

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*), “En Huaca Carchi”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
Título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Cañar Solano Grace Jhemina

TUTOR: Ing. Mora Quilismal Segundo Ramiro MSc.

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Cañar Solano Grace Jhemina y con el número de cédula 0401588660 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*), En Huaca Carchi"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Mora Quilismal Segundo Ramiro MSc.

TUTOR

Tulcán, junio de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniería en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Cañar Solano Grace Jhemina con cedula de identidad número 0401588660 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mu absoluta responsabilidad.



Cañar Solano Grace Jhemina

AUTORA

Tulcán, junio de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Cañar Solano Grace Jhemina declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*), En Huaca Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posible reclamo o acciones legales.



Cañar Solano Grace Jhemina

AUTORA

Tulcán, junio de 2025

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme culminar mi tesis por guiar mi camino y nunca dejarme sola.

A mi familia, de manera especial a mi madre Norma Solano, quien ha estado presente con su apoyo, sembrando sus valores en mí, los mismos que se reflejan la persona que soy hoy en día.

Como no agradecer a mis hermanos por no dejarme sola por siempre apoyarme en cada paso que doy.

También es necesario agradecer a mi tutor, MSc. Ramiro Mora por su invaluable apoyo, orientación y paciencia a lo largo de este proceso. De igual manera a todos los docentes que he tenido el gusto de conocer durante mi experiencia estudiantil.

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado de manera especial a mi madre Norma Solano por su apoyo incondicional por su amor y su dedicación inspirándome a siempre seguir mis sueños.

A mis hermanos por ser un ejemplo a seguir por su apoyo, comprensión y enseñanzas por nunca dejarme desfallecer.

A mi querido sobrino Beneth Andres, de quien quiero ser un ejemplo a seguir, forjando en el mucho valor que sirvan para su crecimiento personal.

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
I. EL PROBLEMA	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.3. JUSTIFICACIÓN	14
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	15
1.4.1. Objetivo General	15
1.4.2. Objetivos Específicos	15
1.4.3. Preguntas de Investigación	15
II. FUNDAMENTACION TEÓRICA	16
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.2. MARCO TEORICO	17
2.2.1. Cultivo de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	17
2.2.1.1. Clasificación taxonómica de la cebada	18
2.2.2. Manejo técnico del cultivo	23
2.2.3. Riego	31
2.2.4. Cosecha	31
III. METODOLOGIA	33
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	33
3.1.1. Cuantitativo	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) 1

Tabla 2. Cantidad de semilla requerida para siembra, ya sea manual o mecanizada, según la extensión del terreno. 1

Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables 1

Tabla 4. Características del ensayo experimental 1

Tabla 5. Tratamientos utilizados en el control de malezas en el cultivo de cebada 1

Tabla 6. Representación del análisis de la varianza 1

Tabla 7. Pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett en la aplicación de tratamientos para el control de malezas en el cultivo de cebada. 1

Tabla 8. ANOVA para la variable altura de planta (cm) de los 15 hasta los 105 (dds). 1

Tabla 9. Prueba de Duncan para la altura de planta en (cm) a los 105 (dds) 1

Tabla 10. ANOVA para la variable largo de la espiga en (cm) 1

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para el largo de la espiga en (cm) 1

Tabla 12. ANOVA para la variable número de granos por espiga (u) 1

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para número de granos por espiga 1

Tabla 14. ANOVA para la variable peso de la espiga en gramos(g) 1

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para el peso de espiga 1

Tabla 16. ANOVA para la variable peso de grano en gramos (g) 1

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para peso del grano en gramos (g) 1

Tabla 18. ANOVA para la variable rendimiento (kg_{ha}-1) 1

Tabla 19. Prueba de Tukey 5% en rendimiento en kg_{ha}-1 1

Tabla 20. Presencia de malezas y porcentaje de mortalidad de las principales malezas identificadas en el cultivo de Cebada (*Hordeum vulgare*) (%). 1

Tabla 21. Beneficio-costo de los tratamientos	1
---	---

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la planta de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	1
Figura 2. Fenología del cultivo de cebada	1
Figura 3. Ubicación del experimento	1
Figura 4. Diagrama del Diseño e Bloques Completamente al Azar (DBCA)	1
Figura 5. Muestra del ensayo experimental	1
Figura 6. Preparación del terreno	1
Figura 7. Delimitación del terreno	1
Figura 8. Desinfección de la semilla	1
Figura 9. Siembra de las semillas	1
Figura 10. Identificación de las plantas evaluadas	1
Figura 11. Primera toma de datos	1
Figura 12. Herbicida 1= Metsulfuron-methyl	1
Figura 13. Herbicida 2 = Fluroxypyr	1
Figura 14. Herbicida 3 = Picloram	1
Figura 15. Herbicida 4 = 2-4 D amina	1
Figura 16. Herbicida 5 = Bentazona-sodio	1
Figura 17. Aplicación de los herbicidas	1

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de sustentación de predefensa de TIC	57
Anexo 2. Certificado del abstract emitido por el centro de idiomas	58
Anexo 3. Costo de producción de la cebada	59
Anexo 4. Evidencia fotografía del experimento	60

RESUMEN

La investigación se realizó en el "Centro experimental San Francisco, ubicado en el cantón Huaca, provincia del Carchi, con el objetivo de evaluar diferentes tipos de herbicidas selectivos para el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*) variedad Cañicapa. Fue un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA), conformado por cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos y dosis aplicadas fueron: T1 (0,16 g de Metsulfuron-metil), T2 (15 cc de Fluroxipir), T3 (15 cc de Picloram), T4 (12,52 cc de 2,4 D amina), T5 (15 cc de Bentazona-sodio), todos los tratamientos en 8 L de agua por cada 100 m² de superficie y T0 (Testigo sin herbicida). Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), largo de la espiga (cm), grano por espiga (u), peso de espiga (g), peso del grano (g), Rendimiento kg/ha⁻¹. Para el análisis estadístico se utilizó el programa RStudio y se aplicó la prueba Duncan para la altura de la planta y la Prueba de Tukey al 5% para las demás variables. Los mejores resultados en términos de rendimiento del cultivo se obtuvieron con el tratamiento 5 (Bentazona sodio) con 5,805 kg/ha⁻¹ por ser una opción viable. Al realizar el análisis considerando las malezas presentes en el ensayo se puede establecer que el mejor herbicida que controló el 75% de malezas fue T5 (Bentazona-sodio).

Palabras claves: Variedad Cañicapa, rendimiento, mortalidad

ABSTRACT

The research was carried out at the "Centro Experimental San Francisco," located in Huaca canton, Carchi province, with the objective of evaluating different types of selective herbicides for the control of broadleaf weeds in barley (*Hordeum vulgare*) cultivation, variety Cañicapa. A Completely Randomized Block Design (CRBD) was used, consisting of five treatments and four replications. The treatments and applied doses were: T1 (0.16 g of Metsulfuron-methyl), T2 (15 cc of Fluroxypyr), T3 (15 cc of Picloram), T4 (12.52 cc of 2,4-D amine), T5 (15 cc of Bentazon-sodium), all treatments applied in 8 L of water per 100 m² of surface area, and T0 (control without herbicide). The evaluated variables were plant height (cm), spike length (cm), grains per spike (units), spike weight (g), grain weight (g), and yield (kg/ha). For statistical analysis, the RStudio program was used, applying Duncan's test for plant height and Tukey's test at 5% for the other variables. The best outcomes in terms of crop yield were obtained with Treatment 5 (Bentazon-sodium), with 5,805 kg/ha, making it a viable option. When analyzing the presence of weeds in the trial, it was determined that the best herbicide for controlling 75% of weeds was T5 (Bentazon-sodium).

Keywords: Cañicapa variety, yield, mortality

INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es un cultivo de gran importancia económica a nivel mundial, utilizado tanto en la producción de alimentos como en la elaboración de alcohol, especialmente la cerveza. Sin embargo, al igual que otros cultivos, la cebada enfrenta importantes desafíos debido a la competencia con malezas. Estas plantas competidoras pueden reducir el rendimiento y la calidad del grano, afectando la productividad y rentabilidad del cultivo. En este contexto, los herbicidas desempeñan un papel importante en la gestión de las malezas y en la optimización de la producción de la cebada.

Las malezas afectan la producción de cebada. Tanto al reducir el rendimiento a través de la competencia como al contaminar el grano en la cosecha (Iroulart, 2019). Para controlarlos se utilizan herbicidas aprobados, incluidas auxinas sintéticas como 2,4-D, dicamba, Picloram, clopiralida, Fluroxipir y MCPA.

Aunque existen herbicidas disponibles, las malezas no han sido erradicadas completamente, ya que algunas han desarrollado resistencia o tolerancia a ciertos compuestos. La resistencia a los herbicidas se refiere a la capacidad genética de ciertos bióticos de una especie para sobrevivir y reproducirse incluso cuando se aplica la dosis recomendada de un herbicida a la que, en condiciones normales, la maleza sería susceptible (Iroulart, 2019).

A pesar de los beneficios evidentes que ofrecen los herbicidas, su uso también conlleva varios desafíos. Uno de los problemas más críticos es la aparición de tolerancia a los herbicidas en la población de malezas, lo que puede hacer que estos productos sean ineficaces a largo plazo. Además, el uso indiscriminado de herbicidas puede tener efectos adversos sobre el medio ambiente, como la contaminación del suelo y el agua, y puede afectar biodiversidad. Por lo tanto, es esencial investigar y promover el uso sostenible de herbicidas, implementando prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) que combinen métodos químicos, biológicos y culturales.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la región del Carchi, las plantas no deseadas que crecen en los cultivos se denominan “malas hierbas”. Compiten con especies de cultivos por recursos esenciales como nutrientes, agua y luz, reduciendo significativamente el rendimiento del cultivo que perjudica la productividad, particularmente de gramíneas como la cebada (*Hordeum vulgare*) (Montes, 2024).

El control de malezas en la cebada (*Hordeum vulgare*) es esencial, ya que su presencia perjudica el desarrollo del cultivo y reduce la producción, generando pérdidas económicas para los agricultores (Espinoza N. , 2002).

El uso intensivo de herbicidas ha tenido efectos negativos sobre los agroecosistemas, reduciendo la biodiversidad de los suelos agrícolas, alterando las poblaciones de malezas y promoviendo la rápida evolución de biotipos resistentes (Iroulart, 2019).

Las malezas representan una problemática real en el cultivo de cebada. No solo afectan el rendimiento y la economía del productor, sino que pueden comprometer la salud del ecosistema agrícola si no se manejan correctamente. Las malezas proporcionan un refugio para insectos dañinos y patógenos, particularmente en la cebada (*Hordeum vulgare*). También obstaculizan las prácticas agrícolas, reducen el rendimiento de los cultivos y perjudican la calidad del producto final (Silva, 2020).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El crecimiento descontrolado de malezas y prácticas agrícolas inadecuadas en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*) reducen su rendimiento, generando pérdidas económicas considerables.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Con nuevas alternativas de control de malezas con herbicidas como, metsulfuron-metil, Fluroxipir, Picloram, 2-4 D amina, bentazona-sodio en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*) tendrá un efecto positivo en la productividad ya que las malezas no competirían por los nutrientes, suelo, agua y luz (Montes, 2024).

Realizando un buen manejo de malezas con las alternativas indicadas en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*), afectará positivamente al crecimiento del cultivo y puede aumentar los rendimientos evitando pérdidas económicas (Espinoza N. , 2002)

Con las dosis adecuadas de herbicidas y un manejo racional de plaguicidas se podrá tener resultados eficientes en el control de malezas, disminuyendo las comunidades de estas especies, sin afectar el agroecosistema (Iroulart, 2019).

Aplicando los herbicidas, las malezas no serán hospederos de insectos ni patógenos dañinos especialmente para el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*), de igual manera facilita las labores culturales, aumentando el rendimiento agrícola, mejorando la calidad del producto final (Silva, 2020).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar herbicidas para el control de malezas en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.). "En Huaca Carchi"

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el mejor tratamiento que permita controlar las malezas en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.).
- Identificar las malezas que se desarrollan en el cultivo de cebada.
- Analizar la relación costo/beneficio de los tratamientos a estudiar.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿A que temperatura se recomienda sembrar la cebada?
- ¿Qué herbicida es más recomendable para el control de maleza de hoja ancha en el cultivo de cebada?
- ¿Qué método de siembra es más eficaz para el cultivo de cebada?

