

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA AGRONOMA



**Aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de
caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) San Jacinto**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Huerta Aguilar, Julio Héctor

Asesor:

Sánchez Castillo, Danilo Pacífico

Código ORCID: 0000-0003-2025-6540

Chimbote – Perú

2025

ÍNDICE GENERAL

Índice general.....	i
Índice de tablas	ii
Índice de figuras.....	iv
Palabras Clave.....	v
Constancia de originalidad.....	vi
Título.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Introducción	1
Metodología	17
Resultados.....	20
Análisis y discusión	43
Conclusiones.....	46
Recomendaciones	47
Referencias bibliográficas.....	48
Anexos	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala sugerida por la asociación latinoamericana de malezas (ALAM).....	7
Tabla 2. Tratamientos aplicados en el experimento.....	18
Tabla 3. Prueba de supuestos estadísticos.....	20
Tabla 4. Anova para la evaluación de gramínea (ADA).....	21
Tabla 5. Anova para la comparación de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (ADA).....	22
Tabla 6. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA7)	22
Tabla 7. Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA7).....	23
Tabla 8. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA7).....	23
Tabla 9. Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA7).....	24
Tabla 10. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA14)	24
Tabla 11. Pruebas de Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA14) 25	
Tabla 12. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA14).....	25
Tabla 13. Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA14).....	26
Tabla 14. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA21)	26
Tabla 15. Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA21).....	27
Tabla 16. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA21).....	27
Tabla 17. Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA21).....	28
Tabla 18. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA28)	28
Tabla 19. Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA28).....	29

Tabla 20. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA28).....	29
Tabla 21. Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA28).....	30
Tabla 22. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA36)	30
Tabla 23. Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA36).....	31
Tabla 24. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA36).....	31
Tabla 25. Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA36).....	32
Tabla 26. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA45)	32
Tabla 27. Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA45).....	33
Tabla 28. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA45).....	33
Tabla 29. Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA45).....	34
Tabla 30. Friedman para comparar los tratamientos de datos de la evaluación de gramínea (DDA60)	34
Tabla 31. Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA60).....	35
Tabla 32. Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA60).....	35
Tabla 33. Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA60).....	36
Tabla 34. Promedios de gramínea con aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar, según fechas de evaluación.....	37
Tabla 35. Eficacia con aplicación de herbicidas para control de malezas (gramínea) en el cultivo de caña de azúcar, según fechas de evaluación.....	39
Tabla 36. Promedios de Hoja Ancha con aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar, según fechas de evaluación.....	40
Tabla 37. Eficacia de control de herbicidas para control de malezas (Hoja Ancha) en el cultivo de caña de azúcar, según fechas de evaluación	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedio de malezas en el cultivo de caña de azúcar.....	38
Figura 2. Eficacia de control de malezas gramíneas en caña de azúcar	39
Figura 3. Promedio de malezas hoja ancha en caña de azúcar	41
Figura 4. Eficacia de control de malezas hoja ancha en caña de azúcar.....	42

PALABRAS CLAVE

Herbicidas en caña de azúcar

Cultivos industriales

Keywords

Herbicides in sugarcane

Industrial crops

Línea de investigación

Línea	Agronomía y Agricultura
--------------	-------------------------

Área	Ciencias agrícolas
-------------	--------------------

Sub área	Agricultura, silvicultura y pesca
-----------------	-----------------------------------

Disciplina	Agronomía
-------------------	-----------

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) San Jacinto**" del (a) estudiante: **HUERTA AGUILAR JULIO HECTOR**, identificado(a) con Código N° **1117101118**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **26%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 28 de noviembre de 2025

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



Título

**Aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar
(*Saccharum officinarum* L.), San Jacinto.**

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la efectividad de herbicidas en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Jacinto, 2025. La metodología fue de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo, diseño completamente al azar (DCA) y de diseño experimental, al orientarse a resolver un problema agrícola mediante la evaluación de tratamientos químicos en campo. Se evaluaron cinco tratamientos y un testigo, con tres repeticiones cada uno, en un área total de 3584 m², donde cada unidad experimental abarcó 160 m². Los tratamientos fueron: T0 (testigo), T1 (Bentaxpro a 1 l/200 l de agua), T2 (Bentaxpro + Lampea a 1 l + 0.5 l/200 l), T3 (Bentaxpro + Lampea a 1.5 l + 0.5 l/200 l), T4 (Embate + Lampea a 2.5 l + 0.5 l/200 l) y T5 (Embate + Lampea a 2.5 l + 1 l/200 l). Los resultados demostraron que T2 y T3 presentaron el mejor efecto residual en el control de malezas gramíneas y de hoja ancha, manteniendo eficacia hasta 60 días después de la aplicación (dda). Además, alcanzaron un 100% de control hasta los 45 dda.

