal que originan brotes secundarios llamados macollos, el número total de macollos por planta fluctúa entre uno a cinco, en condiciones normales este proceso ocurre durante un lapso de 2 semanas. La siembra profunda y alta densidad, disminuye el número de macollos por planta, los macollos aumentan si existen temperaturas bajas, algunos macollos forman raíces, apoyando al sistema de la raíz nodal.

2.5.4. Encañado

La elongación del tallo o encañado se produce a los tres o cuatro días del nacimiento de la planta, comienza con la presencia del primer internudo del tallo principal, su alargamiento se da a partir del punto de unión del mesocotilo con el coleóptilo, el primer internudo se va acercando a la superficie del suelo donde se observa una pequeña protuberancia en su parte apical, he indica el comienzo de la fase de encañado (Ponce et al., 2020).

2.5.5. Espigamiento

Se caracteriza por la emergencia de las aristas y por la presencia de las espiguillas, en esta etapa los tallos van estructurándose con la formación de nuevos nudos y entrenudos, la espiga crece rápidamente, sin embargo, es muy pequeña para observarla fácilmente a través de las vainas de las hojas circundantes, tiene un tamaño aproximado de 5 mm (Caluguillin, 2023).

2.5.6. Embuchamiento

Se caracteriza por el engrosamiento del tallo en la parte superior, signo del crecimiento de la espiga, antes de la emergencia, a través de la vaina de la hoja bandera u hoja superior, la vaina de la hoja bandera se hincha y se empieza a abrir, aparece la punta de la espiga, inmediatamente existe una elongación gradual de la misma, hasta que alcanza su completa expresión en la posición más alta de la planta, coexiste presencia de aristas (Ubaque, 2019).

2.5.7. Floración

Ubaque (2019) y Arellano (2010), indican que posterior de haber finalizado la fase del espigamiento, transcurrido algunos días, las flores comienzan en el segundo tercio de la espiga, surgen los estambres empezando por la espiguilla central, posteriormente las laterales y continua hacia arriba y hacia abajo de la espiga. La flor se abre por algunos minutos, pero la extrusión de las anteras y su dehiscencia, es decir la polinización dura menos, sobre los 10 minutos, la floración se completa en dos días.

2.5.8. Inflorescencias

Velasco et al. (2020) y Daba et al. (2019), manifiestan que la mayoría de las flores de cebada se auto fecundan con su propio polen, son especies autógamias; en este mismo ámbito dicen que la cebada posee una inflorescencia en forma de espiga, con un eje central o raquis constituido por nudos, donde se desarrollan espiguillas; en la cebada cervecera de dos hileras solo una espiguilla en cada nudo es fértil, son pequeñas y presentan reducidos estambres, así como un ovario y un estigma más rudimentaria, además las laterales son estériles y solo se genera una semilla en cada espiga, lo que genera una apariencia plana, durante esta etapa las anteras liberan polen y da inicio a la polinización.

2.5.9. La Polinización

Es un evento fenológico importante en la cebada, sucede antes o durante el surgimiento de la espiga en la fase de embuchamiento, inicia en la porción central de la espiga y avanza hacia la punta como a la base de esta, es un proceso anemófilo, es decir, el polen es transportado por el viento para alcanzar las flores femeninas, la cebada, *Hordeum vulgare* L., presenta flores unisexuales dispuestas en espiguillas que, a su vez, se organizan en una espiga compuesta, cada espiguilla contiene una flor masculina y una femenina. (Ponce, 2022)

2.5.10. Desarrollo del grano y maduración

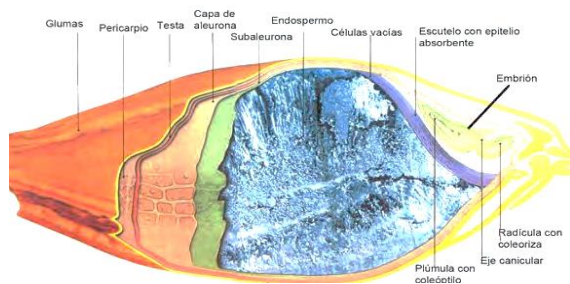
Velasco et al. (2020) y Ponce et al. (2020), mencionan que el grano es cariósipide oval, acanalado, extremos redondeados, más grueso en el centro y disminuye a los extremos, cubierto por la palea y la lemma adheridas a este, o puede ser desnudo; de color blanco, amarillo, azul,

negro, son secos, el pericarpio del fruto está adherido a la envoltura de la semilla, formado por el embrión, la aleurona; el endospermo, el grano oscila entre un mínimo de 6.0 mm y un máximo de 9.5 mm, su anchura registran medidas que se sitúan entre 1.5 mm y 4.0 mm.

Martínez (2020), menciona que está compuesto principalmente por el embrión, el endospermo y el pericarpio, el primero representa un 3.5% del peso seco del grano, contiene altos porcentajes de sacarosa, rafinosa y fructosa. el endospermo representa el 78.5% del grano, es básicamente de tipo amiláceo, el 18% restante corresponde al pericarpio, el cual está moderadamente lignificado (Figura 2). La cáscara protege el grano contra los depredadores es de utilidad en los procesos de malteado y cervecería; representa un 13% del peso del grano, oscilando de acuerdo al tipo, variedad del grano y latitud de plantación.

Figura 2.

Estructura de un grano de cebada



Nota: La figura muestra la estructura de un grano de cebada. Datos obtenidos de Van der Hessen. (2015).

2.6. Requerimientos del cultivo

En forma general la cebada se puede cultivar a partir de los 2 400 a 3 500 m.s.n.m., necesita de 500 a 700 mm de precipitación, se ajusta bien a todos los tipos de suelos, los óptimos son livianos (franco, franco limoso y franco arcilloso) y profundos, es muy sensible a los excesos de humedad no tolera los suelos de textura pesada por lo prefieren suelos con PH entre 5.5 a 7.5, esto posibilita un óptimo desarrollo radicular. En condiciones normales las semillas germinan con facilidad, las plantas van a ser fuertes, las espigas son grandes y los granos de buena calidad. La temperatura promedio va entre 10 a 20 °C., su mejor desempeño se da en climas frescos y secos, puede llegar a soportar hasta -10 °C, el inicio de la etapa de germinación necesita una temperatura de 6 °C, para el florecimiento 16 °C y para entrar en maduración 20 °C (Acan, 2022 y Días, 2016).

2.7. Manejo del cultivo

2.7.1. Preparación del terreno

Cajamarca (2015), señala que es un proceso de suma importancia en el cultivo de la cebada, su análisis permite conocer y utilizar los fertilizantes necesarios para optimizar las condiciones del

sustrato, lo que incide en el desarrollo de las plantas. Amaguaya (2022), indica que es necesario tener en cuenta el periodo invernal de la zona, que esta labor se debe realizar mecánica o manualmente, debiendo realizársela con anticipación como mínimo dos meses antes de la época invernal de la mencionada estación pluvial; recomiendan emplear una rastra de discos con la finalidad que la tierra este sin malezas, suelta y libre de terrones grandes, antes de la siembra.

2.7.2. Siembra

Una vez preparado el terreno se procede a realizar la siembra, existen dos formas, una de ellas es al voleo, siendo la más utilizada por los agricultores ecuatorianos, la otra es la mecanizada, su uso no es muy frecuente, la profundidad de siembra es entre los 2 a los 5 centímetros, lo que previene inundaciones y por consiguiente mortandad de las plántulas. (Falconí et al., 2010)

2.7.3. Semilla

Es importante utilizar semilla registrada o certificada, con alta calidad y pureza, lo que garantizará la uniformidad, viabilidad de las plantas emergentes, el uso de semilla de alta calidad permite obtener altos rendimientos de los cultivos, produce plantas sanas, resistentes a enfermedades y las condiciones ambientes adversas que puedan presentarse (Cajamarca, 2015).

2.7.4. Densidad de semilla

La cantidad de semilla es un factor crítico que incide en el establecimiento del cultivo y el rendimiento final, Falconi et al. (2010) y Cajamarca (2015), mencionan que la cantidad de semilla de cebada para la siembra es de 135 kg/ha., la densidad puede variar dependiendo del porcentaje de germinación. Si la cantidad de semilla utilizada es baja, existirá menos plantas por unidad de superficie, una menor producción y aprovechamiento del terreno; mientras que, si la cantidad de semilla es alta, producirá más plantas por unidad de superficie, pero no aumentará la cosecha debido a la mayor competencia entre plantas, dando menos granos por espiga con menor peso. Las cebadas cerveceras deben sembrarse en líneas, con distancias que varían entre 17 o 18 cm.

2.7.5. Riego

Chicaiza (2014) y López (2011), indican que la cebada es un cultivo con bajas necesidades de agua de riego, tiende a ser más resistente a la sequía, su requerimiento de agua es al principio de su desarrollo, el riego favorece el encamado, por lo que se debe realizar con mayor frecuencia en la época del encañado, en la etapa del espigado se producen daños, pero también favorece la propagación del cultivo, con un rango de 400 a 600 mm durante todo el ciclo del cultivo se desarrolla mejor.

2.7.6. Fertilización

Las condiciones climatológicas, edafológicas, rotación de cultivo, el uso a cual se la va a emplear, son factores que inciden en el tipo de fertilización, las dosis de abono y la fecha de aplicación, en la cebada maltera los requerimientos de bajo contenido de nitrógeno y el elevado contenido de almidón, demanda un elevado abastecimiento de fósforo y potasio, se debe disminuir las dosis de nitrógeno, porque este elemento está relacionado directamente con el contenido de proteína, el cual establece la aptitud del grano para elaborar malta (Guerrero, 2018).

La fertilización se debe realizar con la siembra y otra al final del ahijamiento, la dosificación deriva del nivel de fertilidad del suelo, es por lo que tener en cuenta los niveles de extracción del cultivo y un análisis del suelo, en caso de no disponer de estos estudios se requiere 60 kg de nitrógeno, 60 kg de fósforo, 30 kg de potasio y 20 Kg de azufre, se pueden incorporar cuatro sacos de 10-30-10 a la siembra y luego, al macollamiento (30-45 días después de la siembra), un saco de urea de 50 kg/ha (Caluguillin, 2023).

2.7.7. Control de malezas

Otro de los factores que inciden en la producción, dificulta el proceso de cosecha, reduce la calidad del producto e incrementa los costos de producción de la cebada es la provocada por las malezas, por lo tanto es necesario realizar diferentes controles para eliminar las malezas, se recomienda realizarlo al macollamiento entre los 45 a 60 días después de la siembra, cuando las plantas estén bien ancladas al suelo, consiste en eliminar las malezas grandes teniendo precaución de no matar al cultivo, se recomienda realizar una adecuada preparación del suelo para reducir la presencia de maleza en el cultivo (Falconí et al., 2010).

2.7.8 Cosecha y almacenamiento

Ponce et al. (2020), señalan que la cosecha se debe realizar antes de que los granos se rompan o germinen en la espiga, que contengan una humedad inferior al 15%, lo que permite un almacenamiento seguro, para prevenir la proliferación de patógenos y asegurar la preservación de la calidad del grano. La semilla debe ser almacenada en un lugar seco, con excelente ventilación para evitar la humedad y libre de roedores; la semilla debe limpiarse y clasificarse por tamaño, empleando mallas de 2.5 mm., los sacos no deben estar en contacto directo con el suelo o pegados a las paredes, se debe almacenar con un contenido de humedad de 13%, con una temperatura de 18 °C.

2.8. Enfermedades

Existen algunas enfermedades que afectan el rendimiento y calidad, son causadas por una variedad de patógenos, hongos, bacterias y virus, entre las enfermedades más prevalentes, siguiendo a Ponce et al. (2020; 2022) y Lasluisa (2021) son:

2.8.1. *Roya amarilla*

Producida por el hongo *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* afecta tanto al follaje como a las espigas de la planta, presenta pústulas amarillas, que se desarrollan de manera rectilínea o estriada, compromete la integridad fisiológica de la planta, incide negativamente en el rendimiento y la calidad del grano, puede llegar a ocasionar pérdidas hasta de 90% en variedades susceptibles, se manifiesta a partir de 70-90 días después de la siembra.

2.8.2. *Roya de la hoja*

Conocida también como roya parda producida por *Puccinia hordei* constituye una grave amenaza para los cultivos de cebada, se presenta a través de pústulas de forma circular o sutilmente elíptica, excede del 3% del área de la hoja, su distribución en las hojas no obedece a un patrón específico, reduce el rendimiento del cultivo hasta en un 50%, es una enfermedad de temperaturas elevadas.

2.8.3. *Virus del enanismo amarillo de la cebada*

Es causado por un virus y propagado predominantemente por diversas especies de pulgones como vector, a las características es de presentar hojas amarillas, crecimiento de raíces reducido, retraso en la formación de espigas y disminución del rendimiento, la infección temprana puede disminuir en más de un 20% el rendimiento.

2.8.4. *Carbón volador*

Provocado por *Ustilago nuda* ataca fundamentalmente en la fase de desarrollo de los granos en la espiga, la espiga es reemplazada por masas de esporas de carbón, dispersas por la acción del viento, las que se sitúan sobre los granos en crecimiento, donde germinan y penetran en ellos, instigando un proceso infeccioso que puede comprometer la integridad y el rendimiento del grano, este fenómeno demanda una atención particular en el manejo fitosanitario del cultivo.

2.8.5. *Helminthosporiosis foliar*

Conocida comúnmente como mancha en red, en sus primeros momentos, se puede parecer una infección de roya amarilla, ya que normalmente la primera infección se presenta como una banda marón extendiéndose longitudinalmente en la hoja, posteriormente la enfermedad se muestra como una serie de manchas alargadas con un conjunto de líneas negruzcas

aleatoriamente por la hoja. Las hojas normalmente presentan una decoloración a medida que la enfermedad avanza.

2.9. Plagas

Ribeiro et al. (2014) y Chicaiza (2014), manifiestan que la cebada puede ser susceptible al ataque de diversas plagas, entre ellas está el gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), el gusano soldado (*Helicoverpa armigera*), la mosca blanca (familia Aleyrodidae), el pulgón del follaje (*Schizaphis graminum*) y el pulgón de la espiga (*Sitobium avenae*), estos agentes biológicos son una amenaza para el desarrollo del cultivo e incide en el rendimiento final de la cosecha.

2.10. La cebada maltera

2.10.1. Generalidades

La cebada cervecera es en la actualidad una de las alternativas de mayor crecimiento, al cultivarse para pienso y malteado, las cebadas con alto valor proteico son utilizadas en alimentación, las de alto contenido de almidón y bajo contenido proteico es utiliza para la industria cervecera, es capaz de formar una capa para filtración de mosto requerida en una etapa de procesamiento posterior, antes de ser usada en cervecería, debe ser convertida en malta (Arriola et al. 2017).

En Ecuador se producen distintas variedades de cebada, la característica diferencial es las espigas, las mismas presentan un ordenamiento de dos y seis hileras, la de dos hileras es apreciada para elaborar cerveza, la segunda para forraje, las características de calidad maltera son de tipo cuantitativo, su término no depende solo del genotipo, está influenciado por diversos factores del ambiente, suelo y manejo agronómico. Factores que son determinantes para obtener un buen rendimiento y una buena calidad de grano para malta (Bobadilla et al. 2019).

2.10.2. Características del grano de cebada maltera

Las malterías requieren granos de tamaño grande y uniforme con un determinado porcentaje de proteína, la industria cervecera nacional requiere de algunas características organolépticas de la cebada (Constante, 2014).

La calidad de la cebada cervecera está determinada por las normas subjetivas de la cebada, con sus límites y tolerancias para porcentaje de proteína, semillas de malezas, pureza varietal, granos quebrados, brotados, descascarados, porcentaje inferior a la zaranda 2.2 mm.; el color y brillo de la cebada están reguladas por las condiciones sanitarias de maduración y cosecha debe ser amarillo pajizo con un cierto brillo, siendo esto un indicador de buenas condiciones, el olor de moho junto a la decoloración motivan a un rechazo del producto indica que el lote ha sufrido condiciones adversas durante la cosecha o el almacenamiento; el porcentaje de la cascara debe

representar del 7 al 13% de la sustancia seca, la forma del grano de la cebada y el porcentaje de las cáscaras influyen en el rendimiento en extracto de la malta obtenida (Hoyle, et al., 2019 y Gil, et al. 2016).

Arias, G. (1991); Castro (2022) y Hoyle et al. (2019), manifiestan que para utilizar la cebada maltera en la industria cervecera se requiere granos con calibre alto, por el almidón que contienen, un porcentaje de germinación alto entre el 95 al 98%, un porcentaje de proteína entre 10 y 11%, la humedad debe tener un valor de 12.0% con una tolerancia de 12.5%; los granos denominados de primera calidad son los retenidos en una zaranda de 2.5 milímetros de ancho, los granos de mayor tamaño proporcionan, más extracto al producir una mayor cantidad de sustancias solubles para extraer, al tener más cantidad de almidón y menor contenido de proteínas, los de menor tamaño presentan alto contenido de proteínas y bajo contenido de almidón, debe tener no menos de 8.5% de proteína, lo que permite reducir la cantidad de azúcares fermentables producidas durante la molienda.