II. FUNDAMENTACION TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Rodríguez (2022), este estudio se realizó en el barrio La Merced de Santiago de Chuco, La Libertad, Perú. Su objetivo fue analizar el impacto del herbicida 2,4 D amina sobre el crecimiento del maíz (*Zea mays* L. var. amiláceo). Se evaluaron dos tratamientos: T1 (Aminakling + 2,4 D amina), que logró un crecimiento medio de 13,8 cm, y T2 (Aminasil+ 2,4 D sal de dimetolamina), que logró 14,5 cm de altura. Las raíces tenían 10 cm de largo, mientras que T2 sólo alcanzaba los 9,3 cm. Los resultados indicaron que el 2,4 D amina afectó significativamente el crecimiento de esta variedad de maíz.

Todea (2022), el estudio se realizó en la Universidad Nacional de Luján, específicamente en el laboratorio de Sanidad Vegetal en Argentina. Su objetivo fue determinar si la mezcla en tanque del herbicida metsulfurón-metil con insecticidas generaba fitotoxicidad en trigo (*Triticum aestivum* L.). Las plantas fueron inspeccionadas visualmente durante 15 días para detectar daños, pero no se observaron signos de fitotoxicidad. En cuanto al peso fresco de las raíces, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento con metsulfurón-metil y clorpirifos y el tratamiento control (agua). Por otro lado, no se observó diferencias significativas con los demás tratamientos.

Según Robles (2011), en su investigación en el sitio experimental Río Bravo, dentro del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Forestales y Pecuarias, en México. Su objetivo fue evaluar el control químico de malezas de hoja ancha en sorgo grano. Se demostró que la mezcla de carfentrazona y 2,4 D amina proporcionaba un buen control de malezas, aunque afectó al sorgo y redujo su rendimiento. Dicamba, por otro lado, tuvo un efecto similar al 2,4 D amina en el control de malezas, pero con un impacto menos negativo sobre el sorgo y sin afectar su producción. Además, el uso de herbicidas como bentazona, 2,4 D amina y dicamba proporcionó un control eficaz de las malezas sin efectos negativos significativos en el cultivo. En conclusión,

la aplicación selectiva de estos herbicidas mejoró el rendimiento y la calidad del sorgo.

Cadena (2020), en su investigación realizada en San Pablo, provincia de Los Ríos, en el kilómetro 12 de la carretera Babahoyo-Montalvo, Ecuador. El objetivo fue evaluar el deshierbe químico de campos de arroz (*Oryza sativa* L.) en el sistema de riego y drenaje Babahoyo. La combinación de clomazona, bentiocarb y 2,4 D amina fue efectiva 20 y 40 días después de la aplicación. Además, la mezcla de bispiribac sódico, Picloram y 2,4 D amina logró un control de malezas del 99%, superando a otros tratamientos evaluados. Estos resultados indican que ciertas combinaciones de herbicidas pueden ser muy efectivas para controlar las malezas en los campos de arroz.

Según Kousta (2024), en el laboratorio de Ciencias de las malezas, Departamento de Control de Plaguicidas y Fitofarmacia, Instituto Fitopatológico en la Universidad Agrícola de Atenas, en su investigación "Eficacia y selectividad de herbicidas pre y post emergentes para el control de malezas en leguminosas en grano" La evaluación de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha es esencial para aumentar la eficiencia de los cultivos y reducir la competencia por nutrientes y agua. Investigaciones recientes han evidenciado la efectividad de varios herbicidas selectivos en distintos cultivos. Un ejemplo es el estudio en legumbres como frijol y lupino, donde se evaluaron herbicidas pre y postemergente. Se observó que combinaciones como flumioxazin y metri buzin lograron controlar eficazmente las malezas sin causar daños significativos a los cultivos.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*)

2.2.1.1. Origen del cultivo de cebada

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia Poaceae. Su importancia radica en su uso para la alimentación humana y animal, lo que ha favorecido su cultivo en todo el mundo. En la última década, este cereal se ha convertido en el quinto producto agrícola más cultivado del mundo (Bernardi, 2019).

2.2.1.2. Clasificación taxonómica de la cebada

Es una planta que pertenece a la familia de las Gramíneas o Poáceas, y puede incluir especies tanto anuales como perennes, con altura que no superan los 1,6 metros.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la cebada (*Hordeum vulgare* L.)

Item	Clasificación
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Pooideae
Género:	Hordeum
Especie:	Hordeum vulgare L.,

Fuente: (Pinedo, 2020)

2.2.1.3. Morfología de la cebada

La cebada es una planta de ciclo anual y monocotiledónea que forma parte de la familia de las poáceas y está compuesta por diversas estructuras (figura 1)

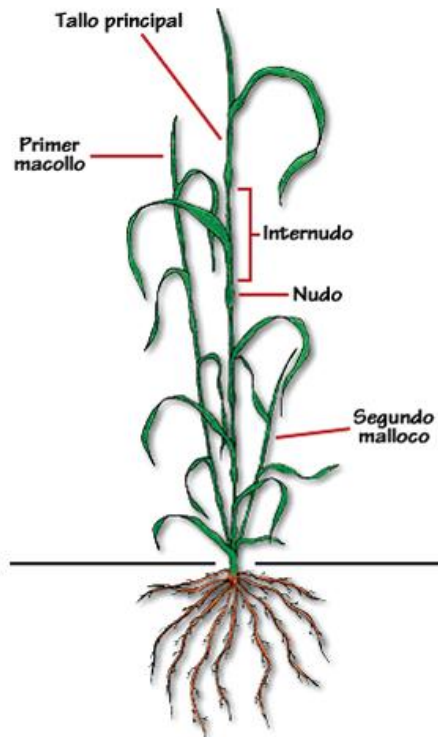


Figura 1. Morfología de la planta de cebada (*Hordeum vulgare*)

Fuente: (Pinedo, 2020)

- Raíces: La raíz de la planta presenta un sistema fasciculado, en el cual es posible distinguir tanto raíces primarias como secundarias. Las raíces primarias se originan

en la radícula, pero esta desaparece en su fase adulta. En esta etapa, desde la base del tallo surgen las raíces secundarias, que se ramifican en múltiples direcciones.

- Tallo: Se caracterizan por un tallo hueco con siete u ocho entrenudos, separados entre sí por nudos con diafragmas.
- Hojas: Están formadas por la vaina basal y la lámina, unidas por la língula y acompañadas de dos estructuras membranosas llamadas aurículas.
- Espiga: Esta es la estructura encargada de la reproducción, en la cual se agrupan los granos. Dependiendo de la disposición de su espiga, la cebada se divide en dos tipos principales: de dos hileras y de seis hileras.
- Grano: Tiene forma cónica, con un centro más ancho que se estrecha hacia los extremos. En las variedades tratadas, la cáscara cumple una función protectora, protegiendo el grano de posibles depredadores (FLOREZ, 2010),

2.2.1.4. Importancia de la cebada

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es el cuarto cereal más cultivado en el mundo, después del trigo, el maíz y el arroz. Ha sido un elemento fundamental de la nutrición humana desde los inicios de la agricultura gracias a su facilidad de cultivo, su rusticidad y su alto valor nutricional. Su grano contiene alrededor de un 10% de proteína y un 65% de carbohidratos. Según la FAO, 100 gramos de cebada aportan aproximadamente 350 kcal, 8,2 g de proteínas, 1 g de grasa, además de calcio, hierro y varios aminoácidos esenciales (Pinedo, 2020).

La avena, el trigo y la cebada se encuentran entre los cereales más importantes a nivel mundial, debido a su importancia en la dieta y su menor precio en comparación con otros alimentos. En Ecuador, se necesita recurrir a importación para satisfacer la demanda de estos cereales ya que la producción nacional es baja, principalmente por la presencia de enfermedades, siendo la roya la más significativa. (Pinchao Guepud, 2023).

2.2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cebada

La cebada se desarrolla mejor en climas templados y ligeramente secos, con una temperatura ideal que oscila entre 13°C y 24°C la temperatura por debajo de -8 °C puede ser perjudicial para la cosecha. Se necesitan precipitación de 400 a 600 mm durante su ciclo de crecimiento, el clima fresco y seco es perfecto. La cebada necesita una cantidad adecuada de agua para crecer y desarrollarse para la

etapa de germinación es de 20-30 mm de agua, para la etapa de crecimiento es de 40-60 mm de agua y para la etapa de maduración es de 20-30 mm de agua y su pH recomendado es de 6-7 (Obando, 2023).

La cebada prefiere suelos de tipo franco (franco-arenosos y francos arcillosos) que posean una profundidad adecuada y un adecuado drenaje. Aunque este cultivo

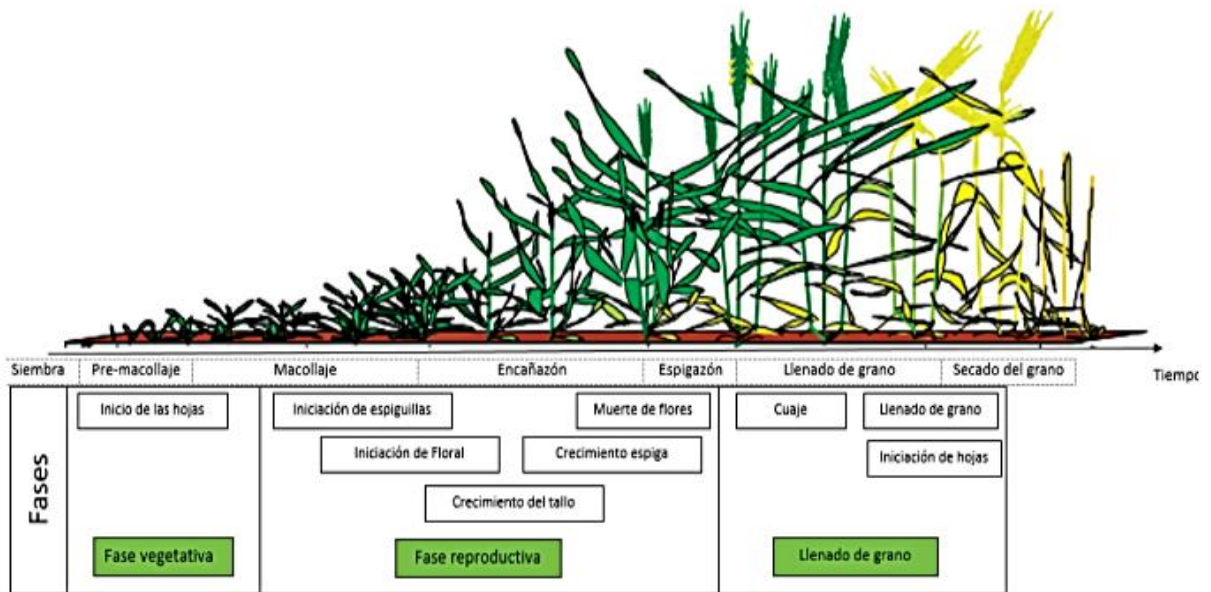


Figura 2. Fenología del cultivo de cebada

Fuente: Pinedo (2020)

es capaz de tolerar suelos con bajos niveles de fertilidad (Vasconez, 2024).

2.2.1.6. Fenología del cultivo de cebada

Para un manejo óptimo del cultivo de cebada es fundamental comprender sus etapas de desarrollo fenológico (figura 1) e identificar las tareas a realizar en cada etapa. Esto facilitara el mantenimiento y cuidado oportuno de los cultivos, contribuyendo así a una producción optima.

- Germinación: su duración es de 1 a 3 semanas, el proceso se inicia con la siembra del grano, el cual absorbe agua y activa procesos bioquímicos fundamentales. Esta fase concluye con la emergencia del coleóptilo, que representa la primera hoja protegida que se manifiesta por encima del nivel del suelo.