ABSTRACT

The present research aimed to analyze the effectiveness of herbicides in weed control in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) cultivation in San Jacinto, 2024. The methodology was experimental, with a quantitative approach, a completely randomized design (DCA), and an applied nature, as it focused on solving an agricultural problem through the evaluation of chemical treatments under field conditions. Five treatments and one control were evaluated, with three replications each, in a total area of 3584 m², where each experimental unit covered 160 m². The treatments were: T0 (control), T1 (Bentaxpro at 1 l/200 l of water), T2 (Bentaxpro + Lampea at 1 l + 0.5 l/200 l), T3 (Bentaxpro + Lampea at 1.5 l + 0.5 l/200 l), T4 (Embate + Lampea at 2.5 l + 0.5 l/200 l), and T5 (Embate + Lampea at 2.5 l + 1 l/200 l). The results showed that T2 and T3 had the best residual effect in controlling grass and broadleaf weeds, maintaining effectiveness up to 60 days after application (daa). Moreover, these treatments achieved 100% weed control up to 45 daa.

INTRODUCCIÓN

Alvarado (2023) desarrolló un estudio cuyo objetivo fue evaluar la eficacia de seis mezclas de herbicidas en el control de malezas del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, Poaceae). La investigación fue de tipo experimental, con un diseño de bloques completos al azar (DBCA), en el cual se compararon diferentes tratamientos. Los resultados mostraron que el tratamiento más efectivo fue el T5, que alcanzó un promedio de 45.02% de control a los 21 días después de la aplicación, superando a los demás tratamientos que registraron valores inferiores al 40%. En cuanto a la persistencia del control, se evidenció que el tratamiento compuesto por Pendimethalin (3 l/ha) + Ametryn (2 l/ha) + Hexazinone (1.25 lb/ha) + Dicamba 2,4-D (0.70 l/ha) proporcionó un efecto supresor de malezas de hasta 27 días. En relación con la fitotoxicidad, se reportó que la aplicación de las mezclas produjo lesiones mínimas en la caña de azúcar, lo que fue corroborado mediante la escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). Se concluye que el tratamiento T5 representó la mejor alternativa, al combinar eficacia en el control de malezas y baja fitotoxicidad, constituyéndose en una opción viable para el manejo integrado del cultivo.

Sáenz, Cadet & Gómez (2023) realizaron un estudio cuyo objetivo fue caracterizar la diversidad de malezas presentes en el cultivo de caña de azúcar. Asimismo, el estudio fue de tipo descriptivo, con enfoque cuantitativo, diseño no experimental y de carácter aplicado, dado que buscó generar información útil para la gestión agrícola. El alcance fue exploratorio descriptivo, pues se orientó a registrar y analizar la composición florística del agroecosistema. La población correspondió a la comunidad de malezas presentes en áreas cultivadas con caña de azúcar, y la muestra estuvo conformada por 13,689 individuos clasificados en 140 especies agrupadas en 41 familias botánicas. Los resultados obtenidos, presentaron una relación entre la biodiversidad arvense y la posible presencia de enemigos naturales de plagas, lo que permitió inferir la existencia de interacciones tróficas que actúan como mecanismos de regulación biológica en el cultivo. Se concluye que la diversidad de malezas constituye un componente clave para promover modelos ecológicos de manejo

integrado, al favorecer el equilibrio del ecosistema de la caña de azúcar y contribuir a un control natural de plagas.

Salazar (2023) realizó un estudio con el objetivo de determinar la eficiencia de herbicidas preemergentes comparativos en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en el valle de Huaura. Este estudio, fue de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, diseño de bloques completamente al azar (DBCA), alcance explicativo y carácter aplicado, al orientarse a resolver un problema agrícola mediante la evaluación de herbicidas en campo. Se consideraron cinco tratamientos y un testigo (T1, T2, T3, T4, T5 y T6). La población correspondió a las malezas presentes en el cultivo de caña de azúcar, y la muestra estuvo conformada por las parcelas experimentales asignadas a cada tratamiento. Asimismo, conforme con la prueba estadística de Scott & Knott, los tratamientos T1 y T2 fueron los más efectivos, alcanzando porcentajes de control del 98,21% y 97,42%, respectivamente. En segundo lugar, se ubicaron T3 y T4 con 90,22% y 88,55%, mientras que T5 alcanzó 84,43% y el testigo T6 80,44%. Asimismo, T1 (Terbutrina 3 l/ha + Ametrina 3 l/ha) presentó el efecto más rápido, logrando mortandad de malezas en 3 días frente a los 16,25 días del testigo. Se concluye que los tratamientos T1 y T2 destacaron como las alternativas más eficientes y rentables, al combinar altos porcentajes de control de malezas con costos de inversión competitivos, representando la mejor opción para el manejo del cultivo.