2.2. MARCO LEGAL

Se enmarca en la normativa legal vigente del Ecuador, en especial en la norma suprema de la Constitución del Ecuador, que señala el derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos, la disponer de bienes y servicios de óptima calidad, la importancia de la soberanía alimentaria para garantizar la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente, el impulso de la producción, transformación agroalimentaria de las pequeñas y medianas unidades de producción, promover el uso, la conservación e intercambio libre de semillas, asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica, el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria, sujeta a principios y normas de calidad, sostenibilidad, productividad (Constitución del Ecuador, 2021, Arts. 13.52, 281, 410)

Observa lo dispuesto en la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento que tutela proteger, revitalizar, multiplicar y dinamizar la agrobiodiversidad en lo relativo a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, garantiza los derechos a la libre producción, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos y diversos para la población, la libre producción, conservación, comercialización, intercambio y acceso a toda clase de semilla, nativa, tradicional y certificada. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, Arts. 1 y 8)

Observa lo indicado en el Plan de creación de oportunidades 2021-2025, que menciona en el objetivo 3 fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola (Secretaría Nacional de Planificación, 2021, objetivo 3)

Se observa la importancia de los objetivos contemplado en la política Agropecuaria Ecuatoriana 2015-2025, que entre otros menciona mejorar la contribución de la agricultura para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria de la población ecuatoriana, contribuir con la agricultura para garantizar la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana, potenciar la contribución de la agricultura inclusión social y sistemas agrícolas sostenibles, de esta forma garantizar el cambio de la matriz productiva nacional (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2016).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

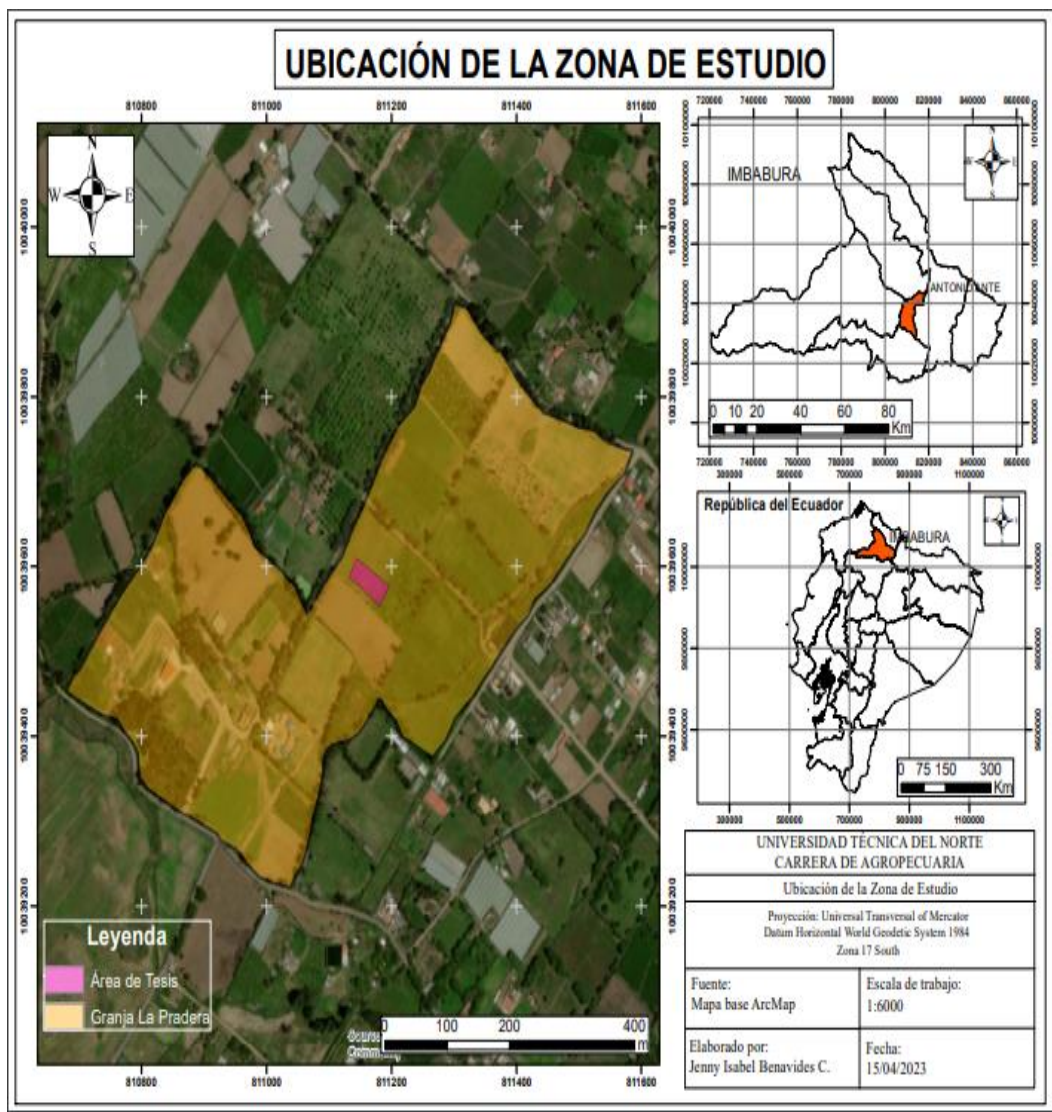
3.1. Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en la en la Granja Experimental La Pradera, que se encuentra en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, cuyas coordenadas geográficas son: X= 810913-E; Y=10039425-N como se muestran en la figura 3.

Entre las características climáticas del área de estudio se tiene una altitud de 2 350 msnm. Temperatura promedio anual 16.4 °C, precipitación anual 600 – 800 mm y la humedad relativa es de 68.9 % (GAD Municipal de Antonio Ante, 2011).

Figura 3.

Mapa de Ubicación Geográfica de la Granja Experimental “La Pradera”



3.2 Materiales

A continuación, se describen en la Tabla 2 los diferentes materiales y equipos utilizados en el proyecto de investigación:

Tabla 2.

Materiales, equipos, insumos y herramientas

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Fundas plásticas	Cámara fotográfica	Semillas de cebada	Azadones
Letreros para identificar las muestras	Balanza	maltera	Rastrillo
Libro de campo	Equipo de computación	Fertilizantes químicos	Pala
	Calculadora	Herbicida	Bomba de fumigar
	Trilladora	Fungicida	
Estacas			
Flexómetro (30m)			
Cinta métrica			

3.3 Métodos

El presente proyecto es de tipo estudio experimental aplicado de campo; dado que se recolectó la información directamente del cultivo y se manipularon las variables cuantitativas correspondientes.

3.3.1. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron el material vegetal de cebada maltera y los esquemas de fertilización química, como se muestra a continuación:

FACTOR A: materiales de cebada maltera

V1=ABI Voyager

V2=Line 1 (2IK16-0671).

V3=Line 2 (2IK16-0710).

V4=Line 3 (2IK16-0812).

FACTOR B: esquemas de fertilización química.

E = Testigo

E1 = Esquema 1: 15kg/ha (N); 40 kg/ha (P₂O₅); 30 kg/ha (K₂O); 2.20kg/ha (CaO); 6.70kg/ha (MgO); 2.83kg/ha(S);0.08kg/ha (Zn);0.11kg/ha(B).

E2 = Esquema 2: 30kg/ha (N); 40 kg/ha (P₂O₅); 30 kg/ha (K₂O);3.85kg/ha (CaO); 7.63kg/ha (MgO); 8.73kg/ha(S);0.08kg/ha (Zn);0.11kg/ha(B).

E3 = Esquema 3: 60kg/ha (N); 40 kg/ha (P₂O₅); 30 kg/ha(K₂O);19.25kg/ha (CaO); 18.13kg/ha (MgO); 8.73kg/ha(S);0.08kg/ha (Zn);0.11kg/ha (B).

E4 = Esquema 4: 90kg/ha (N); 40 kg/ha (P₂O₅); 30 kg/ha (K₂O);19.25kg/ha (CaO); 18.13kg/ha (MgO); 8.73kg/ha(S);0.08kg/ha (Zn);0.11kg/ha (B).

3.3.2 *Tratamientos*

A continuación, se presentan los tratamientos examinados en la presente investigación (Tabla 3).

Tabla 3.

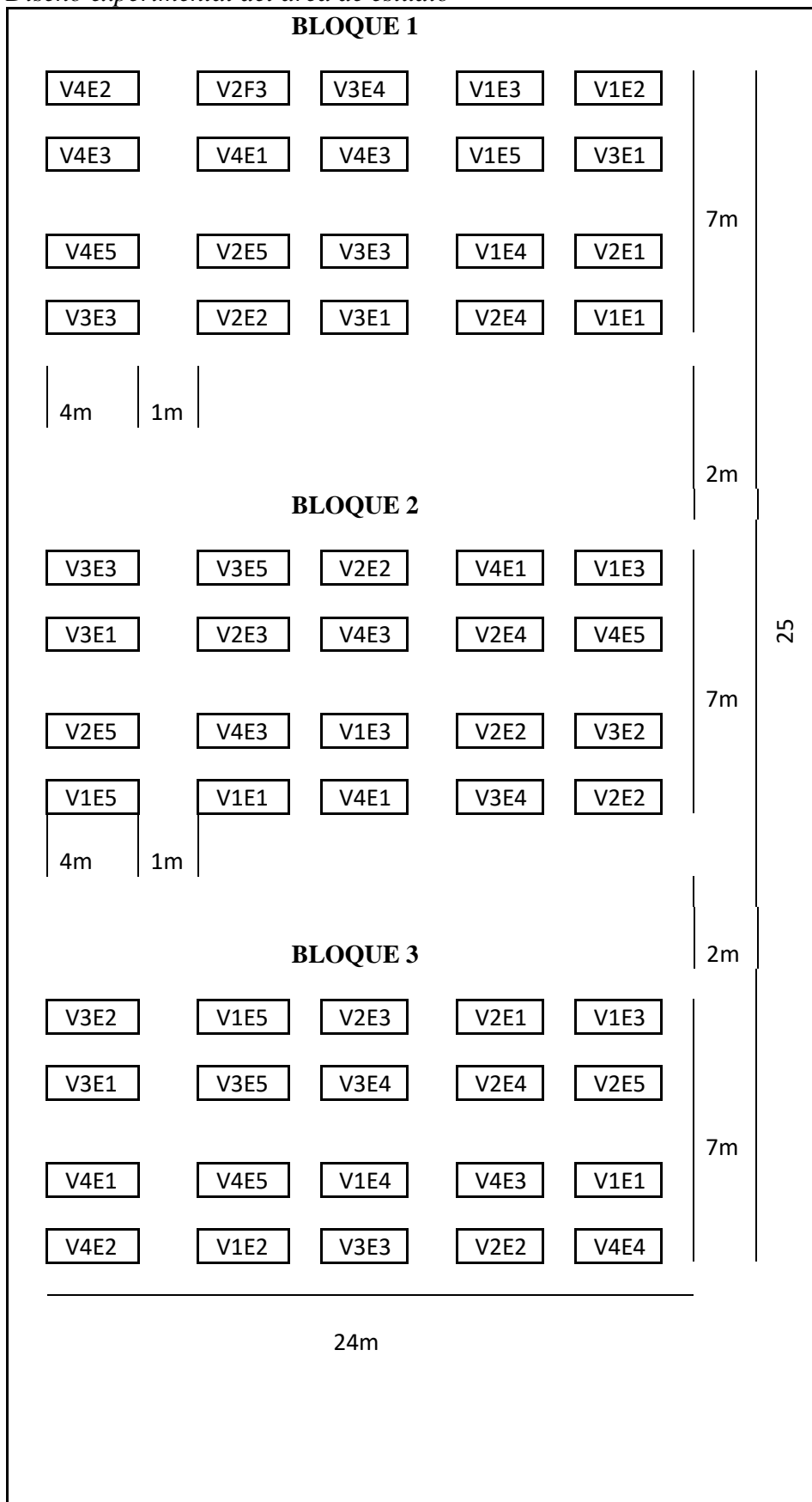
Tratamientos del estudio correspondientes a los materiales de cebada maltera y diferentes esquemas de fertilización química

Tratamientos	Descripción	Código
T1	ABI Voyager/ Testigo	V1E
T2	ABI Voyager/ Esquema 1	V1E1
T3	ABI Voyager/ Esquema 2	V1E2
T4	ABI Voyager/ Esquema 3	V1E3
T5	ABI Voyager/ Esquema 4	V1E4
T6	Line 1/ Testigo	V2E
T7	Line 1/ Esquema 1	V2E1
T8	Line 1/ Esquema 2	V2E2
T9	Line 1/ Esquema 3	V2E3
T10	Line 1/ Esquema 4	V2E4
T11	Line 2/ Testigo	V3E
T12	Line 2/ Esquema 1	V3E1
T13	Line 2/ Esquema 2	V3E2
T14	Line 2/ Esquema 3	V3E3
T15	Line 2/ Esquema 4	V3E4
T16	Line 3/ Testigo	V4E
T17	Line 3/ Esquema 1	V4E1
T18	Line 3/ Esquema 2	V4E2
T19	Line 3/ Esquema 3	V4E3
T20	Line 3/ Esquema 4	V4E4

3.3.3 *Diseño experimental*

El presente estudio se sustentó en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones para un total de 60 unidades experimentales, como se muestra en la Figura 4:

Figura 4.
Diseño experimental del área de estudio



3.3.4. Características del experimento

A continuación, se describen las características del experimento:

- Factor en estudio: materiales de cebada (*Hordeum vulgare* L.) maltera, esquemas de fertilización química.
- Diseño de bloques completos al azar (DBCA)
- Número de tratamientos: 20
- Número de bloques:3
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 60
- Área total del ensayo: 600 m².

3.3.5. Características de la unidad experimental

A continuación, en la Tabla 4 se describe las características de la unidad experimental:

Tabla 4.

Características de la unidad experimental

Datos	Medidas
Largo	4 m
Ancho	1 m
Área	4m ²
Separación entre repeticiones	1m
Separación entre tratamiento	1m

3.4 Variables Evaluadas

Se evaluaron las siguientes variables:

Para el objetivo 1: Determinar la productividad de cebada maltera bajo los esquemas de fertilización química.

3.4.1 Número de plantas establecidas.

Para la estimación de esta variable se contabilizó el número de plantas emergidas en dos cuadrantes establecidos dentro de la unidad experimental, siendo 50 x 50 cm la medida de dichos cuadrantes (Figura 5).

Figura 5.

Plantas establecidas en la unidad experimental



3.4.2. Días al macollamiento

Para el registro de esta variable se esperó que el 80% de las plantas haya macollado en cada unidad experimental, luego se contabilizó y registró los días transcurridos desde la siembra hasta el macollamiento (Figura 6).

Figura 6.

Fase de macollamiento en las unidades experimentales



3.4.3. Días al encañado

Para determinar esta variable fueron contabilizados los días desde el momento de la siembra hasta que el 80% de la unidad experimental tuvo tallos con uno a dos nudos y se empezaba a divisar las aurículas de la hoja bandera.

3.4.4. Días a espigamiento

La evaluación de este parámetro se lo realizó de forma visual, cuando la unidad experimental ya había espigado en un 80% y se registró la cantidad de días transcurridos desde la siembra hasta la fase de espigado (Figura 7).

Figura 7.

Días al espigado



3.4.5. Días a la madurez fisiológica

Para contabilizar el número de días transcurridos hasta que el cultivo alcanzó su madurez fisiológica fue necesario esperar a que el 80% del endospermo de los granos pierda su coloración verdosa (Figura 8).

Figura 8.

Madurez fisiológica de la cebada maltera



3.4.6. Altura de planta

En esta variable se seleccionó 10 plantas al azar y con una regleta se midió la distancia desde el suelo hasta el ápice de la espiga, excluyendo las aristas, luego se registró los datos en centímetros (Figura 9).

Figura 9.

Medición de la altura de planta



3.4.7. Número de macollos por planta

Se contabilizó el número de macollos totales, en el mismo espacio donde se determinó el número de plantas establecidas y se relacionó el número total de macollos para el número de plantas establecidas (Figura 10).

Figura 10.

Número de macollos por planta



3.4.8. Longitud de la espiga

Para determinar de la longitud de espiga se empleó una regla y se midió la distancia desde la base de la espiga hasta el ápice en 10 espigas por cada unidad experimental y se registró el dato en centímetros.

Figura 11.

Medición de la longitud de espiga



Objetivo 2. Comparar los parámetros de calidad de grano de los materiales de cebada maltera evaluados.

3.4.9. Número de granos por espiga

En este parámetro se seleccionaron 10 espigas al azar de cada unidad experimental y en forma manual se contabilizó el número de granos llenos que poseía cada espiga (Figura12).

Figura 12.

Contabilización de granos por espiga

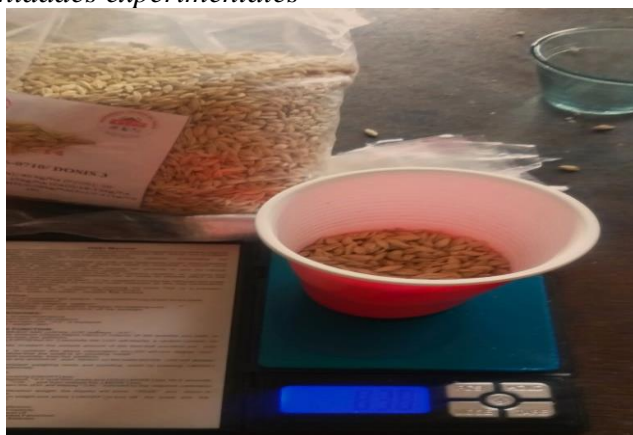


3.4.10. Peso de mil granos

El registro de esta variable se lo obtuvo después de haber secado y limpiado la semilla; Se contó y se pesó mil granos por cada unidad experimental y los resultados se expresaron en gramos (Figura 13).

Figura 13.

Peso de mil granos unidades experimentales



3.4.11. Peso hectolítrico

Para la estimación de esta variable se tomó una muestra de granos de cebada y se colocó en la balanza electrónica para peso hectolítrico y posteriormente se registró el peso en kilogramo por hectolitro kg hl^{-1} de cada tratamiento (Figura 14).

Figura 14.

Determinación del peso hectolítrico de las unidades experimentales



3.4.12. Calibre del grano

Se tomó una muestra de 100g y se colocó en una zaranda con un calibre de 2,5mm para separar las impurezas y los granos de menor calibre, posteriormente se pesó los granos que quedaron en la zaranda y así se determinó el porcentaje de calibre de grano (Figura 15).

Figura 15.

Determinación del calibre de grano



3.4.13. Rendimiento

Se registro el peso de cada unidad experimental con una humedad al 12% y se lo extrapolo ha toneladas por hectárea (Figura 16).

Figura 16.

Determinación del peso de cada una de las unidades experimentales



3.4.14. Monitoreo de enfermedades

Se examinó principalmente cuatro enfermedades: Roya de la hoja (*Puccinia hordei*), Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*), Helminthosporiosis foliar o mancha en red y Carbón (*Ustilago spp*).

Figura 17.

Presencia de enfermedades en la unidad experimental



a. Roya de la hoja (*Puccinia hordei*)

Para cuantificar la presencia y el daño causado en la estructura vegetal se examinó en forma visual cinco puntos de cada unidad experimental y con la ayuda de la escala modificada de Cobb (Figura 18), la cual relaciona el porcentaje real ocupado por uredinios de la roya con el grado de severidad, se registró el porcentaje de severidad.

Figura 18.

Escala modificada de Cobb



Nota: datos obtenidos de Peterson et al. (1948)

b. Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*)

La evaluación de esta enfermedad se la efectuó de forma visual empleando la escala de Saari Prescott (Figura 19), la misma que va de 0 a 9, donde 0 representa la ausencia de la enfermedad y 9 es la infección total de la estructura vegetal.

Figura 19.