- Desarrollo vegetativo: su duración es aproximadamente de 3 a 5 semanas, posterior a la emergencia, la planta inicia el desarrollo de su sistema radicular, y las primeras hojas verdaderas comienzan a emerger. Este periodo resulta ser crucial para el crecimiento activo de la planta, durante el cual se activa el proceso de fotosíntesis y es indispensable asegurar un adecuado suministro de nutrientes y agua.
- Macollamiento: su duración es de 2 a 4 semanas en esta etapa, la cebada desarrolla tallos adicionales, conocidos como macollos, desde las axilas de las hojas más antiguas. La cantidad de macollos es fundamental para establecer el potencial de rendimiento del cultivo, dado que cada macollo puede dar origen a una espiga.
- Espigazón: su duración es de 1 a 2 semanas esta etapa se desarrolla al final de macollamiento, momento en el cual la espiga inicia su formación dentro del tallo y asciende hacia la parte superior.
- Floración: su duración es de pocos días generalmente, este proceso ocurre entre una y dos semanas después de la espigazón. Durante esta fase, se lleva a cabo la polinización y fecundación de las flores, lo cual es fundamental para la formación de los granos.
- Llenado del grano: su duración es de 4 a 5 semanas, la fase de desarrollo comienza después de la floración, momento en el cual los nutrientes se trasladan hacia los granos en desarrollo. Esta etapa abarca las fases de desarrollo lechoso, pastoso y concluye con la madurez fisiológica del grano.
- Maduración: su duración es de 2 a 3 semanas en esta etapa final, el grano experimenta una pérdida de humedad y alcanza su estado óptimo, preparado para ser cosechado. Esta fase es crucial para determinar la calidad del grano (Agricultura, 2025).

2.2.1.7. Nutrición del cultivo de cebada

Al igual que otras plantas, la cebada requiere macronutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y calcio (Ca) provenientes de minerales, además de microelementos que suelen estar presentes en los abonos de corral. Con un nivel adecuado de fertilización, las plantas de cebada pueden crecer y desarrollarse sin mostrar signos de exceso o carencia de nutrientes (Pinedo, 2020).

2.2.1.8. Plagas y Enfermedades de la cebada

Las plagas más frecuentes que afectan a la cebada incluyen los pulgones, el mosquito del cereal y el garrapatillo.

Las ninfas y los adultos de pulgones están presentes en grandes cantidades durante la etapa de crecimiento vegetativo y reproductivo de los cultivos, la plaga puede causar daños graves, por ejemplo, inyectando toxinas y transmitiendo un virus que se llama el enanismo amarillo de la cebada (Gallardo, 2023).

Las enfermedades representan uno de los factores clave que influye en el rendimiento y la calidad de los cultivos agrícolas, que pueden ser provocadas por factores bióticos (como hongos, bacterias y virus) o abióticos (como la sequía, temperaturas extremas o deficiencias nutricionales). En el caso de la cebada, los hongos son el grupo más relevante de patógenos entre los factores bióticos que la perjudican (David, 2024),

En la sierra ecuatoriana las enfermedades más comunes que afectan a la cebada son la roya amarilla, la roya parda y el carbón volador. La roya amarilla, causada por el hongo *Puccinia striiformis*, aparece como líneas amarillas formadas por pústulas del propio hongo y también puede afectar la mazorca. Esta enfermedad suele aparecer entre 70 y 90 días después de la siembra, mermando la calidad y el rendimiento del cultivo.

La roya de la hoja parda, en las hojas afectadas por la roya se pueden observar pequeñas pústulas de color naranjado o pardo, que luego se tornan negras, liberando un polvo del mismo tono (Pinedo, 2020).

2.2.1.9. Variedades del cultivo de cebada en el Ecuador

En Ecuador, han desarrollado diversas variedades de cebada que se adaptan a las condiciones climáticas y agronómicas del país. A continuación, se presenta una descripción de algunas de las principales variedades de cebada cultivadas en Ecuador.

- INIAP Super-Fri: Esta es una variedad mejorada que ofrece un incremento en la producción de entre el 25% y el 35% en comparación con otras variedades tradicionales, es especialmente adecuada para la producción de harinas, debido a su elevado contenido proteico (INIAP, 2022).

- Cañicapa: Se trata de una variedad forrajera empleada principalmente en la elaboración de harinas, su producción alcanza aproximadamente 40 quintales por hectárea esta variedad se cultiva en diversas provincias incluyendo Pichincha, Chimborazo e Imbabura. (Magap, 2015).

2.2.1.10. Variedad Cañicapa

El grano es de color amarillo claro y tiene un alto contenido de proteínas (13,99%). Puede utilizarse como alimento para el ganado durante 60 a 70 días. Su ciclo de secado varía entre 150 y 160 días, dependiendo de la altitud, y ofrece un excelente rendimiento de harina.

Esta variedad de cebada de dos hileras, creada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), es una de las variedades más importantes del Ecuador. Alcanza una altura de 110 a 130 cm y produce unos 30 gramos por espiga (INIAP, 2024).

2.2.2. Manejo técnico del cultivo

2.2.2.1. Tipo de suelo necesario para el cultivo de cebada

La cebada no se desarrollará en terrenos con malas características de drenaje. Los tipos de terreno más adecuados son los franco-arcillosos y los margosos, siempre que cuenten con un drenaje adecuado. Los terrenos arenosos no son idóneos para el cultivo de la cebada, dado que la superficie de estos terrenos no será homogénea. Dado que este cultivo es altamente resistente a la sal y tienen la capacidad de estabilizar terrenos salinos, resulta beneficioso para regular la degradación del suelo (Cherlinka, 2024).

2.2.2.2. Preparación del terreno

La adecuada preparación del suelo es esencial en la agricultura, y los agricultores utilizan diferentes técnicas para ellos. Cuando se trabaja con tractor, el proceso incluye un arado seguido de dos pasadas de rastra, efectuadas al menos dos meses antes de la siembra. Esto permite la descomposición de las malezas y su integración al suelo.

2.2.2.3. Semilla

El fruto de la cebada es un grano seco e indehisciente denominado cariósido. Al secarse, las paredes externas del ovario se adhieren firmemente a las glumillas,

formando lo que se denomina un grano de cebada "normal", "cubierto" o "vestido". Si las glumillas no se adhieren a la pared del ovario en el grano maduro, se desprenden fácilmente durante la trilla, dando lugar al llamado "grano desnudo". Estructuralmente, el grano se compone de tres partes esenciales: los tegumentos, formados por el lema y la polea; el endospermo, que actúa como tejidos de almacenamiento y el embrión, situado en la región dorsal del grano.

2.2.2.4. Siembra

Es un método de preparación del terreno, tanto manual como mecánico, donde se realiza la siembra directamente en el suelo, sin labranza o con una mínima alteración. Los restos de cultivos previos se dejan en la superficie (Jacto, 2023).

2.2.2.5. Épocas de siembra

El cultivo de cebada requiere al menos 6 horas de sol diario para un buen desarrollo de la planta. Su temperatura ideal para su crecimiento es de 13°C, este valor puede variar según la variedad y la región, Los inviernos fríos representan un riesgo, ya que temperaturas por debajo de -8°C pueden ser letales para la planta, por lo que la cosecha debe realizarse antes de la primera helada. El cultivo también es viable en regiones más cálidas, donde la siembra debe realizarse a inicios de la primavera o en otoño.

2.2.2.6. Profundidad de siembra

La siembra no debe realizarse a una profundidad mayor de 6,3 cm, siendo ideal entre 2,5 y 4 cm. Es recomendable sembrar las semillas a una profundidad uniforme en todo el campo para asegurar un crecimiento homogéneo (EOS Data Analytics, 2024).

2.2.2.7. Densidad de siembra

Independientemente del método de siembra empleado, se requieren 135 kg de semilla por hectárea. (Tabla 2). Esta recomendación depende de la calidad de la semilla, ya que una semilla de buena calidad tendrá una tasa de germinación del 90%, si este porcentaje cambia, habrá que ajustar la cantidad de semillas según la tasa de germinación de las semillas compradas, para lo cual se deberá realizar una prueba de germinación.

Tabla 2. Cantidad de semilla requerida para siembra, ya sea manual o mecanizada, según la extensión del terreno.

Superficie	Cantidad
------------	----------

m2	Ha	qq	lb	Kg
10000	1,00	3,00	300,00	135,00
5000	0,50	1,50	150,00	67,50
1000	0,10	0,30	30,00	13,0

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (INIAP) 2021

Primer paso para la cebada alcance su máximo potencial genético es asegurar una correcta implantación del cultivo. La densidad de siembra es una práctica clave cuyo propósito es optimizar la captación de factores como la radiación solar, el agua y los nutrientes desempeñan un papel clave durante todo el ciclo del cultivo, especialmente en la fase crítica donde se determina la cantidad de granos por metro cuadrado, impactando directamente en la biomasa acumulada y el rendimiento final (Silva, 2020).

2.2.2.8. Fertilización

Para determinar una dosis adecuada de fertilización, es importante tener en cuenta la variedad de cebada, su rendimiento potencial, el cultivo previo y el nivel de fertilidad del suelo basado en un análisis de suelo. Las recomendaciones de fertilización se basan en los tres nutrientes principales: Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Pinedo, 2020).

2.2.2.9. Control de malezas

Sin embargo, uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de cebada es el control eficaz de las malas hierbas, que compiten por los nutrientes, el agua y la luz, reduciendo así significativamente los rendimientos.

El control de malezas es fundamental para evitar la competencia con el cultivo y asegurar un buen rendimiento y calidad del grano.

Uno de los principales desafíos para los productores de cebada es el control eficaz de las malezas. Éstos compiten por nutrientes, agua y luz, reduciendo significativamente los rendimientos. Las malas hierbas son plantas no deseadas que crecen junto a los cultivos. La forma más efectiva de controlarlos es preparar adecuadamente el suelo antes de plantar (Iroulart, 2019).

El control de malezas se puede realizar de dos maneras:

- Control manual

Este método es adecuado cuando hay pocas malezas en el terreno y se cuenta con suficiente mano de obra.

- Control químico

Si la cantidad de malezas es alta, especialmente de hoja ancha, se recomienda el uso de un herbicida específico, Metsulfuron-metil, a razón de un gramo por 20 litros de agua, aplicándolo 20 días después de la siembra (Iroulart, 2019).

Para esto es recomendable utilizar reguladores de pH, el término pH proviene del latín pondus hydrogenii y se refiere a la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una sustancia. A mayor concentración de estos iones, mayor es la acidez de la solución. La escala de pH, que va del 0 al 14, permite medir este nivel: los valores cercanos a 0 indican ácidos fuertes, mientras que los valores cercanos a 14 corresponden a bases, que contienen una alta concentración de iones hidroxilo. Por esta razón, el pH del agua potable refleja su grado de acidez y proporciona información importante sobre su calidad y aptitud para el consumo humano (Perez, 2022).

2.2.2.10. Herbicidas Selectivos.

Los herbicidas selectivos están diseñados para eliminar malezas específicas sin dañar a las plantas deseadas, como cultivos o césped. Los herbicidas selectivos para malezas de hoja ancha actúan principalmente sobre plantas dicotiledóneas (hoja ancha), mientras que las monocotiledóneas (como los pastos o césped) no se ven afectadas (AgroSpray, 2022).

Estos herbicidas suelen aplicarse en primavera y otoño, ya que en esas estaciones las malezas están en crecimiento activo, lo que facilita su absorción y, por lo tanto, su efectividad. Es crucial las recomendaciones de uso, como dosis, momento adecuado y técnicas de aplicación, para maximizar su eficacia (AgroSpray, 2022).

- Metsulfuron metil

Tipo de producto: Herbicida sistémico de acción post emergente

Formulación: Gránulos dispersables (WG)

Ingrediente activo: Metsulfuron metil

- Concentración: 600 g/Kg en el producto comercial

- Categoría toxicológica: III (Ligeramente peligroso)
- Cultivos recomendados: Arroz y pastos
- Objetivo: Control de malezas de hoja ancha
- Presentación: Envase de 15g
- Grupo químico: Sulfonilureas
- Clasificación HRAC: Grupo B
- Clasificación WSSA: Grupo 2

Este herbicida es sistémico, post emergente, y esta formulado para el control de malezas de hoja ancha en cultivos como arroz y pastos.

Modo de acción: El herbicida sistémico post- emergente, selectivo para eliminar malezas de hoja ancha en cultivos de arroz, se absorbe tanto por las raíces como por el follaje, y se desplaza hasta los puntos de crecimiento de las plantas. Los efectos visibles aparecen en pocos días, lo que lleva a la muerte de la maleza.

Mecanismo de acción: Actúa inhibiendo la enzima acetolactato sintasa (ALS) en las malezas sensibles, lo que provoca una interrupción inmediata de la división celular y el crecimiento de la planta. La muerte de la maleza se produce entre 2y 3 semanas después de la aplicación.

- Generalidades

Sulfon es un herbicida de acción post- emergente formulado para combatir malezas de hoja ancha en el cultivo de arroz. Una vez aplicado, es absorbido con rapidez tanto por las hojas como por las raíces de las plantas, lo que interrumpe el desarrollo de las malezas sensibles. Su mayor efectividad se logra al aplicarlo sobre malezas jóvenes que presentan entre dos y tres hojas funcionales. Además. Posee una residualidad corta. Entre una y tres semanas después de su uso, las malezas afectadas suelen mostrar signos visibles como pérdida de color o enrojecimiento.

- Sistema de preparación y aplicación

Se recomienda preparar una pre-mezcla utilizando entre 2 o 3 litros de agua para asegurar la disolución total de los gránulos. Agite energéticamente durante 1 a 2 minutos antes de verter la solución en el tanque principal. Para obtener resultados óptimos, aplique el producto sobre suelos húmedos en capacidad de campo, utilizando entre 250 y 300 litros de agua por hectárea en aplicaciones aéreas (ADAMA, 2019).

- Fluroxipir
- Tipo de producto: Herbicida selectivo para uso agrícola
- Formulación: Concentrado emulsionable (EC)
- Ingrediente activo: Fluroxipir Metil
- Concentración: 200 g/L
- Categoría toxicológica: III – Ligeramente peligroso
- Cultivo: Pastizales
- Objetivo: Malezas de hoja ancha en post-emergente
- Presentación: Envase de 1 litro

Grupo químico: Acido piridincarboxilico, clasificación HRAC grupo O, WSSA grupo 4

Modo de acción: Este herbicida selectivo de acción sistémica se aplica en etapa post-emergente y se transporta dentro de la planta a través del floema y la xilema. Está especialmente formulado para el control de malezas perennes de hoja ancha en pastizales, actuando eficazmente tanto en el follaje como en el suelo.

Mecanismo de acción: Funciona como una auxina sintética, interfiriendo en el metabolismo de los ácidos nucleicos y afectando otros procesos como la fotosíntesis y la respiración.

Riesgo de resistencia: Según los informes de Comité de Acción contra la Resistencia a Herbicidas (HRAC), los herbicidas deben evaluarse según su uso en cada zona. El Fluroxipir tiene un riesgo calificado como "medio", ya que se aplica sobre plantas en crecimiento activo. Para reducir este riesgo, es recomendable utilizarlo en combinación con otros herbicidas que posean diferentes mecanismos de acción.

- Generalidades

Tomahawk es un herbicida sistémico de aplicación post-emergente, que se mueve dentro de la planta a través del floema y la xilema. Está especialmente formulado para el control de malezas perennes de hoja ancha en pastizales. Su acción se manifiesta tanto en el suelo como en el follaje. La eficacia del producto es mayor cuando se aplica en las primeras etapas de crecimiento de las malezas. Contiene un ingrediente activo con una potencia fisiológica cien veces superior al 2,4 D. Gracias a su prolongada residualidad, ofrece control duradero, aunque requiere un uso cuidadoso (ADAMA, 2019).

- Picloram

- Tipo de producto: Herbicida sistémico para uso agrícola
- Formulación: Concentrado soluble (SL)
- Ingrediente activo Picloram
- Concentración: 240 g/L de Picloram
- Categoría toxicológica: III (Ligeramente peligroso)
- Cultivo: Pasto
- Objetivo: Malezas de hojas ancha en post-emergente
- Presentación: Encases de 1 L, 4 L y 20 L
- Grupo químico: Ácidos piridincarboxílicos

Modo de acción: Es un herbicida sistémico y selectivo de amplio espectro que penetra en la planta por medio del follaje o a través de cortes recientes en el tallo, desplazándose hasta las raíces. Su ingrediente activo posee una alta capacidad de translocación, lo que permite eliminar completamente la maleza al alcanzar todos sus tejidos.

Mecanismo de acción: El Picloram es absorbido con rapidez por las raíces y se moviliza dentro de la planta, concentrándose en las áreas meristemáticas de los brotes y raíces.

Riesgo de resistencia: Según los últimos informes del comité de acción contra la resistencia a herbicidas, los herbicidas deben evaluarse según su uso de cada zona. El Picloram tiene un riesgo "bajo" de desarrollar resistencia, lo que implica que el tiempo necesario para que aparezca resistencia sería mayor. Sin embargo, se recomienda combinarlo con productos de diferentes mecanismos de acción y limitar su uso a una vez por ciclo cultivo.

- Generalidades

Se trata de un herbicida sistémico y selectivo, formulado especialmente para el control de arbustos y malezas de hoja ancha, incluso aquellas que han desarrollado resistencia a otros herbicidas hormonales en áreas de pastoreo (ADAMA, 2020).

- 2-4 D AMINA
- Tipo de producto: Herbicida selectivo para uso agrícola
- Formulación: Solución Líquida (SL)
- Ingrediente activo: Acido 2,4 D.
- Concentración: 720 g/L de ácido, equivalente a 860 g/l de sal de dimetilamina.
- Categoría toxicológica: II, Moderadamente peligroso

- Cultivos: Arroz, caña de azúcar, maíz y pastos.
- Objetivo: Control de malezas de hoja ancha en postemergencia.
- Presentación: Envases de 1 litro, 1 galón, 5 galones y 200 litros.
- Grupo químico: Acido fenoxi-carboxilico hormonal.

Modo de acción: Este herbicida hormonal de acción sistémica y selectiva está destinado al control de malezas de hoja ancha. Presenta baja toxicidad para las gramíneas y actúa sobre el crecimiento celular de plantas dicotiledóneas y algunas ciperáceas. Se caracteriza por su baja volatilidad, alta solubilidad y su absorción ocurre principalmente a través del follaje, siendo transportado por la xilema y el floema.

Mecanismo de acción: Actúa como disruptor de crecimiento celular hormonal, interfiriendo en el metabolismo del ácido indolacético, un ácido nucleico. Causa encorvamiento en hojas, tallos y peciolo debido al crecimiento desigual de las células, lo que provoca epinastia. La penetración del herbicida ocurre principalmente a través de las hojas vía xilema y floema.

Riesgo de resistencia: Según los últimos informes del comité de acción sobre la Resistencia a Herbicidas, los herbicidas deben evaluarse en función de uso regional. Las aminas de 2,4-D tienen un riesgo "moderado" de generar resistencia, por lo que se recomienda combinarlas con productos de diferente mecanismo de acción y no usarlas más de una vez por ciclo de cultivo.

Generalidades: Este herbicida sistémico y selectivo, con acción hormonal, está diseñado para el control efectivo de malezas de hoja ancha y presenta baja toxicidad para las gramíneas. Actúa interfiriendo en el crecimiento celular de dicotiledóneas y algunas especies de ciperáceas. Los efectos se hacen visibles entre 3 y 5 días después de su aplicación (ADAMA, 2022).

- Bentazona 48%
- Tipo: Herbicida
- Ingrediente activo: Bentazona + MCPA
- Grupo Químico: Benzothiadiazinona + Acido phenoxycarboxilico

Concentración y formulación: Líquidos solubles en agua (SL) que contiene 400 gramos de Bentazone más 60 gramos de MCPA por litro de producto comercial.

El arroz es uno de los cultivos más importantes para la alimentación en Ecuador, por lo que es crucial protegerlo de las malezas mediante el uso de productos de alta calidad.

Basagran es un herbicida sistémico y de contacto post-emergente muy efectivo para controlar malezas de hoja ancha y ciperáceas.

La Bentazona actúa solo sobre las hojas y tejidos verdes por contacto. Su alta selectiva lo hace una herramienta esencial, destacándose frente a otros productos en el mercado (BASF, 2023).

2.2.3. Riego

El riego de la cebada debe gestionarse con cuidado para garantizar que crezca adecuadamente y no cause problemas de riego excesivo, como pudrición de la raíz o propagación de enfermedades. La frecuencia de riego depende del clima, el suelo y las condiciones específicas del cultivo.

Las primeras etapas de crecimiento, la cebada requiere un riego más frecuente para promover el crecimiento de las raíces. Durante esta fase debes regar regularmente para mantener la tierra húmeda pero no empapada. A medida que las plantas maduran, el riego puede ser menos frecuente pero más profundo, asegurando que el agua penetre bien en el suelo y llegue a las raíces profundas.

En términos generales, la cebada debe recibir aproximadamente entre 25 y 35 mm de agua por semana, ya sea mediante riego o lluvia natural. Es importante ajustar el riego según las condiciones climáticas y las necesidades específicas, la planta en diferentes etapas de su ciclo de crecimiento (arnal, 2024).

2.2.2.4. Cosecha

El momento de la cosecha de la cebada está determinado por la humedad del grano y las condiciones climáticas del terreno. Si el contenido de humedad en las semillas es suficiente, puedes comenzar a cosechar la cebada antes de que llueva. La cosecha se considera madurar cuando el contenido de humedad del grano varía entre 12,5 y el 18%. Si la humedad es demasiado baja, la semilla puede perder su capa exterior, mientras que un exceso de humedad requiere condiciones especiales de almacenamiento.

La cosecha generalmente se realiza con una cosechadora y una trilladora. Si se va a utilizar cebada para maltera, hay que manipularla con especial cuidado, ya que las normas son aún más estrictas (Cherlinka, 2024).

2.2.4.1. Almacenamiento del grano

Después de separar la paja, el grano se puede almacenar en un lugar fresco y seco durante 6 a 8 meses. La cosecha congelada será mucho mayor (un año o más). Sin embargo, las condiciones de almacenamiento dependen de la humedad del grano y del uso previsto del cultivo. Por ejemplo, la cebada cosechada para elaborar cerveza con un contenido de humedad de grano del 10,5% o menos se puede almacenar a entre 10 y 20°C durante 18 meses. La vida útil de los granos de malta con un alto contenido de humedad (superior al 12,5%) a temperatura de 20-30 °C es de poco menos de 3 meses (Cherlinka, 2024).

III. METODOLOGIA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Cuantitativo

La investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo, dado que el uso de datos y análisis estadísticos es fundamental para determinar cuál de los tratamientos fue más eficaz. Esto se basa en mediciones numéricas como la altura del cultivo, la longitud de la espiga, el número de grano, el peso de la espiga, el peso del grano, la producción por hectárea, la producción de grano por hectárea y el rendimiento en quintales.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1. Campo

El estudio se llevó a cabo abierto en el Centro Experimental "San Francisco" de la UPEC, situado en el cantón Huaca, provincia del Carchi.

3.1.2.2. Experimental

En esta investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con seis tratamiento y cuatro repeticiones, con el fin de obtener resultados y analizarlos estadísticamente para evaluar las diferencias entre los tratamientos.

3.1.2.3. Bibliografía

Para esta investigación, se han consultado diversas fuentes, como artículos científicos, sitios web y revistas, con el propósito de fortalecer el conocimiento sobre las variables establecidas.

3.2. IDEA A DEFENDER

Hipótesis alternativa (H_a): El uso de herbicidas controla las malezas en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*).

Hipótesis nula (H_0): El uso de herbicidas no controla las malezas en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*).