Escala de Saari Prescott



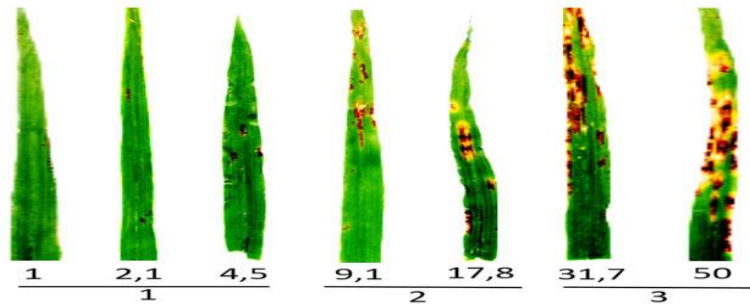
Nota: Escala de severidad (0-9) para manchas foliares causadas por *Pyricularia grisea* en raigrás (*Lolium* sp.), Obtenido de ETHzürich (2016).

c. Helminthosporiosis foliar o mancha en red

Para la determinar el índice de severidad de mancha en red se utilizó la escala de evaluación de *Helminthosporium trititica* (Figura 20), teniendo en cuenta la patogénesis de cada patógeno en el hospedero trigo.

Figura 20.

Escala de evaluación de severidad de Helminthosporosis foliar



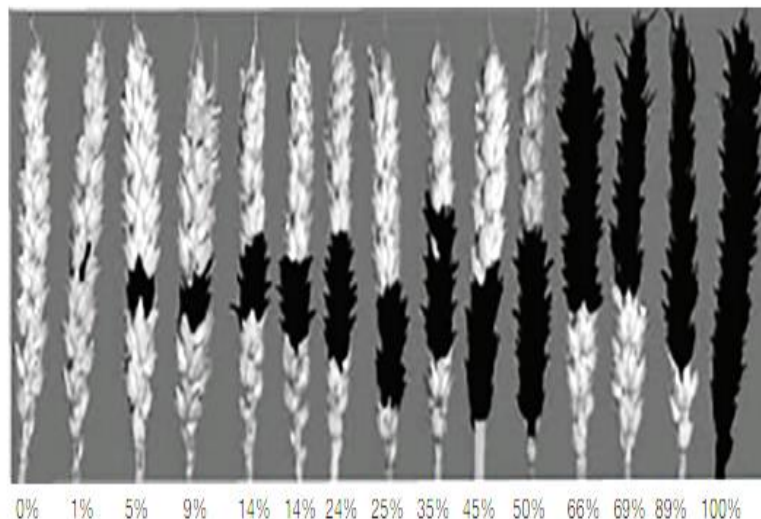
Nota: Escala para la mancha en red (*Drechslera teres*), en hojas de cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.), según los grados de severidad. grado 1 bajo nivel de severidad, grado 2 moderado nivel de severidad y grado 3 elevado nivel de severidad. Obtenido de Petta y Lavilla (2022).

d. Carbón (*Ustilago hordei*)

La examinación de esta enfermedad se la realizó en forma visual contabilizando el número de plantas infectadas y determinando el porcentaje de afectación a la espiga para ello se empleó la escala de afectación de la Figura 21.

Figura 21

Escala para evaluar el porcentaje de afectación por carbón cubierto a la espiga.



Nota; datos obtenidos de Ponce Molina et al. 2019).

Objetivo 3. Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

3.4.15. Análisis económico

Se efectuó la estimación general de los costos de producción para cada uno de los tratamientos y se determinó también la relación beneficio/costo.

3.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.5.1. Selección del área de estudio

Se seleccionó un predio que contó con un libre y rápido acceso a una fuente hídrica, de la misma manera se tomó en cuenta que no existan árboles que puedan causar sombra excesiva al cultivo.

3.5.2. Análisis de suelo

Se efectuó un análisis de suelo, tomando para tal fin cinco muestras, una en el centro y las otras cuatro procedentes de cada esquina, que luego se procedió a mezclar y obtener una cantidad de 1 kg, la misma que se envió al laboratorio para su respectivo análisis (Figura 22).

Figura 22.

Recolección de la muestra de suelo



3.5.3. Preparación del lote

En primer lugar, se efectuó una aplicación de herbicida para eliminar todo tipo de resto vegetal del cultivo anterior luego se procedió a tractorar el suelo, para conseguir la textura deseada fue necesario dar dos aradas y dos rastradas, posteriormente se limitó el área total del experimento que correspondió a 600m² (Figura 23).

Figura 23.

Preparación del terreno



3.5.4. Trazado de parcelas

Para el trazado de las parcelas o unidades experimentales se empleó un flexómetro, piola y estacas, posteriormente se delimitó los bordes con cal como refleja la Figura 24, además de identificó la zona con el nombre del proyecto.

Figura 24.

Trazado de las unidades experimentales



3.5.5. Fertilización

Para llevar a cabo el proceso de fertilización se formuló cuatro esquemas o dosis de fertilización, dichos esquemas fueron elaborados a partir de mezclas de fertilizantes que se incorporaron tomando en cuenta las necesidades del cultivo (Figura 25).

Figura 25.

Formulación de los esquemas de fertilización para las unidades experimentales



La primera aplicación de fertilizante se colocó al momento de la siembra y la segunda aplicación al término del macollamiento e inicio de la fase de encañado, según los diferentes esquemas de fertilización establecidos en el presente proyecto (tabla 5).

Tabla 5.*Aplicación de los esquemas de fertilización a la siembra y finalización del macollamiento*

APLICACIÓN DE LOS ESQUEMAS DE FERTILIZACIÓN			
Siembra			
Esquema	Fertilizante empleado	Cantidad g/Unidad experimental	Cantidad kg/ha
1	DAP	34	85
2	Yara Mila Rafos	64	160
3	Yara Mila Rafos	60	150
4	Yara Mila Rafos	60	150
Término de macollado			
1	Sulfomag	54	135
2	Yara Bela Nitromag	8	20
	Abotek	20	50
3	Nitrax	40	100
	Abotek	20	50
	Yara Bela Nitromag	14	35
4	Nitrax	100	40
	Abotek	50	20
	Yara Bela Nitromag	175	70

3.5.6. Siembra

Se efectuó la siembra de las semillas certificadas al voleo, asegurándose que las mismas estén distribuidas adecuadamente en toda la superficie de la unidad experimental, luego se procedió al tapado de la semilla, con el fin de asegurar que se presente una buena germinación (Figura 26). La densidad de siembra con la que se trabajó fue 100kg/ha es decir 40 gramos por unidad experimental.

Figura 26.*Siembra de cebada maltera en las unidades experimentales***3.5.7. Riego**

El riego se realizó de acuerdo con las necesidades que presentaba el cultivo; Éste fue por gravedad y se requirió en dos ocasiones, al inicio para ayudar a la germinación de semilla y en la etapa de llenado de grano.

3.5.8. Controles fitosanitarios

Se realizaron dos controles fitosanitarios, el primero con fungicida y un herbicida para especies de hoja ancha y el segundo control fue con fungicida para controlar enfermedades presentes en el cultivo.

3.5.9. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual con la ayuda de una hoz, una vez cortadas todas las unidades experimentales se guardó en costales etiquetados para posteriormente ser trillados (Figura 27). La trilla se realizó con una maquina pequeña y en forma ordenada de acuerdo con cada variedad y esquema de fertilización.

Figura 27.

Cosecha de las unidades experimentales



3.5.10. Adquisición de datos

La toma de datos correspondió a las variables previamente identificadas como la productividad de cebada maltera y la calidad del grano; considerando los diferentes tratamientos aplicados por unidad experimental.

3.5.11 Costos de producción

Para determinar estos costos, se procedió a cuantificar todos los costos, que incluyen materiales e insumos como: semilla, mano de obra, el uso del fertilizante químico, la preparación del terreno y demás elementos; con estos valores se determinó el costo por unidad de producción de cebada, así como la relación beneficio/costo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de evaluar el efecto de la fertilización química sobre el comportamiento agronómico de la variedad ABI Voyager y nuevas líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) maltera en Chaltura-Imbabura, se realiza el análisis estadístico lo que permiten exponer los siguientes resultados de las diferentes variables.

4.1. Para el objetivo 1: Determinar la productividad de cebada maltera bajo los esquemas de fertilización química.

4.1.1 Número de plantas establecidas por metro cuadrado.

Realizado el análisis estadístico mediante la prueba LSD Fisher (Alfa=0,05), los resultados se observan en la tabla 6.

Tabla 6.

ADEVA para el número de plantas establecidas

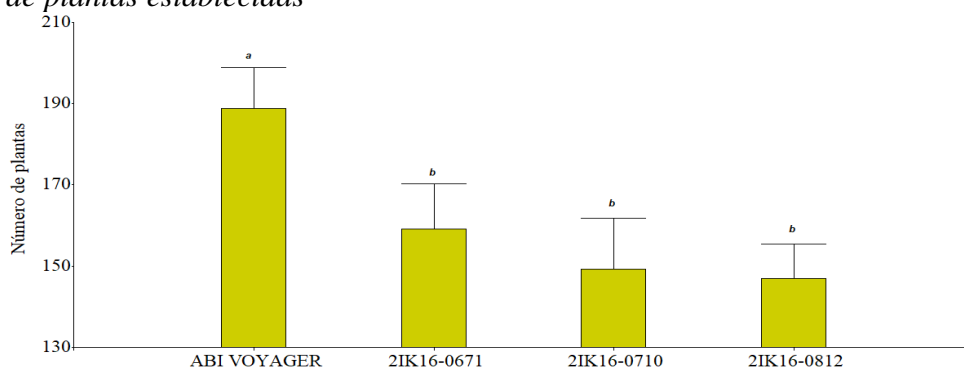
Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	38	2.86	0.0498
Esquema de fertilización	4	38	0.59	0.6734
Variedad: esquema fertilización	12	38	0.46	<u>0.9229</u>

En la tabla 6 se observa que para la variable número de plantas establecidas no existe una interacción entre las variedades de cebada estudiadas y los esquemas de fertilización, al ser el valor p 0.9229 es mayor a 0.05; sin embargo, como se puede observar existe diferencia significativa entre la variedad ABI Voyager y las líneas 2IK16-0671, 2IK16-0710 y 2IK16-0812.

Los resultados obtenidos de igual forma concuerdan con el estudio realizado por Acan (2022), en su estudio sobre el rendimiento de tres variedades de cebada maltera, el cual presentó diferencia significativa entre las variedades, mientras que el análisis interacción variedad*dosis existe diferencia significativa, resultados similares al estudio.

Figura 28.

Número de plantas establecidas



En la figura 28 se puede observar el número de plantas establecidas por metro cuadrado, los resultados indican que la variedad ABI Voyager obtuvo en promedio 188.80 plantas, la línea 2IK16-0671, produjo 160; mientras que las líneas 2IK16-0710 y 2IK16-0812 149 y 147 plantas respectivamente.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo expresado por Miralles et al., (2019) quien en su Manual de trigo y cebada para el cono sur, procesos fisiológicos y bases de manejo, señala que el número de plantas en un metro cuadrado oscila entre 150 a 350 plantas, es decir los datos obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos.

Acan (2022) en su estudio para evaluar tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), los resultados .respecto al número de plantas en el grupo A variedad Alfa obtuvo una media de 255.11 plantas/ m² y en el grupo B variedades Andreia y Cañicapa el número de plantas obtuvo una media de 222.67 y 212.89 plantas/ m² respectivamente, resultados superiores a los obtenidos en el estudio, esto es debido al fertilizante empelado y a la variedad de cebada.

4.1.2. Días al macollamiento

La tabla 7 correspondiente al análisis de varianza para la variable días al macollamiento muestra que no existe interacción entre los factores variedad y esquema de fertilización, al ser el valor $p=0.5039$ mayor al $\alpha =0.05$; De la misma manera no presenta diferencia significativa en el factor variedad ($p= (0.4775)$), al igual que en factor fertilización ($p=0.3192$).

Tabla 7.

ADEVA Días al macollamiento

Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	38	0.85	0.4775
Esquema de fertilización	4	38	1.22	0.3192
Variedad/ esquema fertilización	12	38	0.96	<u>0.5039</u>

A pesar de no existir interacción entre las fuentes de variación antes mencionadas, el análisis a los materiales vegetales estudiados muestra que la línea (2IK16-0671) obtuvo la mayor media con 23.33 días; seguido de la línea (2IK16-0710) con una media de 23.20 días; la variedad (ABI Voyager) presentó una media de 23 días para el macollo, mientras que la línea (2IK16-0812) presentó más temprano con 22.67 días (Tabla 8).

Tabla 8.

Días al macollamiento de la variedad ABI Voyager y las nuevas líneas de cebada maltera (Medias± Error estándar).

Material vegetal	Medias	Error experimental
2IK16-0671	23.33	0.48
2IK16-0710	23.20	0.41
ABI VOYAGER	23.00	0.36
2IK16-0812	22.67	0.53

Por otra parte, al analizar el comportamiento de la variable con respecto a los esquemas de fertilización se puede observar que el testigo (E) obtuvo la mayor media 23.50 días; seguido del esquema de fertilización 1 (E1) con 23.33 días; consecuentemente el esquema de fertilización 4 (E4) con 23 días; siendo los esquemas de fertilización (E2) y (E3) los que menores medias presentaron al macollamiento con valores de 22.50 y 22.92 días respectivamente (Tabla 9).

Tabla 9.

Días al macollamiento con respecto a los esquemas de fertilización (Medias± Error estándar).

Esquema de fertilización	Medias	Error experimental
E	23.50	0.26
E1	23.33	0.38
E2	22.50	0.50
E3	22.92	0.36
E4	23.00	0.28

Sánchez (2023), en su trabajo realizado para evaluar agrónomicamente 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), observa que no existe diferencias estadísticas significativas en las líneas de cebada empleadas en el estudio ya que todas las plantas macollaron a los 20 y 21 días, resultados similares al presente proyecto.

En el estudio realizado por Campoverde y Ciza (2023), respecto a la valoración agronómica y sanitaria de dieciocho accesiones de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con el uso de fungicida, en los componentes evaluados, se halla que los días al macollamiento, mostraron una

respuesta no significativa lo que indica que no hubo una relación entre sus valores y los tratamientos aplicados.

Chuquimia (2015), en su evaluación comparativa de variedades de avena (*Avena sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare*) y triticale (*Triticosecale Wittmack.*) al realizar el análisis de varianza detectó diferencias significativas para las fuentes de variación de bloque dentro de localidades, variedades y localidad por variedad, la no significancia se da al encontrar valores obtenidos que presentaron un comportamiento similar en las dos localidades; dos de las localidades presentaron diferencias significativas, en cuanto a los días al macollamiento.

Vargas (2016) realiza un estudio para determinar el efecto de dos concentraciones de biol en cuatro fases fenológicas de cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.), los resultados con respecto al parámetro de número de días al macollamiento, se consideró cuando el 50% de la parcela de cada unidad experimental presentaba plantas macolladas o la aparición de cuarta hoja, se produjo a los 30 días, resultados que se encuentra en los rangos de estudio.

4.1.3. Días al encañado

La variable días al encañado fue contabilizada desde el momento de la siembra hasta que el 80% de la unidad experimental tuvo tallos con uno a dos nudos y a través del análisis estadístico permite indicar los siguientes datos.

Tabla 10.

ADEVA para la variable días al encañado

	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	38	0.80	0.5034
Esquema de fertilización	4	38	14,56	<0,0001
Variedad/esquema fertilización	12	38	2,61	0,0120

La tabla 10 presenta la prueba LSD Fisher en relación con los días al encañado, y exterioriza que el valor $p = 0.0120$ es menor al nivel de significación nominal $\alpha=0.05$ de la prueba para efecto de esquemas de fertilización; es decir, existen diferencias significativas bajo los distintos tratamientos o niveles de fertilización; sin embargo, como se puede observar en la Tabla 10, las medias con una letra común no son significativamente diferentes con respecto al ($p > 0,05$)

Tabla 11.
Días al encañado

Variedad	Esquema de Fertilización	Medias	E.E.	Rangos
V1 VOYAGER	T	40	0.6	AB
V1 VOYAGER	E1	40	0.6	A
V1VOYAGER	E2	36.33	0.6	D
V1 VOYAGER	E3	39	0.6	ABC
V1VOYAGER	E4	36.33	0.6	D
V2 (2IK16-0671)	T	39	1.16	ABC
V2 (2IK16-0671)	E1	38.33	1.16	ABCD
V2 (2IK16-0671)	E2	39	1.16	ABC
V2 (2IK16-0671)	E3	39	1.16	ABC
V2 (2IK16-0671)	E4	40	1.16	AB
V3 (2IK16-0710)	T	40	0.83	AB
V3 (2IK16-0710)	E1	39	0.83	ABC
V3 (2IK16-0710)	E2	38.33	0.83	ABCD
V3 (2IK16-0710)	E3	37	0.83	CD
V3 (2IK16-0710)	E4	37	0.83	CD
V4 (2IK16-0812)	T	38	1.27	ABCD
V4 (2IK16-0812)	E1	39	1.27	ABC
V4 (2IK16-0812)	E2	38.33	1.27	ABCD
V4 (2IK16-0812)	E3	37.33	1.27	BCD
V4 (2IK16-0812)	E4	38	1.27	ABCD

La tabla 11 indica que los factores V1T; V1E1; V2E4; V3T presentaron el encañado a los 40 días; los factores V1E3; V2E2; V2E3; V3E1; V4E1, el encañado se produjo a los 39 días, siendo estas las más tardías, las otras variedades y esquemas de fertilización van entre los 36.33 y 38.33 día al encañado.

Orrala et al. (2013), realizan un estudio para observar el comportamiento agronómico de seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en tres localidades, Sinchal, San Vicente de Colonche, San Vicente de Loja; los tratamientos fueron las variedades: Metcalfe (T1), INIAP, Cañicapa 03 (T2), Grit (T3), Terán (T4), Clipper (T5) y Scarlett (T6), los resultados respecto a las etapas fenológicas de las variedades de cebada, con respecto a días del encañado fueron: 49 a 50; 49 a 50.75 y 31.75 a 41.5 días respectivamente en cada uno de las localidades antes mencionadas, cuyos resultados se encuentran dentro de los rangos del presente estudio.

Orrala et al. (2013), con respecto al análisis estadístico, realizado mediante el análisis Tukey al 5 % de probabilidad de error encuentra tres grupos estadísticos entre las variedades estudiadas, señalan además que la no significancia entre localidades muestra que el rendimiento no es

afectado por el ambiente, consideran que el coeficiente de variación no es alto, ya que es un estudio o que involucra tres localidades

En el estudio para determinar el comportamiento agronómico de seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Sinchal, cantón Santa Elena realizado por Suárez y Cortéz (2010), referente a la variable encañado el valor máximo lo obtuvo el tratamiento 3, que corresponde a la variedad Grit, con 62.5 días y el menor valor el tratamiento 5, variedad Clipper, con 49 días, valores diferentes al estudio.

Suárez y Cortéz (2010), en el análisis de la varianza con respecto al encañado conforme a la prueba de Tukey al 5 %, determina diferencias entre los tratamientos; señala cuatro grupos estadísticos. El coeficiente de variación es 1,52 % con un promedio general 57 días.