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente				
Herbicidas	Metsulfuron-metil	Se aplico 0,16 gr en 8L de agua en 100 m ² a los 30 días después de la siembra.	Fumigación al suelo.	Bomba de mochila con boquilla abanico.
	Fluroxipir	Se aplico 15 cc en 8 L de agua en 100 m ² a los 30 días después de la siembra.		
	Picloram	Se aplico 15 cc en 8 L de agua en 100 m ² a los 30 días después de la siembra.		
	2-4 D amina	Se aplico 12,52 cc en 8 L de agua a los 30 días después de la siembra.		
	Bentazona-sodio	Se aplico 15 cc en 8 L de agua a los 30 días después de la siembra.		
Dependiente				
Cultivo de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	Altura del cultivo	La altura de la planta de cebada se registró a los 15,30,45,60,75,90,105 días, desde la base del tallo hasta la punta de la espiga con la ayuda de una cinta métrica.		
	Largo de la espiga	El largo de la espiga se midió a los 150 días, desde su inicio		

	hasta su extremo final, utilizando una regla como instrumento de medición.		
Peso de la espiga	Se cosecho a los 150 días las 10 plantas evaluadas del cultivo, se peso la espiga con la ayuda de una gramera.		
Grano por espiga	Habiendo cosechado a los 150 días las 10 plantas y se desgranaron las espigas y se realizo el conteo de cada uno de ellos.	Observación, medición manual, pesaje, conteo y registro.	Cinta métrica, regla, gramera, calculadora, bascula, libreta de campo y Excel
Peso del grano	Habiendo cosechado a los 150 días las 10 plantas y se desgranaron las espigas, se procedió a realizar el pesaje y se obtuvo el rendimiento en gramos por tratamiento.		
Rendimiento	Realizado el peso del grano por tratamiento a los 150 días, se realizó la conversión de granos por tratamiento a kg ha^{-1} para obtener el rendimiento.		
Incidencia de las malezas	Se realizo el conteo de las malezas en unidades a los 30 días y a los 15 se observó cómo actuaron los herbicidas para cada tratamiento y el resultado se llevó a porcentajes de eficacia del herbicida.		

3.3.1. Variables en estudio

- Altura de la planta

Inicialmente, se marcaron con banderillas de distintos colores las 10 plantas de cada parcela neta para su identificación. Luego a los 15,30,45,60,75,90 y 105 días, se realizó la medición en centímetros (cm) desde el tallo hasta la punta de la espiga utilizando una cinta métrica. Finalmente, los datos obtenidos fueron registrados en una libreta de apuntes.

- Largo de la espiga

A los 150 días se cosecho las 10 plantas evaluadas del cultivo de cebada se procedió a colocar en fundas y se tomó la altura de la espiga manualmente con la ayuda de una regla en centímetros (cm) desde el inicio de la espiga hasta el final de la espiga y se anotó en la libreta de apuntes.

- Peso de la espiga

Se cosecho a los 150 días las 10 plantas evaluadas del cultivo de cebada, se pesó la espiga con ayuda de una gramera en gramos (g) y fue anotó en la libreta de apuntes.

- Granos por espiga

A los 150 días se cosecho las 10 plantas evaluadas del cultivo de cebada se desgrano cada una de las espigas y se realizó el conteo de cada uno de ellos, para determinar cuántos granos tiene cada espiga y se anotó en la libreta de apuntes.

- Peso del grano

Habiendo cosechado a los 150 días las 10 espigas de las plantas ocupadas dentro de la investigación de campo se procedió a realizar el pesaje del grano de todas las espigas, siendo estos datos anotados en la libreta de apuntes.

- Rendimiento

La cosecha realizada a los 150 días habiendo alcanzado el punto de maduración, luego de haberse realizado el peso del grano por tratamiento, se realizó la conversión de granos por tratamiento a kg ha^{-1} para obtener el rendimiento.

- Incidencia de las malezas

A los 30 días de a ver sembrado la cebada (*Hordeum vulgare*), se realizó la identificación de las malezas y se identificó los rastrojos de papa (*Solanum tuberosum*), pacta (*Rumex crispus*) y el rábano silvestre (*Raphanus rapanistrum*) y se aplicó los herbicidas y a los 15 días de haber aplicado, se identificó que porcentaje de plantas invasoras murieron y se volvió hacer el conteo.

3.4. METODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

Esta investigación se realizó en el Centro Experimental "San Francisco" de la UPEC, ubicado en la parte norte del Valle Interandino del Ecuador, específicamente en el sector La Calera, cantón Huaca, provincia del Carchi. El sitio está ubicado a una altitud de 2.834 metros, con coordenadas geográficas de 00°38 '29 " de latitud norte y 77°43'35" de longitud oeste. El clima de la región se caracteriza por temperaturas entre 3°C y 18°C, con una media de 12°C, precipitación media anual de 1.200 mm y una humedad relativa del 80% (Figura 2) (Peña et al., 2019).



Figura 3. Ubicación del experimento
Fuente: Google Earth (2024)

3.4.2. Características del ensayo

Para la instalación del experimento se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). (tabla 4).

Tabla 4. Características del ensayo experimental

Cantidad	Dosis
Número de tratamientos	Seis (6)
Número de repeticiones	Cuatro (4)
Número de unidades experimentales	Veinticuatro (24)
Área total del ensayo	753,75 m ²
Área de la parcela	25 m ²
Distancia entre tratamientos	0,5 m

3.4.3. Población y muestra

- Población

La población del ensayo experimental estuvo compuesta por 24 parcelas experimentales en un área de 753,75 m² (figura 3)

- Muestra

La muestra estuvo representada por 24 parcelas netas de 1 m² (figura 4)

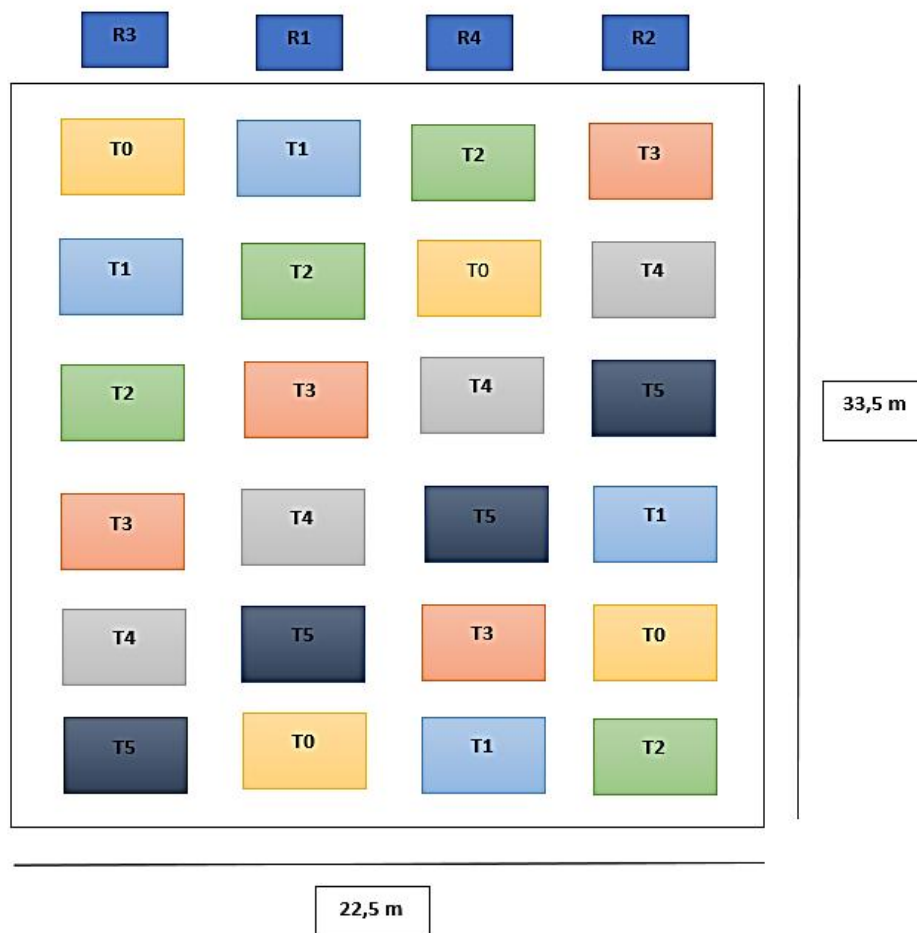


Figura 4. Diagrama del Diseño e Bloques Completamente al Azar (DBCA)

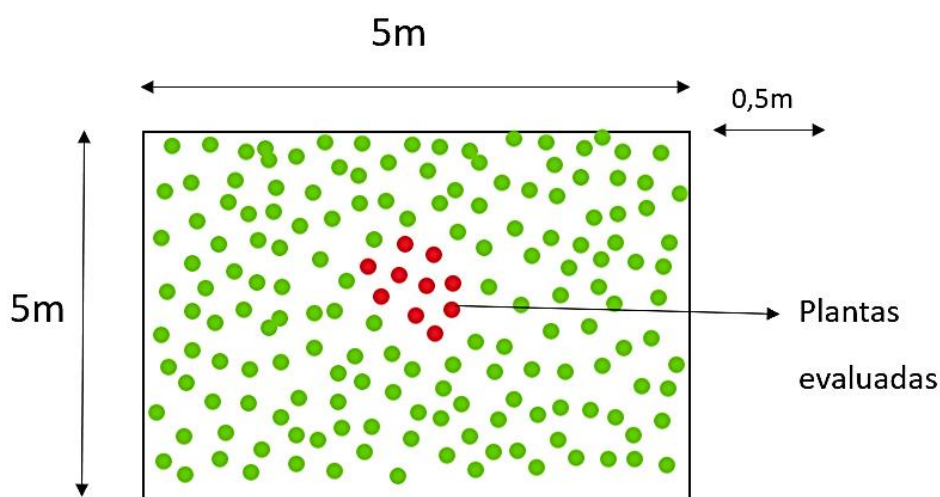


Figura 5. Muestra del ensayo experimental

3.4.4. Tratamientos

Tabla 5. *Tratamientos utilizados en el control de malezas en el cultivo de cebada*

Tratamientos	Codificación	Frecuencia	Descripción
T0	Testigo Absoluto	Sin aplicación	Sin herbicida
T1	Metsulfuron metil		15 gr/ha
T2	Fluroxipir		1,5 lt/ha
T3	Picloram	30 dds	1,5 lt/ha
T4	2-4 D amina		1,25 lt/ha
T5	Bentazona-sodio		1,5 lt/ha

3.4.5. Procedimiento

1) Preparación del terreno

La preparación del terreno se llevó a cabo utilizando un tractor agrícola, el cual se empleó para arar y rastrillar el suelo del área experimental, con el objetivo de descompactar la tierra.

2) Instalación del ensayo

El experimento se llevó a cabo a campo abierto, abarcando un área total de 753,75 m², conformado por 24 unidades experimentales. Estas se delimitaron con piola y estacas, distribuyéndose en parcelas individuales de 25 m² cada una.

3) Desinfección de la semilla

Para la desinfección de la semilla se utilizó un fungicida-insecticida llamado Acronis top, luego se procedió a dejar secar la semilla para proceder a sembrar.

4) Siembra

Para la siembra se realizó el método de a voleo y luego con la ayuda de un rastrillo se tapó las semillas.

5) Germinación

Las primeras plantas germinadas fueron a los 10 días de haber sido sembradas

6) Aplicación de herbicidas

1. Metsulfuron-methyl

Se disolvió 0,16 g del herbicida por 8 L de agua, procediendo a la aplicación foliar por aspersión, cubriendo toda el área experimental del tratamiento.

2. Fluroxipir

Se disolvió 15 cc del herbicida por 8 L de agua, procediendo a la aplicación foliar por aspersión, cubriendo toda el área experimental del tratamiento.

3. Picloram

Se disolvió 15 cc del herbicida por 8 L de agua, procediendo a la aplicación foliar por aspersión, cubriendo toda el área experimental del tratamiento.

4. 2-4 D amina

Se disolvió 12,52 cc del herbicida por 8 L de agua, procediendo a la aplicación foliar por aspersión, cubriendo toda el área experimental del tratamiento.

4. Bentazona-sodio

Se disolvió 15 cc del herbicida por cada 8 L de agua, procediendo a la aplicación foliar por aspersión, cubriendo toda el área experimental del tratamiento.

5) Fumigación

Para la fumigación se utilizó fungicidas e insecticidas para combatir las enfermedades e insectos, methomyl, dinastía, tilt, topsin y regulador de agua.

6) Toma de datos

La última toma de datos se realizó 105 días para saber a qué altura llegó la planta y comprobar cual tratamiento no le afectó en la altura del cultivo.

7) Cosecha

Se cosecharon las espigas de cada tratamiento, luego se procedió a separar y pesar los granos, estos valores fueron relacionados al valor estimado por cada hectárea de cosecha, después fueron contabilizados los sacos de producción obtenida en total por cada uno de los tratamientos.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Cada unidad experimental está constituida por 100g de semilla, sembrado por método al voleo de las cuales se evaluó a 10 plantas de la parte central tomando en cuenta el efecto de borde (Figura 11).

- Número de plantas evaluadas: 10
- Área de la unidad experimental: 25 m²

Para el análisis estadístico de los datos recolectados de cada una de las variables se utilizó el programa estadístico R versión 3.4.1 - 2024 (Tabla 6).

- Esquema de análisis estadístico

Tabla 6. Representación del análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	5
Error Experimental	17
Total	23

Al encontrarse diferencial estadísticas significativas >0.05 en tratamientos se utilizó las pruebas de significancia de Tukey al 5%

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Pruebas de Normalidad

Al aplicar las pruebas de Normalidad (Shapiro-Wilk) y de Homogeneidad de varianzas (Bartlett) para todas las variables relacionadas con los tratamientos para el control de malezas en el cultivo de cebada, se observa que las variables siguen una distribución normal. (tabla 7).

Tabla 7. Pruebas de Shapiro-Wilk y Bartlett en la aplicación de tratamientos para el control de malezas en el cultivo de cebada.

Variable	Shapiro	Bartlett
Altura de Planta	0,9252	0,6989
Largo de Espiga	0,9716	0,4273
Peso de Espiga	0,2153	0,07431
Grano de Espiga	0,3731	0,1758
Peso del Grano/ha	0,08648	0,317
Producción/UE		
P. Hectárea	0,801	0,1225
	0,9547	0,8726
Peso por Quintales/ha	0,9562	0,7192

4.1.2. Altura de la planta

Se puede observar que el análisis de varianza corresponde a la variable altura de planta en (cm) de los 15 hasta los 60 (dds), no presentan diferencia significativa, sin embargo a los 75 y 105 (dds) presenta diferencia significativa y a los 90 (dds) presenta alta diferencia significativa, además presentan un CV de 3,87% respectivamente, lo que permite establecer que la investigación es aceptable, (tabla 8).

Tabla 8. ANOVA para la variable altura de planta (cm) de los 15 hasta los 105 (dds).

		15	30	45	60	75	90	105
F. V	G.L.	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Rep/Bloq	3	0,274	0,444	0,106	0,00745**	0,0139*	0,193938	0,7948
Trat	5	0,224*	0,989*	0,102*	0,00686*	0,0144**	0,000612***	0,0497**
Error	17							
Total	25							
Media		9,450	23,14	39,78	66,71	81,10	132,7	144,0
C.V. (%)		9,32	6,05	11,26	10,74	7,05	4,53	3,87

Nota. GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; P-valor= Grado de significancia; *= No Significativo; **= Significativo ***= Altamente significativo

Podemos observar que en la tabla 9, la prueba de Duncan, para la altura de planta en (cm), los tratamientos T4 (2-4 D amina) T0 (Testigo) T2 (Fluroxipir) T5 (Bentazona-sodio) T1 (Metsulfuron-metil) no presentan diferencia significativa y difiere del tratamiento T3 (Picloram), siendo el mejor tratamiento el T4 (2-4 D amina) con una media de 146,97 cm.

Tabla 9. Prueba de Duncan para la altura de planta en (cm) a los 105 (dds)

Tra	Alt. Planta	Grupo
T4(2-4 D amina)	146,97	a
T0(Testigo)	146,80	a
T2(Fluroxipir)	146,55	a
T5(Bentazona-sodio)	145,50	a
T1 (Metsulfuron-metil)	143,20	a
T3(Picloram)	134,85	b

En el cultivo de cebada se observa un crecimiento más vigoroso y saludable cuando se controla las malezas de hoja ancha, con herbicidas selectivos, reflejado en un aumento significativo de su altura. Esto coincide con el estudio de Cajamarca & Montenegro (2015), que reporta que el herbicida 2,4 D amina actúa de manera eficaz contra las malezas de hoja ancha debido a su efecto hormonal y sistémico, lo cual beneficia el desarrollo de los cultivos de trigo, avena y cebada, logrando que las plantas alcancen mayor altura a los 90 días. El control de malezas es fundamental porque compiten por los mismos recursos que las plantas cultivadas, como agua, luz y nutrientes.

Al eliminar las malezas de hoja ancha mediante herbicidas selectivos, que no afectan al cultivo, permite que las plantas aprovechen mejor los recursos. Este aumento en altura también se ha observado en estudios como el del INIAP (2021), que reporta que, con herbicidas, las plantas de cebada pueden alcanzar entre 70 y 130 cm de altura. Vidal et al (2020). Afirma que, a concentraciones elevadas, el picloram interrumpe la fotosíntesis de las gramíneas, sino que también tiene un impacto negativo en su rendimiento.

4.1.3. Largo de la espiga

En la tabla 10 podemos observar que, al realizar el análisis de varianza para la variable largo de la espiga en cm, se puede observar alta diferencia significativa entre tratamientos, además presentan un coeficiente de variación de 2,74%, lo que permite establecer que la investigación es aceptable y los productos son favorables para esta variable como se indica en la tabla 10.

Tabla 10. ANOVA para la variable largo de la espiga en (cm) a los 150 (dds)

F d V	GL	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloq/Rep	3	10,000	0,0000	0,00	0,986
Trat	5	57,411	1,4823	24,14	3.64e-07 ***
Error	17	171,044	0,0614		
Total	25				
Media	9.029				
CV	2,74%				

Nota: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; Sum Sq= Suma de cuadrados; Mean Sq= Cuadrado medio; P-valor= Grado de significancia; *= No significancia; **= Significativo; ***= Altamente significativo

Se observa que en la tabla 11, la prueba de Tukey al 5% para el largo de la espiga en cm, los tratamientos T5 (Bentazona-sodio) T4 (2-4 D amina) T1 (Metsulfuron metil) y T2 (Fluroxipir) no presentan diferencia significativa como también los tratamientos T1 (Metsulfuron metil) T2 (Fluroxipir) y T3 (Picloram) no presentan diferencia significativa sin embargo el Tratamiento T5 (Bentazona-sodio) que es el mejor con una media de 9,48 cm de espiga, difiere de los tratamientos T3 (Picloram) y T0 (Testigo)

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para el largo de la espiga en (cm) a los 150 (dds)

Trat	Alt.Espiga (cm)	Grupo
T5 (Bentazona-sodio)	9.49	a
T4 (2-4 D amina)	9.44	a
T1 (Metsulfuron-metil)	9.29	ab
T2 (Fluroxipir)	9.25	ab
T3 (Picloram)	8.83	b
T0 (Testigo)	7.88	c

El estudio realizado por Paucar (1999) en la Estación Experimental Sta. Catalina – INIAP muestra que el manejo de malezas, tanto químico como mecánico, en cultivos como la papa, haba y cebada, influye positivamente en el desarrollo de la espiga de cebada, especialmente cuando se usan herbicidas selectivos. Según Paucar (2006), este tratamiento no solo incrementa la altura de la espiga, sino que también mejora el crecimiento y desarrollo reproductivo de la planta.

4.1.4. Grano por espiga

En la tabla 12 se puede observar que, al realizar el análisis de varianza para la variable número de granos por espiga se puede observar alta diferencia significativa entre tratamientos, además presenta un coeficiente de variación de 3,46%, lo que permite establecer que la investigación es aceptable y el tratamiento

de estudio contribuye sobre esta variable según la estadística de ANOVA como se puede identificar en la tabla 12.

Tabla 12. ANOVA para la variable número de granos por espiga (u) a los 150 (dds)

F d V	GL	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloq/Rep	3	0,38	0,380	0,545	0,47
Trat	5	42,69	8,537	12,238	3.85e-05 ***
Error	17	11,86	0,698		
Total	25				
Media	24.07				
CV	3,46%				

Nota. GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; sum Sq= Suma de cuadrados; Mean Sq= Cuadrado medio; P-valor= Grado de significación: *= No significancia; **= Significativo; ***= Altamente significativo

Podemos observar que en la tabla 13, la prueba de Tukey al 5% para número de grano por espiga, los tratamientos T2 (Fluroxipir) T5 (Bentazona-sodio) T4 (2-4 D amina) T1 (Metsulfuron-metil) no presentan diferencia significativa como también los tratamientos T5 (Bentazona sodio) T4(2-4 D amina) T1 (Metsulfuron-metil) y T3 (Picloram) no presentan diferencia significativa siendo el mejor tratamiento T2 (Fluroxipir) con una media de 25.62 granos por espiga, difiriendo del tratamiento T3 (Picloram) y T0 (Testigo).

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para número de granos por espiga(u) a los 150 (dds)

Trat	Grano. Espiga (u)	Grupo
T2(Fluroxipir)	25.62	a
T5(Bentazona-sodio)	25.15	ab
T4(2-4 D amina)	24.60	ab
T1 (Metsulfuron-metil)	24.07	ab
T3(Picloram)	23.45	b
T0(Testigo)	21.55	c

El estudio de Paucar (1999) en la Estación Experimental Sta. Catalina – INIAP muestra cómo el manejo químico y mecánico de malezas en cultivos como la papa, el haba y la cebada, específicamente mediante el uso de herbicidas selectivos, influye de manera significativa en el número de granos por espiga. Sus hallazgos destacan que, al aplicar estos herbicidas, el número de granos por espiga supera los 25. El INIAP (2021) también reporta que, en seis variedades de cebada evaluadas, este número puede variar entre 25 y 60 granos por espiga.

4.1.5. Peso de la espiga

En la tabla 14 se evidencia que el análisis de varianza para la variable peso de la espiga en gramos muestra una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Además, se registra un coeficiente de variación del 8,9%, lo que inicia

que la investigación es válida y confiable, por tal motivo, en la siguiente imagen se puede identificar los resultados de esta variable.

Tabla 14. ANOVA para la variable peso de la espiga en gramos(g) a los 150 (dds)

F d V	GL	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloq/Trat	3	0,0041	0,00412	0,149	0,70454
Trat	5	1,3447	0,26894	9,712	0.00016 ***
Error	17	0,4707	0,02769		
Total	25				
Media	2,056				
CV	8,09%				

Nota. GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; sum Sq= Suma de cuadrados; Mean Sq= Cuadrado medio; P-valor= Grado de significancia; *= No significancia; **= Significativo; ***= Altamente significativo

Podemos observar que en la tabla 15, la prueba de Tukey al 5% para el peso de la espiga, los tratamientos T5 (Bentazona-sodio) T4 (2-4 D amina) T1 (Metsulfuron-metil) T2 (Fluroxipir) T3 (Picloram) no presentan diferencia significativa y difiere del tratamiento T0 (Testigo), siendo el mejor tratamiento el T5 (Bentazona-sodio) con una media de 2.23 gramos.

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para el peso de espiga (g)

Trat	Peso. Espiga (g)	Grupo
T5(Bentazona-sodio)	2.23	a
T4(2-4 D amina)	2.21	a
T1(Metsulfuron-metil)	2.18	a
T2(Fluroxipir)	2.14	a
T3(Picloram)	2.03	a
T0(Testigo)	1.55	b

La investigación de Paucar (1999) sobre el "Efecto del manejo químico y mecánico de malezas en cultivos como papa (*Solanum tuberosum*), haba (*Vicia faba*) y cebada (*Hordeum vulgare*)" destaca que el uso de herbicidas selectivos puede tener un impacto positivo en el peso de la espiga, alcanzando valores superiores a 2 gramos.

4.1.6. Peso de grano

En la tabla 16 al realizar el análisis de varianza para la variable peso del grano se puede observar alta diferencia significativa entre tratamientos, además presenta un coeficiente de variación de 5,70%, lo que permite establecer que la investigación es aceptable.