4.1.4. Días al espigado

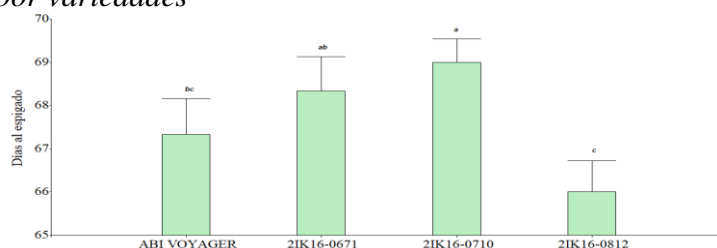
En el análisis estadístico para variable días al espigado se observa que el factor variedad de cebada y esquemas de fertilización tiene el valor $p = 0.0951$ es mayor al nivel de significación nominal $\alpha = 0.05$, por lo tanto, no existe una interacción entre los factores analizados; sin embargo al observar el comportamiento de los esquemas de fertilización en forma independiente a las variedades se divisa una diferencia significativa ($p=0.022$), así como también se determina diferencias significativas en las líneas de cebada maltera evaluadas ($P=0.0001$) como muestra la tabla 12.

Tabla 12.
ADEVA de la variable días al espigado

Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	38	8.80	0.0001
Esquema de fertilización	4	38	5.10	0.0022
Variedad/esquema fertilización	12	38	1.75	0.0951

A continuación, se muestra gráficamente las diferencias encontradas en el análisis estadístico con respecto a las variedades y esquemas de fertilización estudiados.

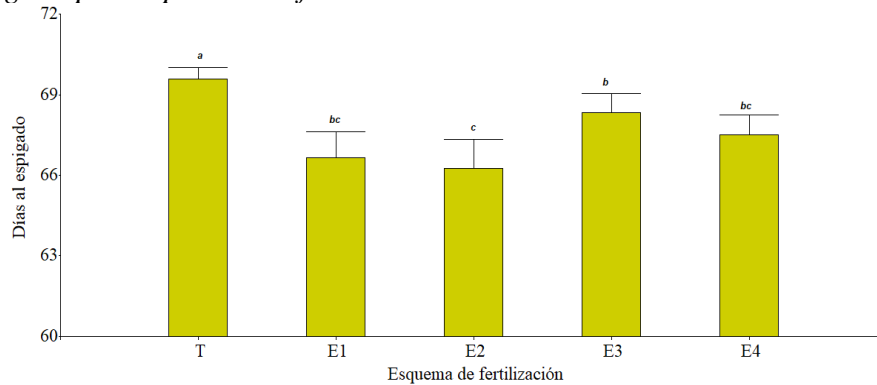
Figura 29.
Días al espigado por variedades



La figura 29 muestra los días al espigamiento por las variedades de estudio, la línea 2IK16-0710 el espigamiento ocurrió a los 69 días; la línea 2IK16-0671 se produjo a los 68 días, mientras que en la ABI Voyager se produjo a los 67 días y la línea 2IK16-0812 presento menor número de días al espigado con un valor de 66 días.

Figura 30.

Días al espigado por esquemas de fertilización



En la figura 30 se aprecia que de acuerdo con el esquema de fertilización los días al espigado, fueron 69.58 días en el testigo (T), lo sigue el esquema 3 en el cual se presentó a los 68.33 días; el esquema 4 el espigamiento ocurrió a los 67.50 días, mientras que para los esquemas 1 y 2 el espigado se dio a los 66.67 y 66.25 días respectivamente.

Campoverde y Ciza (2023) realizan la valoración agronómica y sanitaria de dieciocho accesiones de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la variable días al espigamiento los tratamientos T3 (Con fungicida + 21K16-1317), T8 (Con fungicida + 21K16-0710) y T10 (Con fungicida + 21K16-1329) presentaron espigas tardíamente a los 80 días posteriores a la siembra mientras que las accesiones que presentaron precocidad en su etapa de espigamiento fueron los T6 (Con fungicida + 21K16-1269), T13 (Con fungicida + INIAP-Alfa), T16 (Con fungicida + 21K16-0899), T31 (Sin fungicida + INIAP-Alfa) y T36 (Sin fungicida + 21K16-0876), resultados diferentes al estudio,

Orrala (2020) en su estudio para realizar la valoración agronómica de 120 líneas promisoras de cebada cervecera en el azúcar, del análisis de conglomerado determinó un promedio general entre ambos grupos de 63.8 días, resultados que están dentro de los observados en la investigación.

Orrala (2020) estadísticamente menciona que no existen diferencias significativas entre todas las líneas de cebada cervecera; mientras que para Campoverde y Ciza (2023), la variable días al espigamiento según el análisis de varianza en base a los resultados obtenidos estos mostraron diferencias altamente significativas, el primer estudio concuerda con los obtenidos, mientras

que en el segundo son diferentes, puede ser debido a factores externos como temperatura, suelo, riego y el tratamiento de los fungicidas.

4.1.5. Días a la madurez fisiológica

La determinación de la madurez fisiológica del cultivo se realizó cuando el 80% del endospermo de los granos en la espiga perdió la coloración verdosa y mediante el registro de datos y el análisis estadístico se presentan los siguientes resultados.

Tabla 13.

ADEVA para la variable días a la madurez fisiológica

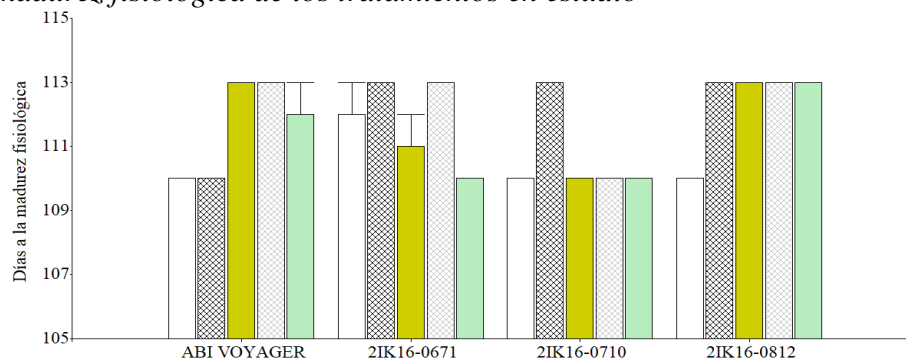
Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	38	18.67	<0.0001
Esquema de fertilización	4	38	14.67	<0.0001
Variedad/esquema fertilización	12	38	12	<0.0001

Con respecto a la prueba LSD Fisher el valor $\alpha = 0.05$ para efecto de la variedad y el esquema de fertilización; en relación con los días de la madurez fisiológica, la tabla 13 indica que el valor $p = <0.0001$ es menor al nivel de significación nominal e indica que existe diferencia significativa en los factores de estudio, e inciden en los días de la madurez fisiológica.

Sánchez (2023), después del análisis estadístico identifica que para la variable días a la maduración con respecto a la línea y manejo no existen diferencias estadísticas, pero existe diferencia entre líneas y a su vez en manejo, resultados similares a la investigación. En este mismo ámbito Castillo y Pinta (2020), en sus trabajos de adaptación de setenta y dos líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) accesión 01 y 02– 2019 ABE, del análisis de varianza para días a la madurez fisiológica presentaron diferencias altamente significativas entre líneas, resultados similares a la investigación.

Figura 31.

Días a la madurez fisiológica de los tratamientos en estudio



La figura 31 muestra que la mayor media fue a los 113 días en los tratamientos ABI Voyager/ esquema de fertilización 3 (V1E3), línea 2IK0671/esquema 2 (V2E2) y la línea 2IK16-0671/esquema 4 (V2 E4); línea 2IK16-0710/testigo (V3E), línea 2IK16-0710/esquema 2 (V3E2) ; línea 2IKV-0812/esquema 2 (V4E2), 2IK16-0812/ esquema 3 (V4E3) y 2IK16-0812/ esquema 4 (V4E4); seguido de Abi Voyager/testigo (V1E), línea 2IK0671/esquema 1(V2E1) con 112 días a la madurez fisiológica, línea 2IK0671/esquema 3 (V2 E3) se presentó a los 111 días, mientras que los otros tratamientos de estudio la realizaron a los 110 días.

Caluguillin (2023) en su trabajo para evaluar agrónomicamente 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), con respecto los días transcurridos desde la siembra hasta que el cultivo se encuentre en su etapa de madurez, los días transcurridos variaron entre 115 y 120, el 70% de las muestras en evaluación presentaron mayor precocidad, existiendo cinco días de diferencia, los resultados tienen semejanzas al existir diferencia entre dos días, y tres de diferencia.

Sánchez (2023), en su estudio observó que la línea INIAP-Alfa fue la más precoz alcanzando una maduración a los 95 días, ocho líneas incluida la ABI-Voyager alcanzaron la madurez en aproximadamente 98 a 100 días, el 44.45% de otras líneas incluidas (2IK16-0710, 2IK16-0812, 2IK16-0671) son las más tardías, ya que se incluyen en un rango de 100 a 103 días para su llegada a la maduración, estos resultados se encuentran en el rango de los obtenido en el estudio.

4.1.6. Altura de planta

La tabla 14 correspondiente al ADEVA para la variable altura de planta indica que existen diferencias significativas entre las variedades de cebada maltera ($p= 0.0005$), al igual que los esquemas de fertilización (0.0001) de la misma manera muestra interacción entre el factor variedad y esquema de fertilización ($p= 0.0001$).

Tabla 14.
ADEVA para la variable altura de la planta

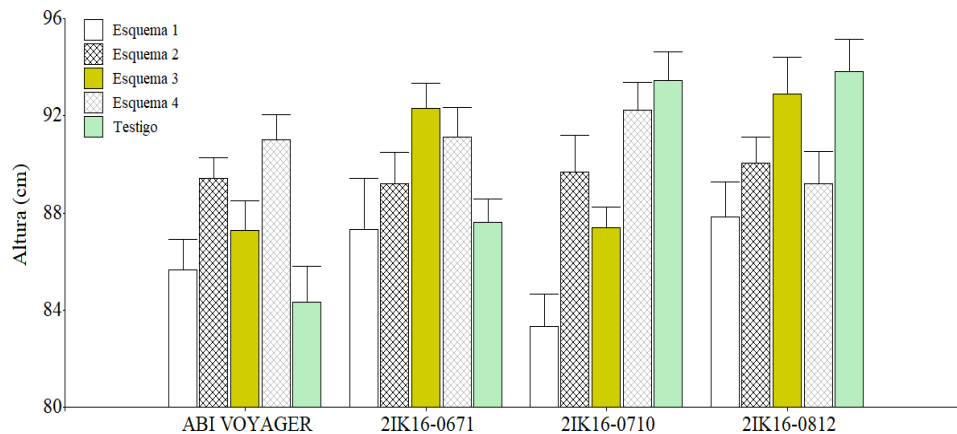
Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	578	6.04	0.0005
Esquema de fertilización	4	578	9.52	<0.0001
Variedad/esquema fertilización	12	578	4.74	<0.0001

Acan (2022) determina que, realizado el análisis de varianza para altura de la planta, se presentan diferencia altamente significativa en los factores de estudio; los datos concuerdan con los obtenidos por (Pinta, 2020 y Sánchez ,2023), al presentar diferencias altamente

significativas en el análisis estadístico de varianza; es decir los resultados son similares al estudio efectuado.

Figura 32.

Altura de planta de los tratamientos en estudio



La mayor altura de la planta la obtuvo los tratamientos 2IK16-0812 con el testigo y 2IK16-0710/ testigo, con un promedio de 93.80 y 93.46cm, los factores de estudio 2IK16-0671/ esquema 3, 2IK16-0710/esquema 4 y 2IK16-0812/esquema 3, obtuvieron una altura de 92.30, 92.24 y 92.91 cm respectivamente, los tratamientos 2IK16-0812/esquema 2, ABI Voyager/ esquema 4, 2IK16-0671/ esquema 4 , obtuvieron una altura que va de los 90.04 a 91.30 cm, los demás factores tuvieron una altura que fluctúa entre los 87.22 a 89.22 cm, la menor altura la obtuvo la variedad ABI Voyager/testigo con 84.31cm, como se puede observar en la figura 32. Acan (2022) en su trabajo para evaluar tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), en la Estación Experimental Tunshi, determinó que la variedad Cañicapa obtuvo una media de 113.11 cm, la variedad Alfa una media de 76.11 cm y la variedad Andreia una media de 63.56 cm presentando la menor altura. Caluguillin (2023) en su estudio observó que la altura obtenida por cada una de las 30 líneas seleccionadas la menor altura fue de 73.3 cm, la mayor altura se determinó en 112 cm, la altura la media entre todas las líneas es de 96 cm. Sánchez (2023), para la altura de la planta identificó que la mayor altura dentro del grupo de materiales evaluados alcanzaron una media de 102 cm, estos valores son diferentes a los obtenidos en el estudio, sin embargo existen rangos similares entre algunos materiales de estudio.

4.1.7. Número de macollos por planta

En la tabla 15 correspondiente al análisis estadístico para número de macollos por planta, se puede divisar que no existe interacción en el factor variedad y esquemas de fertilización ya que el valor de ($p= 0.1442$) es mayor al nivel de significación $\alpha=0.05$.

Así mismo, muestra que no existe diferencias significativas entre esquemas de fertilización independientemente de los materiales vegetales empleados $p=0,9931$, por lo contrario, si existe diferencias significativas entre variedades de cebada maltera $p=0.0391$.

Tabla 15.

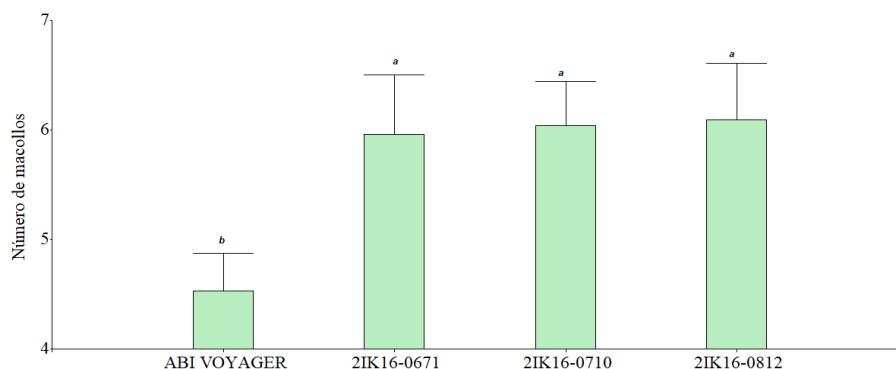
ADEVA de la variable número de macollos por planta

Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	38	3.07	0.0391
Esquema de fertilización	4	38	0.06	0.9931
Variedad / esquema fertilización	12	38	1.56	0.1442

En la figura 33 se muestra que la línea 2IK16-0812 obtuvo una media de 6.09 macollos por planta, seguido de la línea 2IK16-0710, con 6.04 macollos promedio; la línea 2IK16-0671 obtuvo 5.96 macollos como media; y la variedad ABI Voyager es la que menor macollos obtuvo un promedio de 4.53.

Figura 33.

Número de macollos de acuerdo con la variedad Abi Voyager y nuevas líneas de cebada maltera



Flores (2023) en su trabajo para evaluar el desempeño agronómico y la adaptabilidad de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) el número de macollos obtenidos en una de las variedades analizadas consiguió una media de 7.11 macollos/planta; seguida de 5.13 como media de macollos/planta, y el menor número de macollos por planta, presentó una media de 2.46 macollos, resultados diferentes a los del estudio.

Caluguillin (2023), en su estudio determina que las líneas seleccionadas presentan un promedio de 7.7 macollos, por otro lado Chalacán (2023) en su investigación para conocer la respuesta agronómica del manejo fitosanitario de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) menciona obtuvo un promedio de 14.33 macollos por planta en las líneas donde se aplicó fungicida, mientras que las líneas sin aplicación de fungicidas arrojó un promedio de 28.56 macollos, datos superiores al presente estudio.

Caluguillin (2023) y Flores (2023) al realizar el análisis estadístico demuestran que existe diferencias significativas en el número de macollos por planta por las variedades de cebada evaluadas.

4.1.8. Longitud de la espiga

Mediante el análisis estadístico para la variable longitud de espiga se evidencia que no existe interacción entre el factor variedad y esquema de fertilización, ya que el valor es ($p = 0.0943$). De la misma manera se observa que no existen diferencias significativas entre las variedades ($p=0.2027$); Sin embargo, en el factor esquema de fertilización si existe una diferencia significativa $p=0.0001$ (tabla 16).

Tabla 16.

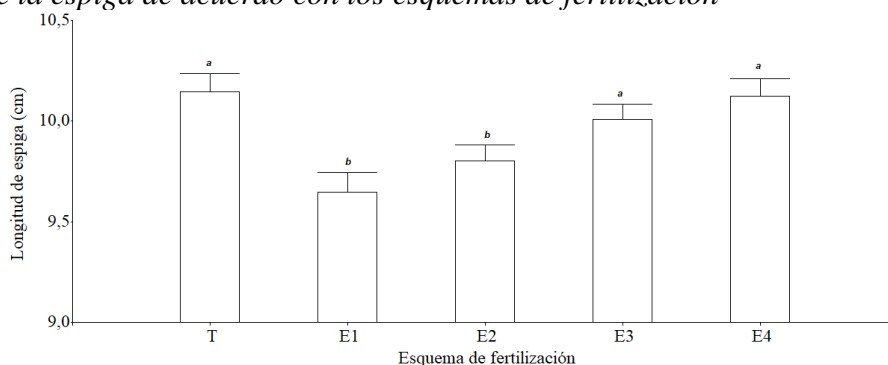
ADEVA para la variable Longitud de la espiga

Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	578	1.54	0.2027
Esquema de fertilización	4	578	6.29	0.0001
Variedad / esquema fertilización	12	578	1.58	0.0943

La figura 34 muestra que la longitud de la espiga con respecto a los esquemas de fertilización, la mayor media la presentó el testigo con un valor de 10.15cm; el esquema 4 alcanzó una media de 10.12 cm; el esquema 3 obtuvo 10.01cm; siendo los esquemas 1y 2 los que menores medias obtuvieron con valores de 9.65 y 9.80 cm respectivamente.

Figura 34.

Longitud de la espiga de acuerdo con los esquemas de fertilización



Caluguillin (2023), en la evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con respecto a la longitud de la espiga encontró una media entre todas las variedades de 8.7 cm y la longitud de menor valor fue de 6.9 cm, datos inferiores al presente estudio.

Acan (2022), en su estudio para evaluar tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), respecto a la longitud de la espiga determina una media de 9,25, 8,4 cm y 7,58 cm, valores similares al estudio.

En cuanto al análisis de varianza para la longitud de la espiga presentó una diferencia altamente significativa para variedades, mientras para dosis y la interacción variedad*dosis no presentaron diferencias significativas, datos obtenidos del estudio realizado por Acan (2022), datos similares al estudio.

4.2. Para el objetivo 2. Comparar los parámetros de calidad de grano de los materiales de cebada maltera evaluados.

4.2.1. Número de granos por espiga

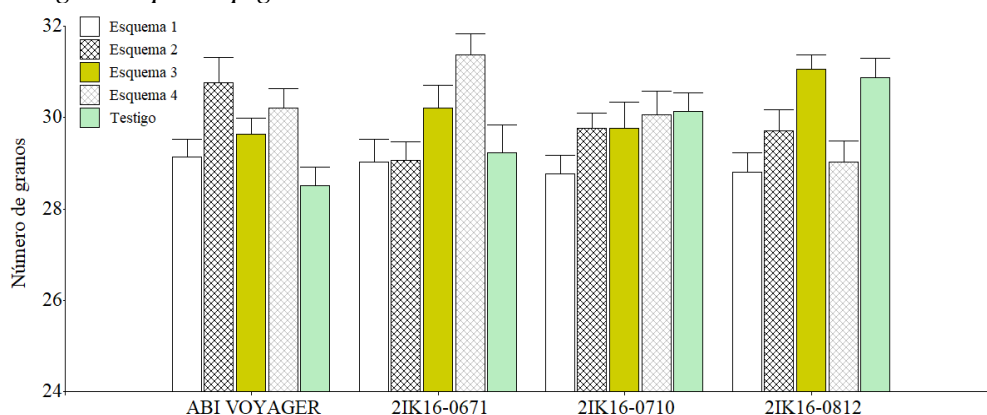
La Tabla 17, muestra el análisis estadístico con respecto al número de granos por espiga e indica que existe interacción ($p=0.0001$) entre los factores en estudio, al igual que los esquemas de fertilización ($p=0.0006$), no así para el análisis de las variedades, donde no se presentó diferencias significativas ($p=0.8399$).

Tabla 17.

ADEVA para el número de granos por espiga

Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	578	0.28	0.8399
Esquema de fertilización	4	578	4.98	0.0006
Variedad: esquema/fertilización	12	578	3.49	0.0001

En la figura 35 se aprecia el número de granos por espiga obtenidos en el estudio, e indica que las líneas 2IK16-0671/esquema 4 y la línea 2IK16-0812/ esquema 3 obtuvieron el mayor número de granos con un promedio de 31,37 y 31,07 respectivamente, mientras que los tratamientos de estudio 2IK16-0812/testigo, Abi Voyager/esquema 2 y 4, 2IK16-0671/esquema 3, 2IK16-0710/testigo, 2IK16-0710/esquema 4, el número de granos promedio por espiga están en los rangos de 30.87 A 30.07; las líneas 2IK16-0710/esquema 2 y 3 ,Abi Voyager / esquema 1y 3 , 2IK16-0812/esquema 2 y 4, 2IK16-0671/ testigo, 2IK16-0671/esquema 1y 2 el número de granos va entre 29.77 a 29.03 por espiga, las líneas con menor número de granos fueron Abi Voyager con testigo , 2IK16-0710/esquema 1, 2IK16-0812/esquema 1 con un promedio de 28.80 a 28.50 granos por espiga.

Figura 35.*Número de granos por espiga*

Acan (2022) en su estudio determinó que en los tres grupos de cebada analizados encontró una media de 62, 29 y 24 granos por espiga, valores altos en relación con el estudio realizado; Caluguillin (2023) comenta que los valores obtenidos en las 30 líneas seleccionadas en campo, encontró una media de 28 granos por espiga, el valor más alto con 32 granos y el más bajo 22 granos por espiga, los resultados son similares a los encontrados con este estudio.

Quelal (2014), en su estudio para evaluar el fraccionamiento y épocas de aplicación del nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en las variedades de cebada maltera Scarlett y Metcalfe determinaron que el número de granos por espiga promedio fue 26.88, en el análisis estadístico no detectó diferencias significativas para los tratamientos evaluados, estos resultados son diferentes a la evaluación realizada.

4.2.2. Calibre del grano

Una vez realizado el análisis con la prueba LSD Fisher, el calibre del grano de cebada en relación con la variedad y el esquema de fertilización, indican que el valor ($p = 0.1709$) es mayor al nivel de significación nominal $\alpha = 0.05$, por lo tanto, no existe interacción en los factores estudiados, al igual que los esquemas de fertilización ($p=0.0856$), no obstante el factor variedad si presenta una diferencia significativa con un valor de $p=0.0049$ (Tabla 18).

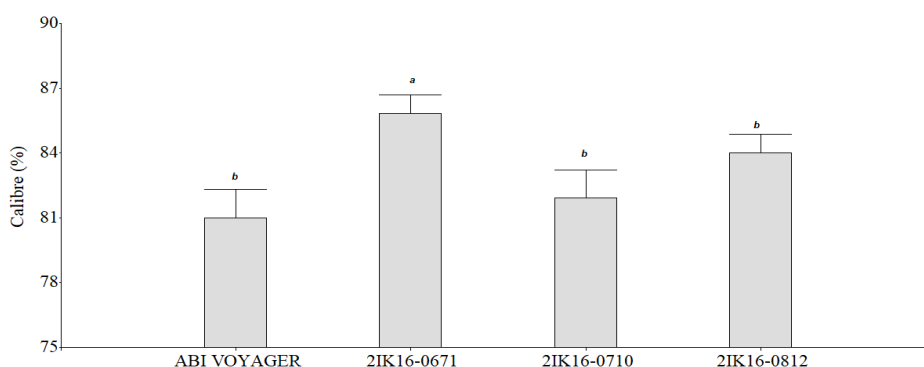
Tabla 18.*ADEVA para la variable Calibre del grano*

Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variiedad	3	38	5.04	0.0049
Esquema de fertilización	4	38	2.22	0.0856
Variiedad /esquema fertilización	12	38	1.49	0.1709

En la figura 36 permite determinar que la línea 2IK16-0671 obtuvo un calibre promedio de 85.83 %, siendo el de mayor valor, la línea 2IK16-0812 el calibre promedio fue de 84.01%, seguido de la línea 2IK16-0710 con un calibre promedio de 81.92 %, el menor calibre con 80.99% se presentó en la variedad ABI Voyager.

Figura 36.

Porcentaje para la variable de calibre del grano de acuerdo con las variedades



En la evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) realizado por Caluguillin (2023), el análisis de varianza para la variable calibre de grano indica que existen diferencias significativas entre las líneas estudiadas, similar al presente estudio.

Sánchez (2023) en su estudio para determinar la respuesta agronómica de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) menciona que el mayor porcentaje de calibre en las líneas investigadas fue de 80 a 86.3 % de calibre, mientras que las líneas de menor calibre obtuvieron valores de 65.67%, 52% y 47.33%, datos inferiores a la investigación.

Solórzano y Gaibor (2022), realizan un estudio para estimar parámetros de calidad y rendimiento del Grano en diez líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con proyección a la industria cervecera, en las diferentes líneas investigadas el mayor calibre oscila entre 85.67% y 77.67% mientras los menores calibres fueron 60.33 a 65.33% y en el análisis estadístico de las variables evaluadas indican que no se evidenció diferencias estadísticas significativas.

4.2.3. Peso de mil granos

La tabla 19 correspondiente al análisis de varianza para el peso de mil granos refleja que no existe interacción entre los factores variedad y esquema de fertilización puesto que el valor de $p= 0.6862$.

De la misma manera, se indica que no existen diferencias significativas entre esquemas de fertilización $p=0.0910$, al igual que no se presentan diferencias significativas entre las variedades independientemente de los esquemas de fertilización $p=0.3808$.

Tabla 19.*ADEVA para la variable peso de mil granos*

Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	38	1.05	0.3808
Esquema de fertilización	4	38	2.17	0.0910
Variedad/esquema fertilización	12	38	0.76	0.6862

A pesar de no existir interacción entre el factor variedad y esquema de fertilización antes mencionados, en el análisis hacia las líneas de cebada maltera estudiadas se registra que la mayor media la obtuvo la línea 2IK-0710 con un valor de 49.28 granos, seguido por la línea 2IK16-0671 con 48.35 granos, 2IK-0812 con 47.74 granos y la menor media de 47.45 granos la obtuvo la variedad Abi Voyager (Tabla 20).

Tabla 20.*Peso de mil granos de la variedad Abi Voyager y las nuevas líneas de cebada maltera (Medias ± Error Estándar).*

Material vegetal	Medias	Error experimental
2IK16-0710	49.28	0.94
2IK16-0671	48.35	0.75
2IK16-0812	47.74	0.78
ABI VOYAGER	47.45	0,81

Por otra parte, al analizar el comportamiento de los esquemas de fertilización se puede determinar que el testigo tuvo la mayor media con un valor de 49.10 granos, seguido por el esquema 4 con 48.70 granos, el esquema 2 con 48.39 granos, el esquema 1 con 47.96 granos y la menor media la obtuvo el esquema 3 con un valor de 46.90 granos (Tabla 21).

Tabla 21.*Peso de mil granos con respecto a los esquemas de fertilización (Medias ± Error estándar).*

Esquema de fertilización	Medias	Error experimental
E	49.10	0.58
E1	47.96	1.31
E2	48.39	0.96
E3	46.90	0.49
E4	48.70	0.58

Sánchez (2023) en la variable peso de mil granos determinó las líneas con tratamiento con fungicida (2IK16-31 0671, 2IK16-0804) son las de mayor peso con un promedio de 57.19g, las líneas (2IK16-1329, 2IK16-0813, 2IK16-0821, 2IK16-0710, 2IK16-0671) alcanzaron el mayor peso con un promedio de 53.4g; el menor peso valor abarca las líneas (2IK16-0812, INIAP-

Alfa, 2IK16-0665, 2IK16-0735) con un promedio de 44.75 g aproximadamente, valores dentro de los encontrados en el estudio.

Acan (2022) en la evaluación de tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), obtuvo medias de 63.6; 47.2 y 46.54 g respectivamente para el peso de 1000 granos, valores superiores al del estudio e iguales en los de menor valor.

Carrasco (2020) en su estudio para determinar la calidad maltera aplicada en el grano de cebada variedad Calicuchima y Santa Catalina Línea 003, respecto al peso de los mil granos obtuvo un peso de 36.10 y 45.03 g, respectivamente, valores inferiores al del estudio.

Según Mercante (2017), el peso de mil granos establece el potencial para ser utilizado en diferentes alimentos o bebidas, manifiesta que el grano para ser cebada maltera debe estar entre los 34.96 y 45.8 gramos, valores un poco inferiores a los encontrados en el estudio. En este mismo ámbito Ponce et al. (2019), indican que mientras mayor es el peso, mayor es el rendimiento potencial del cultivo, parámetro determinado por el porcentaje de humedad del grano, tamaño del grano, y por las condiciones presentes en el suelo y clima durante el desarrollo del cultivo.

4.2.4. *Peso hectolítrico*

De acuerdo al análisis estadístico con respecto al peso hectolítrico se puede determinar que no existe interacción entre el factor variedad con esquema de fertilización ya que el valor $p = 0.6352$ es mayor al nivel de significación nominal $\alpha = 0.05$, de la misma forma no existe diferencias significativas entre los esquemas de fertilización independientemente de las variedades (0.6131). Sin embargo, se puede notar que para el factor variedad si existe diferencia significativa entre los materiales de cebada maltera evaluados ($p=0.0301$), como se puede observar en la tabla 22.

Tabla 22.

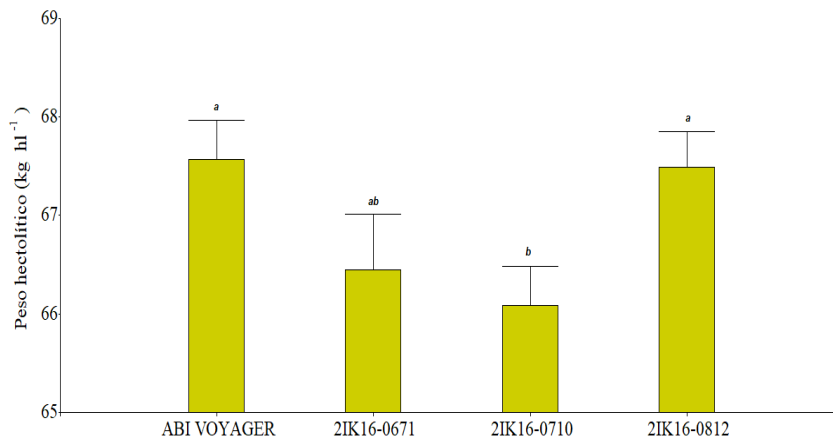
ADEVA para la variable peso hectolítrico

Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	38	3.31	0.0301
Esquema de fertilización	4	38	0.68	0.6131
Variedad / esquema fertilización	12	38	0.81	0.6352

La figura 37, indica que la variedad ABI Voyager obtuvo una media de 67.57 kg/hl, seguido de línea 2IK16-0812) con 67.49 kg/hl; la línea 2IK16-0671 presentó 66.45 kg/hl, mientras que el menor peso lo obtuvo la línea 2IK16-0710 con una media de 66.09 kg/hl.

Figura 37.

Peso hectolítico para la variedad ABI Voyager y nuevas líneas de cebada maltera.



Campoverde y Moposita (2023) valoran agrónomica y sanitariamente dieciocho accesiones de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.), en la variable peso hectolítico registró una media general de 60.13 kg/hl, los mejores pesos fueron de 66.13 kg/hl, 65.87 kg/hl, 65.44 kg/hl, datos dentro de los rangos encontrados en el estudio.

Caliguillin (2023) en su evaluación agrónomica de 144 líneas promisorias de cebada maltera de acuerdo a la variable peso hectolítico registra una media de 62.16kg/hl, valor inferior a los datos de la presente investigación.

González et al. (2013), señalan que el peso por hectolitro está relacionado con la textura del endospermo o con el contenido de proteína, es un parámetro muy importante en la industrialización de la cebada maltera, sus valores inciden directamente en el rendimiento y la calidad, en esta variable el ambiente, los genotipos y la interacción genotipo ambiente son parámetros que repercuten en el comportamiento del peso por hectolitro de la cebada maltera.

4.2.5. Rendimiento

Realizado el análisis estadístico sobre el rendimiento de la cebada maltera, la tabla 23 permite observar que el valor ($p = 0.2875$) es mayor al nivel de significación nominal ($\alpha = 0.05$), por lo tanto, no existe interacción entre el factor variedad y esquema de fertilización; Sin embargo, se exhibe que existe diferencia significativa entre los esquemas de fertilización analizados ($p=0.0001$) independiente de la variedad.

De la misma manera se observa que existe una diferencia significativa entre el factor variedad independientemente del esquema de fertilización ($p=0.0009$).

Tabla 23.*ADEVA para la variable Rendimiento*

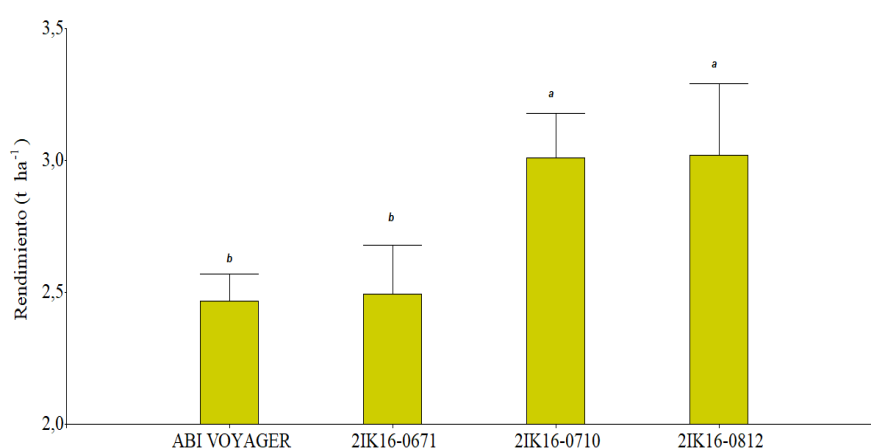
Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Variedad	3	38	6.76	0.0009
Esquema de fertilización	4	38	13.48	<0.0001
Variedad /esquema fertilización	12	38	1.25	0.2875

Pinta (2020) al realizar el análisis de varianza para el rendimiento, no encontró diferencias significativas en ninguna de las fuentes de variación, Sánchez (2023), al contrario del autor antes mencionado en el análisis de varianza para la variable rendimiento señala que existe diferencia significativa; mientras que Chalacán (2023) en su estudio para conocer la respuesta agronómica del manejo fitosanitario de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) confirma la existencia de una discrepancia apreciable en el rendimiento total, ajustado al 12% de humedad, entre las líneas evaluadas.

El rendimiento de acuerdo con la variedad ABI Voyager y nuevas líneas de cebada maltera se aprecia en la figura 38, he indica que la línea 2IK16-0812 tiene el mayor rendimiento con una media 3.02 t/ha; seguido de la línea 2IK16-0710 con 3.01 t/ha. Siendo mínima la diferencia; mientras que la línea 2IK16-0671 y la variedad ABI Voyager obtuvieron una media de 2.49 y 2.47 t/ha., siendo esta última la de menor rendimiento.

Figura 38.

Rendimiento de la cebada maltera según la variedad ABI Voyager y las nuevas líneas estudiadas.

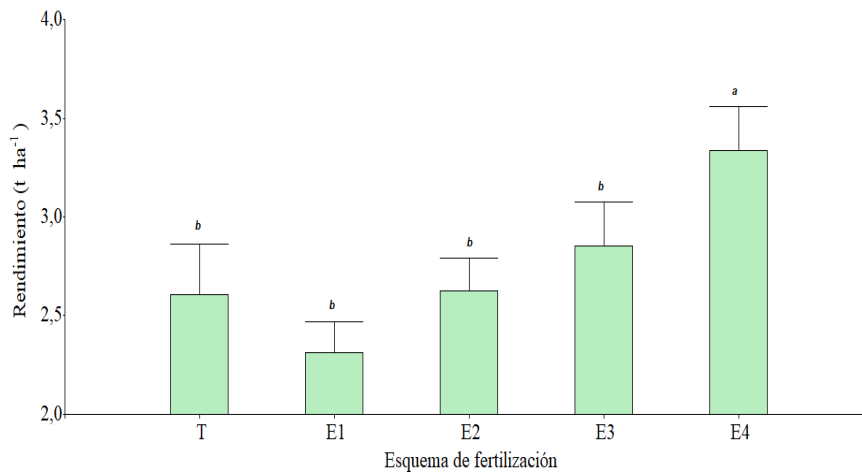


La figura 39 indica el rendimiento de la cebada maltera en función a los esquemas de fertilización, muestra que el esquema 4 consiguió la mayor media con un valor de 3.34 t/ha, el

esquema 3 obtuvo una media de 2,85 t/ha; el testigo adquirió una media de 2.61 y los esquemas 1 y 2 obtuvieron el menor rendimiento con valores de 2.32 y 2.63 t/ha.