Tabla 16. ANOVA para la variable peso de grano en gramos (g) a los 150 (dds)

F d V	GL	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloq/Trat	3	0,0075	0,00753	0,71	0,411
Trat	5	1,5263	0,30527	28,78	9.96e-08 ***
Error	17	0,1803	0,01061		
Total	25				

Media	1,803
CV	5,70%

Se observó que en la tabla 17, la prueba de Tukey al 5% para el peso del grano en gramos (g), los tratamientos T5 (Bentazona-sodio) T4 (2-4 D amina) T1 (Metsulfuron-metil) y T2 (Fluroxipir) no presentan diferencia significativa, como también los tratamientos T4 (2-4 D amina) T1 (Metsulfuron-metil) T2 (Fluroxipir) y T3 (Picloram) no presentan diferencia significativa, sin embargo el mejor tratamiento es el T5 (Bentazona-sodio) con una media de 2.07 gramos difiriendo de los tratamientos T3 (Picloram) y T0 (Testigo)

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para peso del grano en gramos (g) a los 150 (dds)

Tratamiento	Peso del grano (g)	Grupo
T5 (Bentazona-sodio)	2.07	a
T4 (2-4 D amina)	1.98	ab
T1 (Metsulfuron-metil)	1.87	ab
T2 (Fluroxipir)	1.86	ab
T3 (Picloram)	1.76	b
T0 (Testigo)	1.28	c

Cajamarca & Montenegro (2015), en su tesis acerca del cultivo de la cebada exponen que el uso de herbicidas selectivos no solo permite aumentar la cantidad de granos, sino que también mejora su calidad, como lo indica un mayor peso. Un grano más pesado es señal de que la planta ha crecido en condiciones óptimas, recibiendo los nutrientes y el espacio necesarios. Esto es fundamental para los agricultores, quienes no solo buscan producir más, sino también ofrecer un producto de mayor calidad. Esto les permite diferenciarse en el mercado y obtener precios más competitivos.

4.1.7. Rendimiento (kg ha^{-1})

En la tabla 18 se observa que al realizar el análisis de varianza para la variable rendimiento kilogramos por hectárea, se puede observar alta diferencia significativa entre tratamientos, además presenta un coeficiente de variación de 6,51%, lo que permite establecer que la investigación es aceptable.

Tabla 18. ANOVA para la variable rendimiento (kg ha^{-1}) a los 150 (dds)

F d V	GL	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloq/Rep	3	112	112	2,97	0,103
Tratamiento	5	16817	3363	89,46	1.35e-11 ***
Error	17	639	38		
Total	25				
Media	4402				
CV	6,51%				

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; sum Sq= Suma de cuadrados; Mean Sq= Cuadrado medio; P-valor= Grado de significancia; *= No significancia; **= Significativo; ***= Altamente Significativo

Podemos observar que en la tabla 19, la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento kilogramos por hectárea, los tratamientos presentan diferencia significativa siendo el mejor tratamiento el T5 (Bentazona-sodio) con una media de 5,805 kg/ha⁻¹ difiriendo de los demás.

Tabla 19. Prueba de Tukey 5% en rendimiento en kg/ha-1 a los 150 (dds)

Tratamiento	Prod. Kg/ha ⁻¹	Grupo
T5(Bentazona-sodio)	5805	a
T4(2-4 D amina)	4725	b
T1 (Metsulfuron-metil)	4860	b
T2(Fluroxipir)	4725	b
T3(Picloram)	3645	c
T0(Testigo)	2655	d

En un estudio realizado por Paucar (1999) en la Estación Experimental Sta. Catalina, se encontró que el uso de herbicidas selectivos tiene un impacto positivo en el rendimiento del cultivo de cebada, alcanzando hasta 5,284 kg/ha. Según el INIAP (1995), con la variedad Calicuchima, los rendimientos pueden llegar a alrededor de 5,100 kg/ha. Además, el INIAP (2021) indica en su boletín sobre el manejo integrado del cultivo de trigo y cebada que los rendimientos óptimos para seis variedades de cebada oscilan entre 1.5 y 5 t/ha.

4.1.8. Malezas

Se realizó el conteo de las principales malezas del cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*) a los 30 días en cada uno de los tratamientos, (rábano, papa, pacta) y a los 14 días la muerte de las malezas, dándonos como resultado la siguiente tabla de información. (Tabla 20)

Al realizar el análisis de la presencia y mortalidad de las malezas como rábano, papa y pacta, en el estudio del uso de herbicidas en el cultivo de cebada, podemos observar que en la (tabla 20) que para el testigo sin aplicación de herbicidas se determinó que no hubo porcentaje de mortalidad.

Tabla 20. Presencia de malezas y porcentaje de mortalidad de las principales malezas identificadas en el cultivo de Cebada (*Hordeum vulgare*) (%).

Tratamiento	Presencia malezas (U)			Mortalidad malezas (U)		
	Rábano (Raphanus raphanistrum)	Papa (Solanum tuberosum)	Pacta (Rumex obtusifolius)	Rábano (Raphanus raphanistrum)	Papa (Solanum tuberosum)	Pacta (Rumex obtusifolius)
T0	3	0	1	0	0	0

T1	3	2	0	3	2	0
T2	2	2	0	1	1	0
T3	3	2	1	1	1	0
T4	4	3	0	3	2	0
T5	4	3	1	3	3	0

Eficacia del herbicida (%)						
Tratamiento	Rábano (Raphanus raphanistrum)	Papa (Solanum tuberosum)	Pacta (Rumex obtusifolius)			
T0	0%	0%	0%			
T1	75%	50%	0%			
T2	25%	25%	0%			
T3	25%	25%	0%			
T4	75%	50%	0%			
T5	75%	75%	0%			

Nota. T0= Testigo; T1= Metsulfuron-metil; T2= Fluroxipir; T3= Picloram; T4= 2-4 D amina; T5= Bentazona-sodio.

Al realizar un análisis considerando las malezas presentes en el ensayo experimental se puede establecer que para la maleza Rábano (*Raphanus rapanistrum*) el aplicar los tratamientos, T1 (Metsulfuron-metil) T4 (2-4 D amina) y T5 (Bentazona sodio) presentaron una mortalidad del 75%. Para la maleza Papa (*Solanum tuberosum*) el tratamiento 5 (Bentazona-sodio) fue el que mejor se comportó con un 75% de mortalidad, mientras que para Pacta (*Rumex obtusifolius*) no hubo mortalidad.

De acuerdo con Cárdenas (1982), la presencia de órganos vegetativos como tallos aéreos, subterráneos y raíces en algunas plantas permite que estas rebrotan de manera más agresiva. Esto acelera su emergencia, ya que los órganos de reproducción vegetativa quedan en el suelo, lo que facilita su regeneración. Estos hallazgos coinciden con lo que se ha observado en estudios científicos recientes.

Por otro lado, Díaz S. (2017), identifica al *Raphanus* sp. (rábano silvestre) como una de las malezas más perjudiciales en cultivos de gramíneas. Su presencia puede reducir el rendimiento del cultivo hasta en un 50% debido a la competencia por espacio, nutrientes y agua. Además, su capacidad para emerger rápidamente y liberar compuestos alelopáticos (sustancias químicas que inhiben el crecimiento de otras plantas) agrava la situación, disminuyendo la efectividad de los herbicidas en cultivos de cebada.

4.1.9. Relación Beneficio-Costo

Tabla 21. Beneficio-costo de los tratamientos

T	Costo de producción (ha ⁻¹) en USD	Producción (kg/ha ⁻¹)	Venta Kg en 20 USD	Venta total en USD	Utilidad neta USD	C/B USD
0	480,90	2655	0,45	1.194,75	713,85	1,48
1	485,90	4860	0,45	2.187	1.701,10	3,50
2	539,96	4725	0,45	2.126,25	1.586,29	2,93

3	516,60	3645	0,45	1.640,25	1.123,65	2,17
4	485,90	4725	0,45	2.126,25	1.640,35	3,37
5	510,60	5805	0,45	2.612,25	2.101,65	4,11

Leyenda: T0= Testigo; T1= Metsulfuron-metil; T2= Fluroxipir; T3= Picloram; T4= 2-4 D amina; T5= Bentazona-sodio

Al realizar la relación Beneficio Costo, podemos observar que los tratamientos que mejor relación presentaron fueron el T5 con 4,11; T1 con 3,50 y T4 con 3,37, lo que permite establecer que por cada dólar invertido el tratamiento 5 permite recuperar 4,11 dólares, es decir es un tratamiento rentable.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Con la presente investigación sobre la aplicación de herbicidas en el cultivo de cebada se puede determinar que el mejor tratamiento fue el T5 (15 cc de Bentazona-Sodio) en 8 L de agua en 100 m², ya que controló el 75 % de las malezas del cultivo de cebada.
- Entre las malezas que se encontraron en el cultivo de cebada fueron, el rábano (*Raphanus raphanistrum*), la papa (*Solanum tuberosum*), la pacca (*Rumex obtusifolius*), y estas malezas fueron controladas en un 75%.
- Al realizar el análisis de la relación Costo Beneficio, se puede concluir que todos los tratamientos son rentables, siendo el mejor tratamiento el T5 (Bentazona-sodio) lo que permite establecer que por cada dólar invertido hay un beneficio de 4,11 dólares.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se les recomienda a los Productores de cebada (*Hordeum vulgare*) Agricultores utilizar el herbicida (Bentazona-sodio) ya que controla con mayor eficacia las malezas de hoja ancha.
- Se recomienda utilizar el T5 (Bentazona-sodio) ya que es el más rentable en el cultivo de cebada con 4,11 dólares por cada dólar invertido.
- Se recomienda seguir investigando este herbicida (Bentazona-sodio) en otras gramíneas ya que es muy eficaz.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agricultura (08 de enero de 2024). *Etapas fenológicas del cultivo de la cebada*. Agricultura. <https://blogagricultura.com/etapas-fenologicas-cebada/>
- Agrospray (01 de septiembre de 2022). *Los mejores tipos de herbicidas para el control de malezas*. Agrospray. <https://agrospray.com.ar/blog/herbicidas-para-el-control-de-malezas/#:~:text=Los%20herbicidas%20selectivos%20son%20aquellos,meses%20de%20primavera%20y%20oto%C3%B1o.>
- Arnal (22 de abril de 2024). *Guía completa para el cultivo de cebada*. Larrosa. <https://www.larrosa-arnal.com/blog/guía-completa-para-el-cultivo-de-cebada/>
- Basf. (s.f.). *Herbicida selectivo post emergente para su cultivo de arroz*. BASF Ecuador. <https://agriculture.basf.com/ec/es/proteccion-de-cultivo-y-semillas/productos-para-proteccion-de-cultivos/herbicida-basagranPerfil>
- Bernardi, L. (2019). *Perfil de la cebada*. Ministerio de agricultura://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/informes/perfil-de-cebada-2019.pdf
- Cajamarca, B. G., & Montenegro, S. I. (2015). *Selección de una línea promisorio de cebada (hordeum vulgare L.) bio – fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos, en áreas vulnerables de la Sierra sur ecuatoriana*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca], Cuenca-Ecuador. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23473/1/TESIS%20CEBADA.pdf>
- Cárdenas, J. (1982). *Factores que influyen en el control químico de malezas*. INIAP. Quito: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Tesis de pregrado, Quito-Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4643>
- Cherlinka, V. (22 de mayo de 2024). *Cultivo De Cebada: Cuidados Para Aumentar El Rendimiento*. EOS DATA ANALYTICS. <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-cebada/#:~:text=Control%20De%20Plagas%20Y%20Enfermedades,las%20hojas%20de%20las%20plantas.>
- Diario El Telégrafo (2016). *El cultivo de cebada cambia el paisaje en diez provincias*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/septimo/1/el-cultivo-de-cebada-cambia-el-paisaje-en-diez-provincias>
- Díaz, J. (2017). *Malherbología – Maleza principal, muy frecuente en todo tipo de cultivos*. INIA. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/fcfd10ab-2eef-40bf-bdc2-377ad08eb777/content>
- Enrique, O. (2021). *Efecto de herbicidas gramínicos inhibidores de ACCasa en mezcla con herbicidas hormonales en el control de sorgo de Alepo (Sorghum*