Figura 39.

Rendimiento de la cebada maltera según los esquemas de fertilización.



Pinta (2020) en su estudio de adaptación de setenta y dos líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) el rendimiento en las líneas investigadas que obtuvieron las medias más altas fueron las líneas 48, 43, y 40 llegando a obtener valores de 2,85 t/ha, 2,79 t/ha. y 2,76 t/ha respectivamente, valores bajos al estudio.

Sánchez (2023) en su estudio de respuesta agronómica de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) observa un mayor rendimiento en la línea INIAP Alfa con una media de 5.61 t/ha. Las líneas 2IK16-1324 obtuvo una media 3.98 t/ha; la 2IK16-0816 y 2IK16-0812 con una media de 3.67 t/ha., las líneas con el rendimiento más bajo fueron: 2IK16-1329 con 1.85 t/ha; 2IK16-0813 con 1.99 t/ha; 2IK16-0876 con 2.23 t/ha; y 2IK16-0665 con 2.42 t/ha, el rendimiento más alto es diferente al del estudio, sin embargo, existen datos medios y bajos iguales al realizado en el presente proyecto.

En el ensayo de Amaguaya (2022) para evaluar la adaptación y comportamiento productivo de ciento cuarenta y cuatro líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) las líneas evaluadas llegaron hasta 3.2 t/ha con la variedad 2IK16-0860, otras variedades como la 2IK16-0822, 2IK16-1184, 2IK16-0671 mantienen medias de 3.1 t/ha., la línea 2IK16-0665, 2IK16-1324 y 2IK16-0710 promedian una media de 3 t/ha., valores dentro del rango obtenido en el estudio.

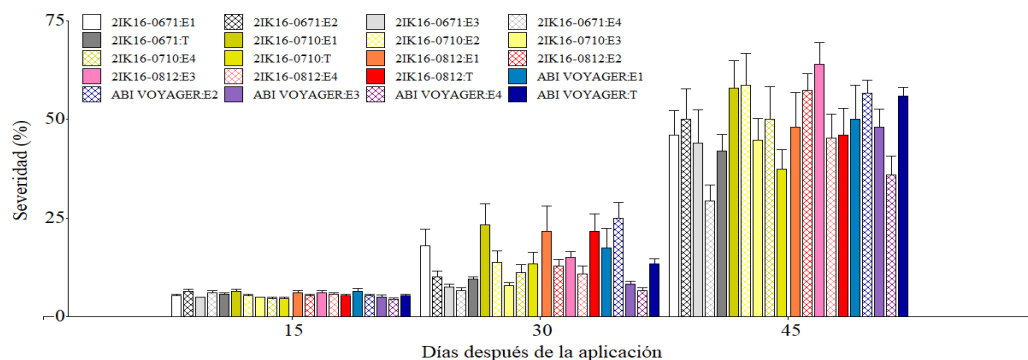
4.2.6. Monitoreo de enfermedades

a. Severidad de roya (*Puccinia hordei*)

El análisis estadístico para determinar el porcentaje de afectación por roya en el cultivo de cebada maltera, mediante la Prueba Friedman refleja que existe interacción entre las fechas de evaluación de severidad de roya y los tratamientos en estudio (T^2 es 44.11; valor $p < 0,0001$).

Figura 40.

Porcentaje de severidad de roya en el ciclo del cultivo



La figura 40 indica que a los 15 días de evaluación las líneas en estudio ABI Voyager junto con el esquema 3 y la línea 2IK16-0710 junto al esquema 4 y testigo mostraron un porcentaje de 4.33 y 4.67% de afectación; mientras que las líneas 2IK16-0671 con el esquema 4, 2IK16-0812 junto a los esquemas 1 y 3, ABI Voyager con el esquema 1 obtuvieron un rango entre el 6 a 6.33%, mientras que en el resto de las líneas la media se dio entre los 5 a 5.33 % de severidad. Ascendentemente se observa que a los 30 días los valores se sitúan entre 6.67, 7.5 y 7.92% en las líneas 2IK16-0671 con los esquemas 4 y 3, 2IK16-0710 con el esquema 3, fluctuándose el mayor porcentaje en las líneas 2IK16-0671 con el esquema 1, 2IK16-0710 con el testigo, ABI Voyager con los esquemas 1 y 2, la línea 2IK16-0812 con el testigo y el esquema 1 a los 17.92, 23.33, 21.67 y 25% en promedio.

A los 45 días se observa que el mayor porcentaje se da en la línea 2IK16-0812 junto al esquema 3 con el 64%; las líneas 2IK16-0710 junto a los esquemas 1 y 2, 2IK16-0812 con el esquema 2, ABI Voyager con el esquema 2 y testigo alcanzaron medias de 58, 67, 57,33, 56,67 y 56% respectivamente; mientras que los factores 2IK16-0671 con esquema 2, 2IK16-0710 con el esquema 4, ABI Voyager con esquema 1 el promedio fue del 50%; el menor porcentaje se evidenció en la 2IK16-0671 con esquema 4 con el 29.33%. 2IK16-0710 con el testigo y ABI Voyager con el esquema 4 con 37.33 y 36%, los demás factores presentan un porcentaje promedio entre 42 y 48% de severidad.

Garrido (2017) en su estudio para evaluar el comportamiento agronómico y cinco niveles de fertilización en dos variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) señala que la variable severidad con respecto a la roya presentó dos rangos, en el rango A el testigo y T1 (50 kg N/ha; 50 kg P/ha; 10 kg K/ha) tuvieron medias de 77.78 % y 67.78 %, mientras que en el rango “B” se encuentra T4 (80 kg N/ha; 80 kg P/ha; 40 kg K/ha) con una media de 38.89 %, para el análisis de varianza para incidencia de roya señala que se presentó diferencias estadísticas en la variedad Scarlett mientras que en Cañicapa 2003 no se observa diferencias estadísticas.

Caluguillin (2023) en la evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) no registró presencia de roya a lo largo del ciclo productivo, cita que, a pesar de presentar las condiciones climáticas adecuadas para la presencia de roya, ninguna de las 144 líneas presentó esta enfermedad, debido al manejo que tuvo el ensayo.

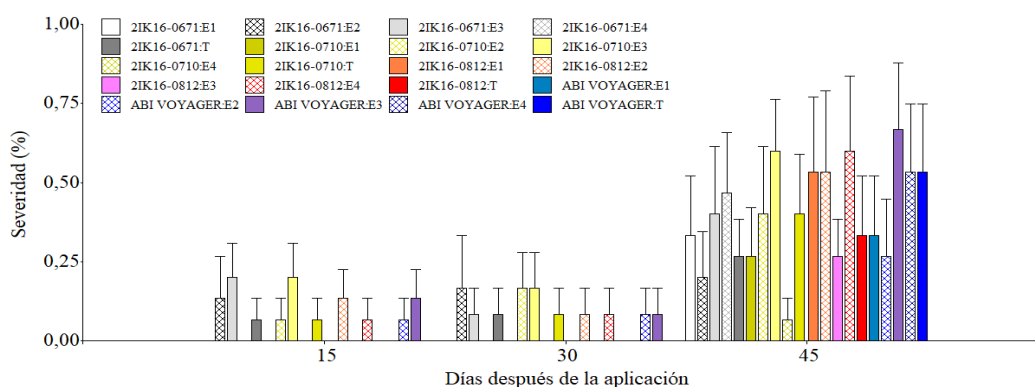
Chalacán (2023) en el análisis estadístico para la variable severidad de (*Puccinia triticina*), se puede verificar la interacción entre las líneas evaluadas y el manejo; las líneas sin manejo fitosanitario donde la ABI-Voyager registra un daño del 10.9%; las líneas 2IK16-0804, 2IK16-0710 ,2IK16-1324, 2IK16-1239 y 2IK16-0899 presentaron una afectación inferior al 10% de severidad; las líneas que se aplicó tratamiento antifúngico se presentó una severidad menor al 7%, entre ellas: 2IK16-1324, ABI-Voyager, 2IK16-0665, 2IK16-0812, las líneas que incluyen manejo fitosanitario (2IK16-0813 2IK16-1269, 2IK16-0671, 2IK16-0876, 2IK16-0735) mostraron la mayor resistencia a esta enfermedad, ya que están por debajo del 3.6% de severidad de roya parda, los valores de Chalacán, concuerdan con los del estudio.

b. Severidad de escaldadura (*Rhynchosporium secalis*)

Respecto al análisis de varianza para datos no paramétricos Prueba de Friedman exhibe que existe interacción entre las fechas de evaluación de severidad de escaldadura y los diferentes tratamientos estudiados (T^2 2.44 y un valor $p < 0,0001$).

Figura 41.

Porcentaje de severidad de escaldadura en ciclo del cultivo



La figura 41 muestra que, la severidad de la escaldadura a los 15 días va de 0 a 0.2%; a los 30 días el porcentaje va de 0 a 0.08 y 0.17%, para los 45 días se presenta un ligero aumento en los porcentajes que fluctúan desde 0.2 a 0.67% de severidad.

Sánchez (2023) indica que el análisis estadístico para la variable severidad de escaldadura no existe una interacción entre las líneas estudiadas y el manejo fitosanitario, ya que el manejo con fungicida el 33.3% de las líneas supera el 10% de severidad, el 66.6 % posee valores inferiores al 10%, el manejo sin fungicida el 16.6% supera el 10% de severidad, por lo tanto, el 83.4% de las líneas para este tratamiento resultan con valores inferiores al 10%.

El 27.78% de las líneas sin aplicación de fungicida que corresponden a 2IK16-1269 2IK16-0671, 2IK16-1239, 2IK16-0804 y 2IK16-0665, obtuvieron una afección que oscilan entre el 10.4% al 21.58% alcanzando la mayor severidad frente a las variedades tratadas con fungicida donde el 12.6% de las líneas siendo: 2IK16-0671, 2IK16-1269 y 2IK16-0812, obtuvieron una severidad entre 10% al 17% alcanzando la mayor afección para este tratamiento; el 77% de las líneas evaluadas demuestran menos afección al ser tratadas con manejo fitosanitario con lo que se concluye que el fungicida controla la enfermedad permitiendo rendimientos más altos. Resultados altos en comparación con el estudio.

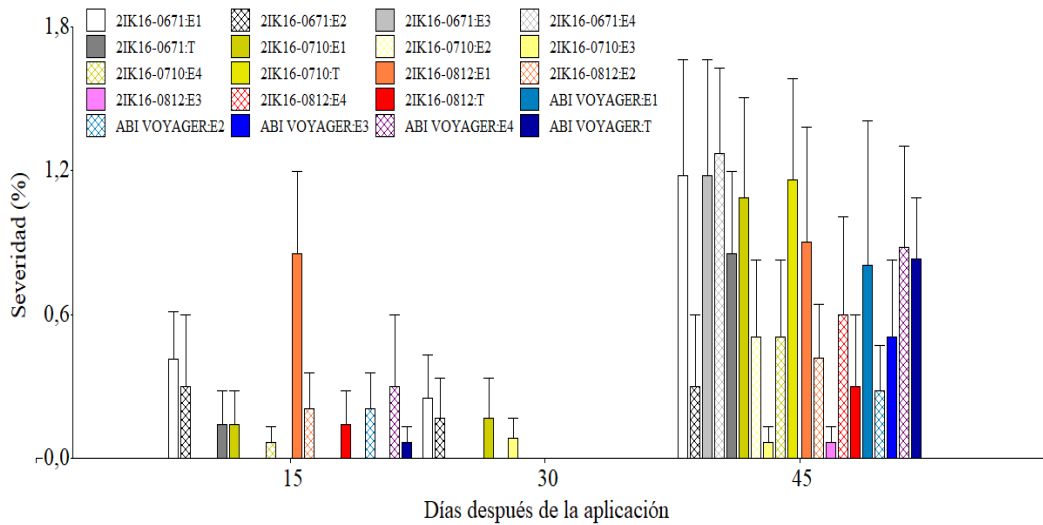
Chalacán (2023) la variable incidencia de escaldadura existe diferencia significativa entre incidencia de escaldadura y las líneas de cebada evaluadas, la línea con el valor más alto de incidencia de Escaldadura es 2IK16-0821 con 4.8% mientras que el valor más bajo es de la variedad INIAP-Alfa con 1.1%. Valores que cuentan con una estrecha relación con la línea 2IK16-0876 con un valor de 2.33%, debido a que las líneas mencionadas cumplen con el valor de la media entre las 18 estudiadas. El manejo de las variables sin fungicida el valor más alto fue de la línea 2IK16-0671 con 6.5% de incidencia, mientras que el valor más bajo fue de la línea 2IK16-0813 con 1.75%. Valores que cuentan con una estrecha relación con la línea 2IK16-1329 con 2.83%, valores que se encuentran en los rangos del estudio.

c. Helminthosporiosis foliar o mancha en red

El análisis estadístico realizado mediante la Prueba de Friedman determinó que existe interacción (T^2 2.75; $p < 0,0001$) entre las fechas de evaluación de severidad de mancha en red con las diferentes líneas de cebada maltera estudiadas.

Figura 42.

Porcentaje de severidad de mancha en red en el ciclo de cultivo de cebada.



En la figura 42 se observa el porcentaje de severidad causado por *Helminthosporiosis foliar* o mancha en red y se aprecia que a los 15 días después del control con fungicida los tratamientos que presentaron menor porcentaje de severidad fueron ABI Voyager con el testigo y la línea 2IK16-0710 junto al esquema 4 con un rango de 0,07%, mientras que la línea que presentó mayor porcentaje de afectación fue 2IK16-0812 con el esquema 1 con un valor de 0,85% de afectación.

A los 30 días el porcentaje de severidad mantuvo un rango mínimo entre 0,08, 0,17 y 0,25%; no obstante, para los 45 días el porcentaje se incrementó a valores desde 0,85 a 1,18% en los factores estudiados.

Sánchez (2023), a través del análisis estadístico para la variable severidad de la enfermedad se puede observar que existen diferencias significativas entre las líneas estudiadas y el manejo fitosanitario, reconoce que el porcentaje de severidad es inferior al 10% en todo el ensayo. En las líneas sin aplicación del fungicida 2IK16-1317, 2IK16-0899 y 2IK16-0804 alcanzaron un promedio de 5% de severidad mientras que las líneas que incluye manejo fitosanitario obtuvieron valores inferiores al 4%, asume que el fungicida lleva a cabo el control de un menor indicio de severidad en las líneas estudiadas.

4.3 Para el Objetivo 3: Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

4.3.1 Análisis económico

La evaluación económica se la realizó considerando los factores en estudio, los mismos que fueron el material vegetal de cebada maltera y los esquemas de fertilización química junto con otros equipos e insumos indispensables para la producción, el análisis económico de cada uno de los tratamientos se puede ver en el anexo dos.

En la tabla 24 se observa el análisis económico en forma general por cada tratamiento con su relación beneficio/costo.

Tabla 24.

Análisis Económico

Tratamiento	Código	Costo de producción	Precio de venta (USD/kg)	Rendimiento kg/ha	Beneficio Total USD	Beneficio/Costo
1	V1E	748.20	0.77	2.100	1617.00	2.16
2	V1E1	1002.93	0.77	2.433	1873.66	1.87
3	V1E2	998.99	0.77	2.403	1850.56	1.85
4	V1	1087.94	0.77	2.510	1932.70	1.78
5	V1E3	1229.36	0.77	2.890	2225.30	1,81
6	V2E	746.57	0.77	2.067	1591.34	2.13
7	V2E1	980.65	0.77	1.988	1530.51	1.56
8	V2E2	1007.63	0.77	2.563	1973.76	1.96
9	V2E3	1084.13	0.77	2.433	1873.66	1.73
10	V2E4	1257.44	0.77	3.410	2625.70	2.09
11	V3E	808.68	0.77	3.220	2479.40	3.07
12	V3E1	1008.74	0.77	2.510	1932.70	1.92
13	V3E2	1014.65	0.77	2.693	2073.86	2.04
14	V3E3	1114.36	0.77	2.990	2302.30	2.07
15	V3E4	1269.85	0.77	3.637	2800.23	2.21
16	V4E	798.43	0.77	3.033	2335.66	2.93
17	V4E1	999.02	0.77	2.330	1794.10	1.80
18	V4E2	1023.28	0.77	2.850	2194.50	2.14
19	V4E3	1140.28	0.77	3.470	2671.90	2.34
20	V4E4	1257.97	0.77	3.417	2630.83	2.09

La tabla 24 indica el análisis económico para el efecto de la fertilización química sobre el comportamiento agronómico de la variedad ABI Voyager y nuevas líneas de cebada maltera, en la cual se exhibe que el tratamiento 11 correspondiente a la línea (2IK16-0710/Testigo), obtuvo el mejor beneficio/costo con 3.07 dólares, seguido del tratamiento 17(2IK16-0812/Testigo) con un B/C de 2.93 dólares, el proyecto es rentable de efectuar, al existir un B/C que va desde los 1.57 a los 3,07 dólares, mostrando todos los factores de estudio una rentabilidad.

Sánchez (2023), en su estudio cuyo objetivo fue el de determinar la respuesta agronómica de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) con manejo fitosanitario en la granja

experimental “La Pradera”, Chaltura Imbabura” en el análisis y comparación de los ingresos entre las líneas que alcanzaron el mayor rendimiento la obtuvo la línea 2IK16-1324 ya que alcanza los 3.58 \$ de ganancia por saco producido, con una relación beneficio costo de 1.19, lo que indica que el estudio realizado se encuentra dentro de los resultados obtenido por el autor antes mencionado.

Por otra parte, Chalacán (2023), al efectuar su estudio para determinar la respuesta agronómica del manejo fitosanitario de 18 líneas de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en la comunidad San Pedro, cantón Montúfar-Carchi, en el análisis y comparación de los ingresos, se encuentran cuatro líneas que alcanzaron mayor rendimiento y observa que para el tratamiento con fumigación la línea 2IK16-0710 es la mejor obteniendo una producción de 114 quintales/ha. y una relación beneficio costo de 1.46, mientras el tratamiento sin aplicación obtuvo mejores rendimientos siendo la línea 2IK16-1329 la que generó una producción de 130 quintales/ha. y una relación beneficio costo de 1.63, rendimientos económicos de igual forma dentro de los obtenidos en el estudio.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Después de la recolección y análisis de datos se determinó que la línea 2IK16-0812 obtuvo el mayor rendimiento con una media de 3.02tn/ha, seguido de la línea 2IK16-0710 con 3.01t/ha siendo mínima la diferencia; mientras que las líneas con menor rendimiento fueron 2IK16-0671 y la variedad ABI Voyager con una media de 2.49 y 2.47t/ha respectivamente. En cuanto a los esquemas de fertilización resaltó el esquema 4 con un rendimiento de 3.34 t/ha.
- Al comparar los parámetros de calidad de grano se determinó que todos los tratamientos evaluados cumplieron con los estándares de calidad para la industrialización de cebada maltera; en lo que se refiere a la variable calibre de grano, el mayor calibre lo presentó la línea 2IK16-0671 con 85.83% y el menor calibre ABI Voyager con 80.99%.
- Respecto al peso de mil granos en función a los materiales vegetales evaluados, la línea 2IK16-0710 obtuvo el mayor peso de mil granos, con una media 49,28 g; mientras que para la variable peso hectolítrico el mayor peso lo obtuvo la variedad ABI Voyager con 67,57 kg/hl. En cuanto a la variable número de granos por espiga indica que las combinaciones de las líneas 2IK16-0671/esquema 4 y 2IK16-0812/ esquema 3 obtuvieron el mayor número de granos por espiga con un promedio de 31.37 y 31.07 granos respectivamente.
- En cuanto al análisis económico se determina que todos los tratamientos evaluados obtienen una rentabilidad positiva al existir un beneficio/ costo que va desde los 1.56 a los 3,07 dólares,

5.2. Recomendaciones

- Con el fin de optimizar los rendimientos del cultivo y mantener óptimos los estándares de calidad del grano se recomienda incluir el esquema de fertilización 4 y se sugiere realizar más estudios enfocados en las líneas (2IK16-0710) y (2IK16-0812) ya que estos materiales vegetales obtuvieron un mejor desempeño y rentabilidad económica.
- Proponer dosis de fertilización para cada línea de cebada maltera con la finalidad de mejorar los rendimientos conservando los parámetros de calidad.
- Instaurar programas de fertilización de cebada maltera que involucren a los pequeños y grandes agricultores donde se concientice el uso de fertilizantes químicos asegurando la sostenibilidad económica y ambiental.

REFERENCIAS

- Acán Sangucho, C. S. (2022). *Evaluación de tres dosis de nitrógeno en el rendimiento de tres variedades de cebada maltera (Hordeum vulgare L.), en la estación experimental Tunshi*. (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador). Archivo digital. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17456>
- Alazmani, A. (2015). Evaluation of yield and yield components of barley varieties to nitrogen. *Int J Agric Crop Sci*, 8, 52-54.
- Álvarez Canelo, I. A. (2023). *Evaluación del efecto de diferentes productos químicos y bioestimulantes en cuanto al rendimiento, calidad y desarrollo del cultivo de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) en la zona de bajío mexicano*. (Tesis de pregrado., Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, Salvatierra, Guanajuato, México). Archivo digital. <http://51.143.95.221/handle/TecNM/6588>
- Amaguaya Guilca, F. L. (2022). *Evaluación de la adaptación y comportamiento productivo de ciento cuarenta y cuatro líneas de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) en la estación experimental Tunshi*. (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador). Archivo digital. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17218>
- Anderson, P.M., Oelke, E.A., Simmons, S.R. 1995. *Growth and Development Guide for Spring Barley*. St. Paul, MN: University of Minnesota Extension Service. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, <http://hdl.handle.net/11299/165839>.
- Aparicio Ruíz, T. (2018). *Determinación de la floración en una población de cebada (Hordeum vulgare L.) bajo condiciones mediterráneas y sus implicaciones agronómicas*. (Tesis doctoral, Universidad de León, España). Archivo digital. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=221308>
- Arellano, V. (2010). *Manual de la cebada cervecera*. Bogotá. Agroinversores. <http://es.scribd.com/doc/14229542/Manual-Cebada>.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura*. Registro Oficial Suplemento 10 de 08-jun.-2017. Quito Ecuador.
- Arriola, A., La Spina, B., Sanchez Varretti, E., & Gentile, A.E. (2017). *Producción de malta cervecera*. San Rafael. Universidad Nacional de Cuyo.

- Barahona-Amores, L., Villarreal-Núñez, J., Samaniego-Sánchez, R., Quirós-McIntire, E. (2018). Absorción de nutrientes de dos variedades de arroz en un suelo entisol bajo secano en Tonosí-Panamá. *Ciencia Agropecuaria* N°. 28:56-74
- Blattner, F. (2018). Taxonomía del género *Hordeum* y cebada y (*Hordeum vulgare*). *El genoma de la cebada*, págs, 11-23. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-92528-8_2
- Bobadilla Meléndez, M; Hernández-Anguiano A.M., Zamora Díaz, M.; Vargas Hernández, M. (2019). Evaluación de líneas de cebada maltera a fusariosis de la espiga y acumulación de deoxinivalenol. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.10(301)
- Cajamarca-Guardazaca, B. G. (2015). *Selección de una línea provisoria de cebada (Hordeum vulgare L.) Bio-Fortificada, de grano descubierto y bajo contenido de en fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur ecuatoriana.* (Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca, Ecuador). Archivo digital. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23473>
- Caluguillin Quishpe, E. C. (2023). *Evaluación agronómica de 144 líneas promisorias de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) en La Granja Experimental “La Pradera” Chaltura, Imbabura* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador). Archivo Digital. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13683>
- Campoverde Moyon, L. A., & Ciza Moposita, G. E. (2023). *Valoración agronómica y sanitaria de dieciocho accesiones de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) con el uso de fungicida en la granja experimental Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia de Bolívar* (Tesis de pregrado. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda Ecuador). Archivo digital. <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/6141>
- Carranca, C., Torres, M., & Madeira, M. (2015). Underestimated role of legume roots for soil N fertility. *Agron Sustain Dev*, 35, 1092-1095.
- Carrasco Velástegui, P. F. (2020). *Determinación de la calidad maltera aplicada en el grano de cebada Hordeum vulgare variedad Calicuchima y Santa Catalina Línea 003, su análisis de las características fisicoquímicas y organolépticas de cerveza artesanal (Rubia) producida a partir de su procesamiento* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador). Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31406>
- Castillo, L. (2020). *Adaptación de setenta y dos líneas promisorias de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) accesión 02 – 2019 ABE inbev en la granja experimental Tunshi,*

- cantón Riobamba*. (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador). Archivo digital. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/17175/1/13T00987.pdf>
- Castro, A. C. (2022). *Cebada cervecera: calidad*. Universidad Nacional de la Plata. Libros de Cátedra.
- Cerón Rincón, L. E., Ancízar, A., Gutiérrez, F. 2018. Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. *Revista colombiana de Biotecnología*, 14(1), 285-295.
- Cervecería Nacional y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (CN., MAGAP. s.f.) *Guía del cultivo de cebada*. CN-MAGAP, Quito, ECU.
- Chalacán Obando, A. D. (2023). *Respuesta agronómica del manejo fitosanitario de 18 líneas de cebada maltera (Hordeum Vulgare L.) en la comunidad San Pedro, cantón Montúfar-Carchi* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador). Archivo digital. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15127>
- Chen, Z., Li, L., Halford, N., Xu, H., Huang, L., Gao, R., & Lu, R. (2022). Advances in Barley Breeding for Improving Nitrogen Use Efficiency. *Agronomy*, 12(1682), 1-9.
- Chicaiza, K. (2014). *Evaluación del Efecto del Fraccionamiento del Nitrógeno Complementario en el Rendimiento y Contenido de Proteína del Grano y Validación de Fungicidas y Épocas de Aplicación para el Control de Enfermedades en Cebada Cervecera*. (Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador). Archivo digital. <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1125>
- Chojnacka, K., Moustakas, K., & Witek-Krowiak, A. (2020). Bio-based fertilizers: A practical approach towards circular economy. *Bioresource Technology*, 295, 1-9.
- Chuquimia, T.Y. (2015). *Evaluación comparativa de variedades de avena (Avena sativa L.), cebada (Hordeum vulgare) y triticale (Triticumsecale W.) en las localidades de Choquenaira y Batallas* (Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia). Archivo digital. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5580>
- Constante Barona, J. J. (2014). *Mejoramiento de la producción de una planta embotelladora de Cerveza Super Línea de Cervecería Nacional* (Tesis Doctoral, Universidad de Guayaquil. Ecuador). Archivo digital. [Tesis Cervecería Nacional - Repositorio Universidad de \(studylib.es\)](https://repositorio.universidaddeguayaquil.edu.ec/handle/123456789/1125)
- Constitución de la República del Ecuador, (2021). *Constitución de la Republica del Ecuador*, Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008 Ultima modificación: 25-ene.-2021. Asamblea Nacional del Ecuador.

- Coque, K. (2020). *Evaluación de la calidad maltera para la elaboración de cerveza con la línea promisorio CM-09-003 procedente de siete localidades* (Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador]. Archivo digital. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22364/1/T-UCE-0004-CAG-276.pdf>
- Coronel, J. y Jiménez, C. (2011). *Guía práctica para los productores de cebada de la sierra sur*. Boletín divulgativo N° 404. INIAP, Estación experimental Austro. Cuenca-Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1106/1/404.PDF>
- Courtis, A. C. (2013). Germinación de las semillas, Fisiología vegetal. Guía de estudio. *Fisiología Vegetal, 1*, 1-22.
- Daba, G., Tessema, B., & Tesfaye, M. (2019). Evaluation of Malting Potential of Different Barley Varieties. *Journal of Water Pollution & Purification Research*, 6(3), 24-35. <https://www.researchgate.net/publication/338711408>
- De la Cruz, A., García-Serrano, P. 2016. *La contribución de los fertilizantes a la producción y a la calidad de los alimentos*. Fertiberia S.A. Noticias Empresas del Sector. Vida Rural.
- Díaz Gavilanes, M. S. (2016). *Evaluación de la aptitud de 15 genotipos de cebada, cultivados en 4 localidades, para la obtención de extracto de malta* (Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador). Archivo Digital. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15157>
- ETHzürich. 2016. *Identification of novel rice blast resistance sources*. Institute of Molecular Plant Biology, SUI. http://www.impb.ethz.ch/research/research-pb/research-pb/group_pb_cereal/resistancesources.html
- Falconí-Castillo, E., Garófalo, J., Llangarí, P., & Espinoza, M. (2010). *El cultivo de cebada: Guía para la producción artesanal de semilla de calidad*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Fan, J., McConkey, B., Janzen, H., Townley, L., & Wang, H. (2017). Harvest index–yield relationship for estimating crop residue in cold continental climates. *Field Crops Research*, 204, 153-157.
- Flores Tupiza, A. P. (2023). *Evaluación del desempeño agronómico y la adaptabilidad de tres variedades de cebada (Hordeum Vulgare L.) en la Granja Experimental “La Pradera”, Chaltura, Imbabura* (Tesis de pregrado, (Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador). Archivo digital. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13682>.

- Galarza Tenesaca, E. R. (2023). *Evaluación del comportamiento agronómico de dieciocho variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) liberadas por el INIAP en el Campus Querochaca, Cevallos* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador). Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38376>
- García, F. (2006). *Balance de Nutrientes del sistema Trigo-Soja-Maíz: Balance necesario para un buen cultivo de trigo*. INPOFOS Cono Sur.
- Garrido Paredes, B. A. (2017). *Evaluación del comportamiento agronómico y cinco niveles de fertilización en dos variedades de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) en Tunshi, provincia de Chimborazo* (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8177>
- Gil, A., Miravalles, M. T., Moreyra, F., & Conti, V. A. (2016). *Calidad industrial de la cebada cervecera: impacto de la fecha de siembra*. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur.
- Gimenez, F. J. (2017). *Ganancia Genética en Cebada Cervecera (Hordeum vulgare L.) en Argentina durante el período 1931-2007.m.* (Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina). Archivo digital. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3973>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Antonio Ante. (GAD, 2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011-2031 Del Cantón Antonio Ante*. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- González González, M., Zamora Díaz, M., Huerta Zurita, R., & Solano Hernández, S. (2013). Eficacia de tres fungicidas para controlar roya de la hoja en cebada maltera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(8), 1237-1250.
- Guerrero Riascos, R. 2018. *Propiedades generales de los fertilizantes químicos* (No. Doc. 20674) CO-BAC, Bogotá). Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (EMA.)
- Hafez, M., Popov, A., & Rashad, M. (2021). Integrated use of bio-organic fertilizers for enhancing soil fertility–plant nutrition, germination status and initial growth of corn (*Zea Mays L.*). *Environmental Technology & Innovation*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101329>
- Hajjghasemi, S., Keshavarz-Afshar, R., & Chaichi, M. R. (2016). Nitrogen Fertilizer and Seeding Rate Influence on Grain and Forage Yield of Dual-Purpose Barley. *Agronomy Journal*, 108(4), 1486-1494.

- Hoyle, A., Brennan, M., Jackson, G. E., & Hoad, S. (2019). Increased grain density of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) is associated with an increase in grain nitrogen. *Journal of Cereal Science*, 89, 102797.
- Huillcahuari Fernández, C. M. (2013). *Producción de semilla de cebada San Cristóbal (Hordeum vulgare L). Canaán 2750 msnm Ayacucho*. (Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho Perú). Archivo digital. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1992>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2018). Encuesta y *superficie y producción agropecuaria .ESPAC*
- [Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, \(INTA., 2019\). Manual de Buenas Prácticas de Poscosecha de granos. https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/hordeum-vulgare-var-vulgare](https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/hordeum-vulgare-var-vulgare)
- Karunarathne, S., Han, Y., Zhang, X., & Li, C. A. (2020). Advances in understanding the molecular mechanisms and potential genetic improvement for nitrogen use efficiency in barley. 2020. *Agronomy*, 10(662).
- Kefale, B., & Hawassa, E. (2016). Effect of nitrogen fertilizer level on grain yield and quality of malt barley (*Hordeum vulgare* L) varieties in malga woreda, southern Ethiopia. *Food Science and Quality Management*, 52, 16-18.
- Kim, Y., Park, H., Lee, H., Kim, H., & Kuk, Y. (2022). Growth, Yield, and Grain Quality of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Grown across South Korean Farmlands with Different Temperature Distributions. *Agronomy*, 12(11).
- Landriscini, M. R., Martínez, J. M., Cerda, C. C., Carrasco, S., Moreyra, F., & Galantini, J. A. (2020). *Fertilización nitrogenada en diferentes variedades de cebada en el Partido de Bahía Blanca*. XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/190353>
- Lasluisa Toasa, J. E. (2022). *Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de cebada (hordeum vulgare l.) dística del iniap bajo condiciones agroecológicas del Campus Salache UTC 2021–2022* (Tesis pregrado, Universidad Técnica del Cotopaxi, Latacunga, Ecuador). Archivo digital. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9457>
- Leiva, F. R. 2017. Sostenibilidad de sistemas agrícolas. *Agronomía 20 colombiana*, 15(2 y 3), 181-193.

- Lema-Aguirre, A. C., Basantes-Morales, E. R., & Pantoja-Guamán, J. L. (2017). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 97-102.
- León Armijo, D. S. (2011). *Evaluación del rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradicional, de Cebada (Hordeum vulgare L.) en Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo* (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador). Archivo digital. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/668>
- López, S., 2011. *Manejo integrado del cultivo de cebada en condiciones de temporal en San Luía Potosí, México*: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP).
- Lu, C., & Tian, H. (2017). Global nitrogen and phosphorus fertilizer use for agriculture production in the past half century: shifted hot spots and nutrient imbalance. *Earth System Science Data*, 9(1), 181-192.
- Manangón Monteros, P. R. (2014). *Evaluación de siete variedades de trigo (Triticum aestivum L.) Con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 MSNM Juan Montalvo-Cayambe-2012* (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, Quito. Ecuador). Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6717>
- Martínez, A. M. (2020). *Interacción de Fusarium en trigo y cebada bajo condiciones de temperaturas actuales y proyectadas a futuro* (Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Argentina). Archivo digital. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/91246>
- Martínez-Viera, R., Dibut, B., Yoania, R. (2017). Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. *Cultivos Tropicales*, 31(3), 13-19
- Mercante, T. N. (2017). Relación fuente: destino durante el llenado de granos: efectos sobre la calidad del grano en trigo pan, trigo candeal y cebada cervecera. *RIDAA*, 23-27.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2016). *La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025*. Secretaría General de Relacionamiento del Sistema Productivo
- Miralles, D. J., González, F. G., Abeledo, L. G., Serrago, R. A., Alzueta, I., García, G. A., ... & Lo Valvo, P. J. (2014). *Manual de trigo y cebada para el cono sur procesos fisiológicos y bases de manejo*. Ciencia y tecnología para el desarrollo (CYTE), Red METRICE.

- Morojele, M. E., & Kilian, W. K. H. (2015). Optimization of nitrogen application under irrigated barley production. *European J. Agric. Forestry Res*, 3, 8-14.
- Navarro García, G. (2023). *Fertilizantes. Química y acción*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Nicola, L., & Smith, T. (2022). *Impacto del uso de fertilizantes químicos en la producción del cultivo de naranja (Citrus sinensis L.)* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador). Archivo digital. <http://190.15.129.146/handle/49000/11317>
- Orrala Borbor, N. A., Solís, A., Suárez Rodríguez, E. J., Cortez, M., Alvarado, V., Malavé, J., ... & Villavicencio, F. (2013). *Comportamiento Agronómico de Seis Variedades de Cebada (Hordeum vulgare L.) en Tres Localidades, Centro de Investigaciones Agropecuarias Provincia de Santa Elena*. (Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador). Archivo digital. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/924>
- Orrala Soriano, K. (2020). *Valoración agronómica de 120 líneas promisoras de cebada cervecera en el azúcar-Santa Elena* (Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador). Archivo digital. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5402>
- Petersen, E., Scanlan, C., Burton¹, M., Oliver, Y., Murphy, D., & Hoyle, F. (2023). Agronomic factors are the dominant influence on nitrogen fertilizer strategies in dryland cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00867-y>
- Petta, A., & Lavilla, M. (2022). Determinación de una escala diagramática de severidad para mancha en red en cebada cervecera (*Hordeum vulgare L.*). *Agronomía Mesoamericana*, 33(3), 49035.
- Pilaloo, W., Alvarado, A., Pacheco, P., 2018. Reducción de la fertilización edáfica con aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de arroz”, *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, N°. 29.
- Pinta Usca, F. R. (2020). *Adaptación de setenta y dos líneas promisorias de cebada maltera (Hordeum vulgare L.) accesión 01-2019 ABE InBev en la granja experimental Tunshi, cantón Riobamba*. (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador). Archivo digital. <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/17171>
- Ponce- Molina, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. J. (2019). *Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales*. (Issue 111). INIAP.