- halepense). [Tesis de pregrado, Universidad de Buenos Aires]. Buenos Aires-Argentina.
<http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/especializacion/2021ossoenrique.pdf>
- EOS, (2024). *Cultivo De Cebada: Cuidados Para Aumentar El Rendimiento*. EOS.
<https://eos.com/es/blog/cultivo-de-cebada/#:~:text=La%20siembra%20de%20la%20cebada%20de%20invierno%20es%20t%C3%ADpica%20de,que%20las%20variedades%20de%20invierno.>
- Espiniza, N. (2022). *Avances en control de malezas en trigo*. Centro Regional de Investigación Carillanca.
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/730e447f-e05a-47b6-9dd9-7a8e42c5edb4/content>
- Estrada, E., Lara, B, Lencina, A, & Monterroso, L. (2024). Detección y cuantificación de enfermedades fúngicas en cebada empleando sensores remotos. *Revistas UNC*. 4(3), 67-72.
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/article/view/45188/45169>
- Florez, W. M. (2010). *Cultivo de la ceada y su impacto en la agricultura*. [Tesis de pregrado, Universdad Politecnica Salesina], Quito-Ecuador.
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/923/1/SUÁREZ%20FLORES%20WALTER%20Y%20VILLAVICENCIO%20CAMACHO%20FRANCISCO.pdf>
- Gabela, F. (1977). *Control de malezas en trigo, cebada y avena*. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Control de Malezas, 1977. Quito: Quito, EC: INIAP, <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/195>
- Gallardo, A. (14 de agosto de 2023). *Biodiversidad funcional de plagas en la cebada*. CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/biodiversidad-funcional-plagas-y-cebada/>
- García, E. (1980). *Control químico de malezas en el cultivo de la cebada (Hordeum vulgare L.)*. AGROSAVIA.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/33032>
- García, M. F. (2023). Evaluación de fungicidas para el control de enfermedades foliares en el cultivo de cebada. *Revista ResearchGate*. 39(1), 36-42.
https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Gonzalez-Gonzalez-4/publication/373196776_Evaluacion_de_fungicidas_para_el_control_de_enfermedades_foliares_en_el_cultivo_de_cebada_Fungicides_evaluation_to_control_foliar_diseases_in_barley/links/64df7eff14f8d1
- Garofalo, J. (2012). *Extracción de nutrientes por el cultivo de cebada*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Quito-Ecuador.
<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/89560fe5-06a2-40dd-9d3c-4cfd82082366/content>

- INIAP (2023). *Hectareas de cebada variedad metcalfe*. INIAPN. <https://www.agricultura.gob.ec/1-464-hectareas-de-cebada-variedad-metcalfe-y-canicapa-seran-sembradas-en-la-zona-3/>
- INIAP. (2021). *Manejo de pasturas;avena sativa;conservación de forrajes;avena*. Gualaceo: Gualaceo, EC: INIAP, Estación Experimental del Austro, Transferencia de Tecnología, 2021. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5978>
- INIAP. (27 de 07 de 2022). *Nuevas variedades de papa y cebada para aumentar la producción*. INIAP: <https://www.agricultura.gob.ec/nuevas-variedades-de-papa-y-cebada-para-aumentar-la-produccion/>
- Iroulart, G. (2019). *Evaluación de estrategias de control de Bromus catharticus en el cultivo de cebada*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Plata]. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/90815/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jacto (12 de diciembre de 2023). *Preparación del suelo: paso a paso para la siembra*. JACTO. <https://bloglatam.jacto.com/preparacion-terreno/>
- Kousta, A., Katsis, C., Tsekoura, A. y Chachalis, D. (2024). Efectividad y selectividad de herbicidas preemergentes y postemergentes para el control de malezas en leguminosas de grano. *Plants*, 13 (2), 211. <https://doi.org/10.3390/plants13020211>
- Lbujá, M. (2018), *Evaluación de cinco herbicidas de acción sistémica en el control de malezas de la unidad productiva de duraznero en la granja "La Pradera" Chaltura- Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte], Ibarra-Ecuador. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/213/2/03%20AGP%2065%20TESIS%20FINAL.pdf>
- Montes, C. (2024). *Situación actual en el área de influencia de la EEA Anguil del INTA. Malezas bajo la lupa*. Malezas bajo la lupa: <https://asacim.org.ar/wp-content/uploads/2024/09/Malezas11-MONTES-ETAL-jul24.pdf>
- Paucar, B. (1999). *Efecto del manejo químico y mecánico de malezas en papa (Solanum tuberosum), Haba (Vicia faba), cebada (Hordeum vulgare); y respuesta de la arveja (Pisum sativum) a la labranza mínima*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo], Riobamba-Ecuador.. <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/719>
- Paucar, B. (2006). *Efecto del manejo químico y mecánico de malezas en papa y respuesta de la arveja a la labranza reducida*. Il Congreso Ecuatoriano de la Papa, Ambato. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4366>

- Pinchao, O. (2023). *Evaluación de líneas diferenciales para roya (Puccinia spp.) en el cultivo de avena, trigo y cebada, en la granja experimental La Pradera – Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Ibarra-Ecuador. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15116/2/03%20AGP%20390%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Pinedo, R. I. (2020). *Universidad Nacional Agraria*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria. https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Cultivo_Cebada.pdf
- Rizobarcter (01 de mayo de 2024). *Tecnologías de Aplicación para el Manejo de Plagas y Enfermedades*. Rizobarcter. <https://www.rizobarcter.com.py/es/noticia/tecnologias-de-aplicacion-para-el-manejo-de-plagas-y-enfermedades#:~:text=Las%20tecnolog%C3%ADas%20de%20aplicaci%C3%B3n%20se,frutas%2C%20flores%20y%20otros%20cultivos.>
- Román H, & Pardo Sánchez, J. (1969). *Control químico de malezas en cítricos*. Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/23113>
- Silva, J. I. (2020). *Cebada cervecera: época y densidad de siembr*. Ciencias Agrarias https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/156557/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Valderrama Alfaro, S., Rodríguez Rodríguez, R. & Polo Corro, J. (2021). *Efectos del herbicida 2,4-D sobre el crecimiento de Zea mays L. VAR. Amilaceo en la provincia de Santiago de Chuco*. *Revista Punkurí* 1(2), 17-26. <http://revistas.uns.edu.pe/index.php/PUNKURI/article/view/21/16>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de sustentación de predefensa de TIC

ESTUDIANTE:		Cañar Solano Grace Jhemina		CÉDULA DE IDENTIDAD:		0401588660	
PERIODO ACADÉMICO:		2025 A		PRESIDENTE TRIBUNAL		MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER	
DOCENTE:		MSC. HERRERA RAMÍREZ CARLOS DAVID		DOCENTE TUTOR:		PhD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL	
TEMA DEL TIC:							
"Evaluación de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>), "En Huaca Carchi"							
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES				
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,67					
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,67	Exponer de mejor manera el problema, justificación, Marco teórico. Incluir reguladores de pH				
3	METODOLOGÍA	7,67	Detallar las unidades de los herbicidas por litro de agua en la tabla de tratamientos. Detallar la frecuencia de aplicación en la tabla de tratamientos				
4	RESULTADOS	7,67	Actualizar los nombres de las tablas y las unidades de los promedios. Revisar el rendimiento que coincida con la tabla de costos				
5	DISCUSIÓN	7,67	Incluir el estrés que genero el herbicida picloran o los herbicidas en general al sobredosificar				
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,67	Actualizar las conclusiones en base a los objetivos de la investigación.				
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,67					
	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,67	Actualizar la información de los herbicidas: mecanismos de acción. Actualizar nombres científicos.				

Obteniendo una nota de: **7,67** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 14 de mayo de 2025**

MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
PRESIDENTE TRIBUNAL

PhD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
DOCENTE TUTOR

MSC. HERRERA RAMÍREZ CARLOS DAVID
DOCENTE

L

Anexo 2. Certificado del abstract emitido por el centro de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Cañar Solano Grace Jhemina				
DATE: Jueves, 10 de abril de 2025				
Topic: “Evaluación de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de cebada (Hordeum Vulgare), En Huaca Carchi””.				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		

Anexo 3. Costo de producción de la cebada

Actividad/Producto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Preparación del terreno				
Tractor	Hora	1	\$ 25	\$ 25
			Sub total	\$ 25
Material Genético				
Semilla Certificada	Quintales	3	\$ 22	\$ 66
			Sub total	\$ 66
Mano de Obra				
Siembra	Jornales	1	\$ 20	\$ 20
Desinfectada	Jornales	1	\$ 15	\$ 15
Retape	Tractor	1	\$ 25	\$ 25
Fertilización	Jornales	1	\$ 15	\$ 15
Cosecha	Jornales	1	\$ 15	\$ 15
Segadora	Quintal	120	\$ 2	\$ 240
			Sub total	\$ 330
Herbicidas				
Metsulfuron-metil	Gramos	30	\$ 2,50	\$ 5
Fluroxipir	Litro	1,5	\$ 36,04	\$ 54,06
Picloram	Litro	1,5	\$ 23,80	\$ 35,7
2-4 D amina	Litro	1,0	\$ 5	\$ 5
Bentazona-sodio	Litro	1,5	\$ 19,80	\$ 29,70
			Sub total	\$ 129,46
Insecticidas				
Dinastia	Mil centímetros cúbicos (cc)	200	\$ 7	\$ 14
Methomex	Gramos	200	\$ 2,80	5,60
			Sub total	\$ 19,60
Fungicidas				
Topsin	Gramos	400	\$ 5,90	\$ 11,80
Tilt	Mil centímetros cúbicos (cc)	500	\$ 8,50	\$ 17
			Sub total	\$ 28,80
Foliares				
Bastofiar Calcio	Litro	1	\$ 7,90	\$ 7,90
			Sub total	\$ 7,90
Regulador				
Indicate	Mil centímetros cúbicos (cc)	200	1,80	3,60
			Sub total	3,60

Anexo 4. Evidencia fotografía del experimento



Figura 6. Preparación del terreno



Figura 7. Delimitación del terreno



Figura 8. Desinfección de la semilla



Figura 9. Siembra de las semillas



Figura 10. Identificación de las plantas evaluadas



Figura 11. Primera toma de datos



Figura 12. Herbicida 1 = Metsulfuron-methyl

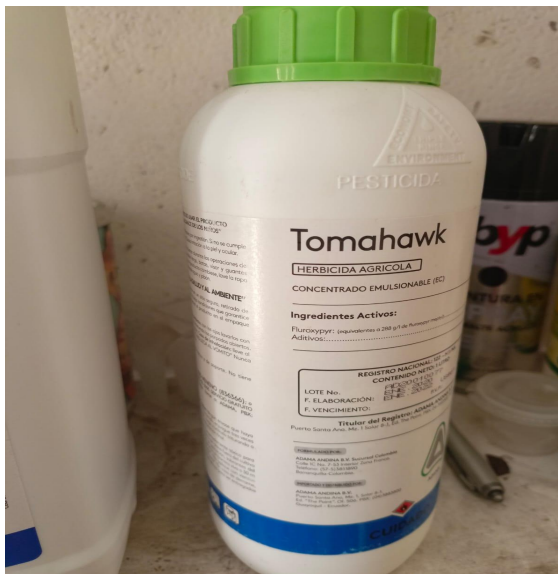


Figura 13. Herbicida 2 = Fluroxypyr

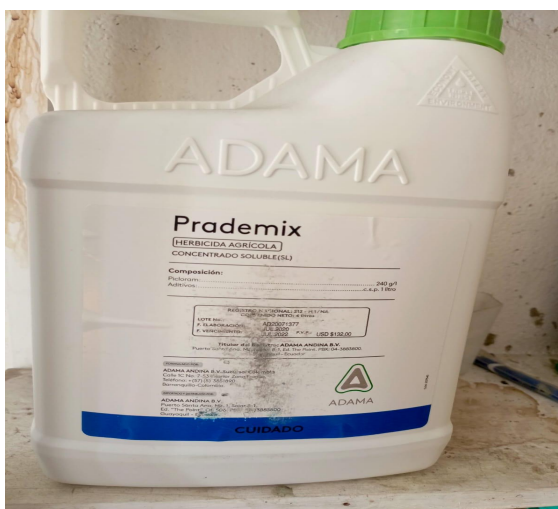


Figura 14. Herbicida 3 = Picloram



Figura 15. Herbicida 4 = 2-4 D amina



Figura 16. Herbicida 5 = Bentazona-sodio



Figura 17. Aplicación de los herbicidas