- Ponce, L., Campaña, D., Noroña, P., & Garófalo, J. (2020). *Boletín Técnico No. 175. Actividades de Investigación en Cereales Año 2019*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., & Noroña, P. (2022). *Cebada (Hordeum vulgare L.) Manual de manejo del cultivo y conservación de suelos*. Boletín Divulgativo N° 005. KOPIA, RDA COREA Ecuador, INIAP.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P. y Jiménez, C. (2022). *Manual para la producción sostenible de cebada en la Sierra ecuatoriana. Manual No. 133*. INIAP. Quito-Ecuador. 47 p.
- Ponce-Molina, L., Noroña, P., Campaña Cruz, D. F., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C., & Cruz Logacho, E. R. (2020). *La cebada (Hordeum vulgare L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Manual No. 111*
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (2008). *Biología de Cultivos Anuales. Cultivos de Cereales*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal y del Departamento de Desarrollo Académico de SECICO. http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/cebada.htm
- Prasad, R., & Shivay, Y. S. (2015). Fertilizer nitrogen for the life, agriculture and the environment. *Indian J. Fert*, 11(8), 47-53.
- Prystupa, P. (2016). *Utilización nitrogenada de cebada, en la provincia de Buenos Aires*. Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Fac. de Agronomía, U.B.A.
- Prystupa, P.G., Ferraris, G., Loewy, T., Gutierrez Boëm, F.H., Ventimiglia, L., Couretot, L. & Bergh, R. (2012). *Fertilización nitrogenada de cebada cervecera variedad Scarlett en la provincia de Buenos Aires*. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata 16 a 20 de abril de 2012. Actas CD.
- Puglia, D., Luzi, F., Lilli, M., Sbardella, F., Pauselli, M., Torre, L., & Benincasa, P. (2020). *Fibras de paja de líneas híbridas de cebada y su efecto de refuerzo en compuestos a base de polipropileno* Ind. Crop. Prod., 154(112736).
- Quelal Altamirano, N. C. (2014). *Evaluación del fraccionamiento y épocas de aplicación del nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en las variedades de cebada maltera Scarlett y Metcalfe (Hordeum vulgare L.) en Chaltura, Imbabura* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador). Archivo digital. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2814>

- Quino Vargas, R. (2016). *Efecto de dos concentraciones de biol en cuatro fases fenológicas de cultivo de cebada (Hordeum vulgare L.) en el altiplano norte* (Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia). Archivo digital. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9253>
- Quiroga, M., Agüero, D., Zapata, R., Busilacchi, H., & Bueno, M. (2015). Activadores de crecimiento y biofertilizantes como alternativa al uso de fertilizantes químicos en cultivo de chía (*Salvia hispanica L.*). *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 35, 31-40.
- Rawson, H., & Gómez, M. (2001). *Trigo regado. Manejo del cultivo. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación* FAO. (<http://www.fao.org/docrep/006/X8234S/x8234s05.htm#TopOfPage>)
- Ribeiro, A., Silva, H., & Abbate, S. (2014). *Manejo de plagas en trigo y cebada*. Universidad de la república de Uruguay.
- Rivera Anrango, E. E. (2017). *Evaluación de un fertilizante nitrogenado de liberación controlada en el cultivo de cebada (Hordeum vulgare L.) en la granja experimental Yuyucocha* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador). Archivo digital. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7172>
- Rosales-Ledesma, J.C. (1999, abril). *El cultivo de La Cebada (Hordeum vulgare) y sus principales Plagas y Enfermedades*. [Tesis de tercer nivel, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Agronomía]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/730/T10218%20ROSALES%20LEDESMA%2C%20JUAN%20CARLOS%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez Farinango, R. D. (2023). *Respuesta agronómica de 18 líneas de cebada maltera (Hordeum Vulgare L.) con manejo fitosanitario en la granja experimental “La Pradera”, Chaltura-Imbabura* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador). Archivo digital. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15115>
- Satorre E. H.; Benech Arnold R. L.; Slafer G. A.; de la Fuente E. B.; Millares D. J.; Otegui M. E.; Savin R. (2003). *Producción de granos*. UBA. <http://www.fao.org>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. Consejo Nacional de Planificación.

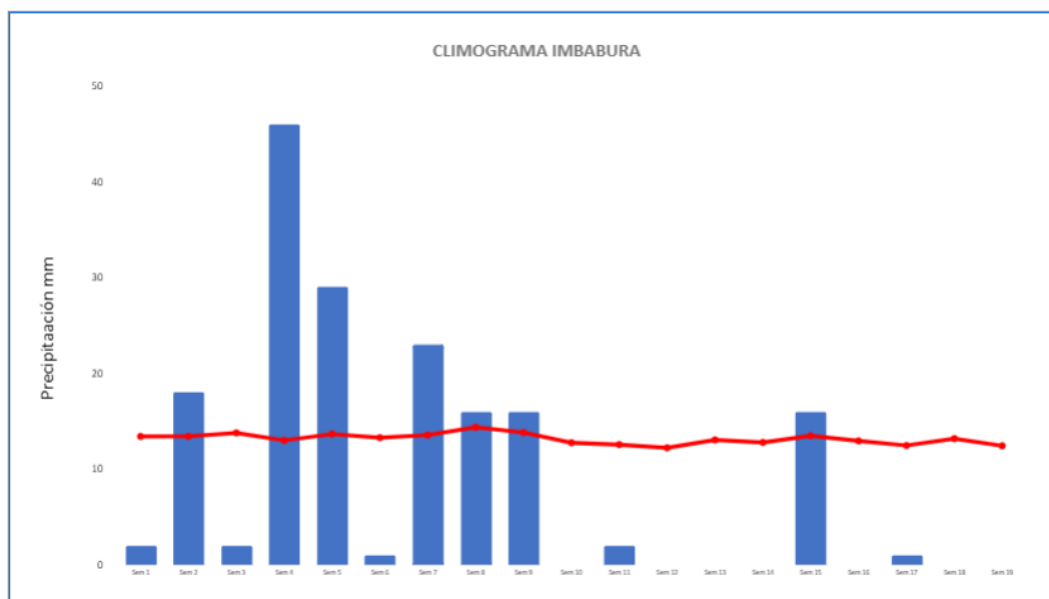
- Shewangizaw, B., Gurumu, G., Agegnehu, G., Eshetu, M., Assefa, S., Hadgu, F., . . . Tamene, L. (2022). Yield response of barley to the application of mineral fertilizers containing major nutrients on Cambisols and Vertisols in Ethiopia‡. *Experimental Agriculture*, 58, 1-9.
- Solórzano, R. A. M., & Gaibor, V. L. Y. (2022). *Estimación de parámetros de calidad y rendimiento del Grano en diez líneas de cebada (Hordeum vulgare L.) con proyección a la industria cervecera, en la localidad Laguacoto II, provincia Bolívar* (Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador). Archivo digital. https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4151/1/TESIS%20CEBADA_%20ME%20SIAS_YANEZ_2022.pdf
- Suárez Rodríguez, E., & Cortés Rodríguez, M. (2010). “Comportamiento agronómico de seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Sinchal, cantón Santa Elena” (Tesis de pregrado,
- Tehulie, N., & Eskezia, H. (2021). Effects of Nitrogen Fertilizer Rates on Growth, Yield Components and Yield of Food Barley (*Hordeum vulgare* L.): A Review. *Journal of Plant Sciences and Agricultural Research*, 5(1), 1-6.
- UBAQUE, Taylor. (2019). *Manual del cultivo de cebada cervecera*. Bogotá: Bavaria, pp. 6-24.
- Van der Hessen. (2015). *La cerveza. Historia de la cerveza en España. Componentes de la cerveza, su fabricación y más*. <http://caeliacerea.blogspot.com/2015/03/ingredientes-i-la-cebada.html.%20Visto%2024%20de%20marzo%20del%202017>
- Veas Parrales, K. R. (2020). *Importancia del Silicio como acondicionador de suelos para la producción de cultivos de ciclo corto* (Tesis de pregrado Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador). Archivo digital <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8198>
- Velasco. Y., Sana, W., Morillo, A., (2020). Caracterización agro morfológica de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Municipio de Chivatá Boyacá, Colombia. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 2020.103-117,
- Wang, K., Henry, R., & Gilbert, R. (2014). Causal relations among starch biosynthesis structure and properties. *Springer Sci Rev*, 2, 15-33.
- Yadav, S., Kumar, R., Chauhan, S. S., Kumar, R., & Kumar, M. (2020). Effect of Different Nitrogen Levels and Varieties on Protein and Nitrogen Content in Grain and Nitrogen Uptake by Barley (*Hordeum vulgare* L.) in Sodic Soil. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 9(2), 612-618.

Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed research*, *14*(6), 415-421.

ANEXOS

Anexo 1

Climograma de las precipitaciones y temperaturas a través del ciclo del cultivo.



Nota: Las barras azules corresponde a la precipitación acumulada semanalmente, mientras que la línea roja corresponde a la temperatura que se ha obtenido a lo largo del cultivo.

Anexo 2

Costos de producción detallados de las líneas de cebada maltera en función de los esquemas de fertilización estudiados

COSTO DE PRODUCCIÓN DE ABI VOYAGER/ TESTIGO (T1)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACION DEL SUELO				
Análisis de suelo	Unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	Jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	Jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	Jornal	2	15,00	30,00
Riego	Jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	Tolva	2,1	50,00	105,00
3. INSUMOS				
Semilla	Kg	100	0,77	77,00
Sulfon (herbicida)	G	0,125	46,40	5,80
Custom	L	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	L	0,6	21,00	12,60
Saquillos	Unidad	42	0,20	8,40
Subtotal de costos directos				521,80
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				748,20

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
748,20	0,77	2.100	1617	2,16

COSTO DE PRODUCCIÓN DE ABI VOYAGER / ESQUEMA DE FERTILIZACION 1 (T2)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACION DEL SUELO				
Análisis de suelo	Unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	Jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	Jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	Jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	Jornal	2	15,00	30,00
Riego	Jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	Tolva	2,43	50,00	121,50
3. INSUMOS				
Semilla	Kg	100	0,77	77,00
Fertilizante Sulfomag	Saco de 50kg	2,7	52,00	140,40
Fertilizante D.A. P	Saco de 50kg	1,7	40,00	68,00
Sulfon (herbicida)	G	0,125	46,40	5,80
Custom	L	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	L	0,6	21,00	12,60
Saquillos	Unidad	48,67	0,20	9,73
Subtotal de costos directos				778,03
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1004,43

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1002,93	0,77	2.433	1873,6641	1,87

COSTO DE PRODUCCIÓN DE ABI VOYAGER / ESQUEMA DE FERTILIZACION 2 (T3)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACION DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,4	50,00	120,00
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3,2	45,90	146,88
Fertilizante Yarabela Nitromag	Saco de 50kg	0,4	43,00	17,20
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	48,07	0,20	9,61
Subtotal de costos directos				772,59
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				998,99

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
998,99	0,77	2.403	1850,5641	1,85

COSTO DE PRODUCCIÓN DE ABI VOYAGER / ESQUEMA DE FERTILIZACION 3 (T4)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACION DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,5	50,00	125,00
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3	45,90	137,70
Fertilizante Yarabela Nitromag	Saco de 50kg	0,7	43,00	30,10
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
fertilizante Nitrax	Saco de 50kg	2	39,90	79,80
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	50,2	0,20	10,04
Subtotal de costos directos				861,54
Subtotal de costos indirectos				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1087,94

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1087,94	0,77	2.510	1932,7	1,78

COSTO DE PRODUCCIÓN DE ABI VOYAGER / ESQUEMA DE FERTILIZACION 4 (T5)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACION DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,89	50,00	144,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3	45,90	137,70
Fertilizante Yarabela Nitromag	Saco de 50kg	3,5	43,00	150,50
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
fertilizante Nitrax	Saco de 50kg	2	39,90	79,80
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	57,8	0,20	11,56
Subtotal de costos directos				1002,96
Subtotal de costos indirectos				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1229,36

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1229,36	0,77	2.890	2225,3	1,81

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0671 / TESTIGO (T6)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACION DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,07	50,00	103,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	41,33	0,20	8,27
Subtotal de costos directos				520,17
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses - ciclo	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				746,57

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
746,57	0,77	2.067	1591,3359	2,13

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16- 0671 / ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 1 (T7)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	1,99	50,00	99,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante Sulfomag	Saco de 50kg	2,7	52,00	140,40
Fertilizante D.A. P	Saco de 50kg	1,7	40,00	68,00
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	39,73	0,20	7,95
Subtotal de costos directos				754,25
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				980,65

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
980,65	0,77	1.988	1530,5059	1,56

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16- 0671 / ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 2 (T8)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,56	50,00	128,00
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3,2	45,90	146,88
Fertilizante Yarabela				
Nitromag	Saco de 50kg	0,4	43,00	17,20
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	51,27	0,20	10,25
Subtotal de costos directos				781,23
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1007,63

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1007,63	0,77	2.563	1973,7641	1,96

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0671/ ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 3 (T9)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,43	50,00	121,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3	45,90	137,70
Fertilizante Yarabela				
Nitromag	Saco de 50kg	0,7	43,00	30,10
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
fertilizante Nitrox	Saco de 50kg	2	39,90	79,80
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	48,66	0,20	9,73
Subtotal de costos directos				857,73
Costos indirectos				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1084,13

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento	Beneficio	Beneficio/Costo
1084,13	0,77	2.433 kg/ha	1873,6641	1,73

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0671/ ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 4 (10)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	3,41	50,00	170,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3	45,90	137,70
Fertilizante Yarabela	Saco de 50kg	3,5	43,00	150,50
Nitromag	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	2	39,90	79,80
fertilizante Nitrox	Saco de 50kg	2	39,90	79,80
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	68,2	0,20	13,64
Subtotal de costos directos				1031,04
Costos indirectos				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1257,44

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1257,44	0,77	3.410	2625,7	2,09

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0710 / TESTIGO (T11)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	3,22	50,00	161,00
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	64,4	0,20	12,88
Subtotal de costos directos				582,28
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /ciclo	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				808,68

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
808,68	0,77	3.220	2479,4	3,07

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0710 / ESQUEMA FERTILIZACIÓN 1 (T12)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,51	50,00	125,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante Sulfomag	Saco de 50kg	2,7	52,00	140,40
Fertilizante D.A.P	Saco de 50kg	1,7	40,00	68,00
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	50,2	0,20	10,04
Subtotal de costos directos				782,34
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1008,74

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1008,74	0,77	2.510	1932,7	1,92

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0710 / ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 2 (T13)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,69	50,00	134,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3,2	45,90	146,88
Fertilizante Yarabela Nitromag	Saco de 50kg	0,4	43,00	17,20
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	53,87	0,20	10,77
Subtotal de costos directos				788,25
Arriendo de terreno				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes				
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1014,65

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1014,65	0,77	2.693	2073,8641	2,04

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0710 / ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 3 (T14)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,99	50,00	149,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3	45,90	137,70
Fertilizante Yarabela				
Nitromag	Saco de 50kg	0,7	43,00	30,10
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
fertilizante Nitrax	Saco de 50kg	2	39,90	79,80
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	59,8	0,20	11,96
Subtotal de costos directos				887,96
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1114,36

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1114,36	0,77	2.990	2302,3	2,07

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16- 0710/ ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 4 (T15)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	3,64	50,00	182,00
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3	45,90	137,70
Fertilizante Yarabela				
Nitromag	Saco de 50kg	3,5	43,00	150,50
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
fertilizante Nitrax	Saco de 50kg	2	39,90	79,80
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	72,73	0,20	14,55
Subtotal de costos directos				1043,45
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1269,85

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1269,85	0,77	3.637	2800,2282	2,20

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0812 / TESTIGO (T16)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	3,03	50,00	151,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	60,67	0,20	12,13
Subtotal de costos directos				572,03
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				798,43

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
798,43	0,77	3.033	2335,6641	2,93

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0812 / ESQUEMA FERTILIZACIÓN 1 (T17)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Analisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,33	50,00	116,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante Sulfomag	Saco de 50kg	2,7	52,00	140,40
Fertilizante D.A.P	Saco de 50kg	1,7	40,00	68,00
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	46,6	0,20	9,32
Subtotal de costos directos				772,62
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				999,02

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
999,02	0,77	2.330	1794,1	1,80

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16- 0812/ ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 2 (T18)

COSTOS DIRECTOS

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	2,85	50,00	142,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3,2	45,90	146,88
Fertilizante Yarabela Nitromag	Saco de 50kg	0,4	43,00	17,20
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	57	0,20	11,40
Subtotal de costos directos				796,88
Arriendo de terreno				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes				
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1023,28

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1023,28	0,77	2.850	2194,5	2,14

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16- 0812 / ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 3 (T19)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	3,47	50,00	173,50
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3	45,90	137,70
Fertilizante Yarabela Nitromag	Saco de 50kg	0,7	43,00	30,10
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
fertilizante Nitrax	Saco de 50kg	2	39,90	79,80
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	69,4	0,20	13,88
Subtotal de costos directos				913,88
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1140,28

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1140,28	0,77	3.470	2671,9	2,34

COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA 2IK16-0812/ ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN 4 (T20)				
COSTOS DIRECTOS				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Análisis de suelo	unidad	1	48	48,00
Arado	horas/tractor	2,5	20,00	50,00
Rastrada	horas/tractor	3,5	20,00	70,00
2. MANO DE OBRA				
Siembra	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fungicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de herbicida	jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de fertilizante	jornal	2	15,00	30,00
Riego	jornal	2	15,00	30,00
Cosecha y trilla	tolva	3,42	50,00	171,00
3. INSUMOS				
Semilla	kg	100	0,77	77,00
Fertilizante YaraMila Rafos	Saco de 50kg	3	45,90	137,70
Fertilizante Yarabela Nitromag	Saco de 50kg	3,5	43,00	150,50
Fertilizante Abotek	Saco de 50kg	1	40,50	40,50
fertilizante Nitrax	Saco de 50kg	2	39,90	79,80
Sulfon (herbicida)	g	0,125	46,40	5,80
Custom	l	0,5	50,00	25,00
Difecolaq	l	0,6	21,00	12,60
Saquillos	unidad	68,33	0,20	13,67
Subtotal de costos directos				1031,57
COSTOS INDIRECTOS				
Arriendo de terreno	ha /meses	4	41,60	166,4
Fletes	frecuencia	3	20,00	60
Subtotal de costos indirectos				226,4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1257,97

Costo de producción	Precio de venta	Rendimiento kg/ha	Beneficio	Beneficio/Costo
1257,97	0,77	3.417	2630,8282	2,09