Mendoza (2023) llevó a cabo un estudio cuyo objetivo fue determinar la utilidad de la teledetección en la identificación de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el cantón Milagro. La investigación fue de tipo descriptivo, con enfoque cuantitativo, diseño no experimental, al orientarse hacia la optimización del manejo del cultivo. El alcance fue explicativo descriptivo, pues buscó reconocer y clasificar la presencia de malezas mediante el uso de herramientas tecnológicas. Se consideraron cinco tratamientos con tres repeticiones, siendo la población las malezas presentes en los campos de caña, y la muestra aquellas identificadas y clasificadas a través de imágenes satelitales procesadas. Los resultados, evidenciaron que la teledetección permite identificar con precisión las arvenses, reconocer su grado y fase de desarrollo, y ubicar su distribución en el campo.

Asimismo, se comprobó que esta herramienta puede reducir errores de aplicación de herbicidas, al evitar intervenciones en áreas sin infestación. Se concluye que la teledetección constituye una alternativa eficiente para disminuir costos productivos y optimizar la gestión del cultivo, al facilitar el reconocimiento oportuno y la supervisión integral de las malezas en la caña de azúcar.

Martínez et al. (2022) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de evaluar la efectividad en el control de malezas y la fitotoxicidad del herbicida Guateque GD 75 en el cultivo de caña de azúcar. La investigación, fue de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y carácter aplicado, al estar orientada a validar un insumo agrícola en condiciones de campo. Se utilizaron cuatro tratamientos con tres repeticiones, siendo la población las malezas presentes en los lotes de caña y la muestra las parcelas experimentales donde se aplicaron los diferentes tratamientos. Los resultados, demostraron que Guateque GD 75 tuvo eficacia en el control de malezas, aunque se evidenciaron síntomas de fitotoxicidad en el cultivar C86-156 tras la aplicación de Isoxaflutole. Se observaron hojas marchitas y con tonalidades oscuras, mientras que el grado de clorosis se incrementó con dosis más altas. Sin embargo, dichos efectos disminuyeron al desaparecer el efecto residual y no comprometieron el desarrollo del cultivo. Se concluye, que el herbicida Guateque GD 75 resultó eficaz en el control de malezas, y aunque ocasionó síntomas iniciales de fitotoxicidad en la caña de azúcar, estos fueron transitorios y no generaron daños permanentes en el cultivo.

Espinoza et al. (2021) plantearon como objetivo evaluar la efectividad biológica de Diclosulam 84 WG en el control de malezas en aplicación pre-emergente, en áreas de cultivo de caña de azúcar con subproductos de fábricas (cachaza). La investigación fue de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, alcance aplicado y diseño de bloques completos al azar (DBCA). La población estuvo constituida por las malezas presentes en los cañaverales con cachaza, y la muestra fueron las parcelas experimentales donde se aplicaron los tratamientos. Se evaluaron distintas mezclas de Diclosulam 84 WG (0.126 kg ha^{-1}) con otras moléculas herbicidas. Los resultados obtenidos, indican un control satisfactorio (según ALAM, 1974) de especies como

Rottboellia cochinchinensis (ROOEX), *Ipomoea* spp. (IPONI) y *Hybanthus attenuatus* (HYBAT) hasta los 60 días después de la aplicación (DDA). Las mezclas más efectivas fueron Diclosulam 84 WG 0.126 kg + Diuron 80 SC 2 L ha⁻¹, y Diclosulam 84 WG 0.126 kg + Flumioxazin 51 WG 0.3 kg ha⁻¹. Asimismo, se reportó que la competencia de malezas como ROOEX, IPONI y HYBAT reduce hasta en un 60 % el número de tallos en los primeros 60 días después de la siembra (DDS). Se concluye que la aplicación de Diclosulam 84 WG en mezcla con otros herbicidas constituye una estrategia eficaz para el control de malezas dicotiledóneas en caña de azúcar, especialmente en áreas con presencia de cachaza, manteniendo la productividad del cultivo hasta los 60 días posteriores a la aplicación.

Córdova (2021) tuvo como objetivo describir el manejo de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). La investigación fue de tipo descriptivo, con enfoque cuantitativo, alcance aplicado y diseño no experimental. La población estuvo conformada por las malezas presentes en el cultivo de caña, mientras que la muestra correspondió a parcelas experimentales en las que se aplicaron seis tratamientos con tres repeticiones cada uno. Los resultados determinaron que las malezas en caña de azúcar pueden ser controladas de manera más efectiva durante el período comprendido entre el tercer y cuarto mes de crecimiento del cultivo, etapa en la cual existe mayor competencia entre la caña y las arvenses. Se concluye que este intervalo de tiempo constituye un momento crítico en el desarrollo fenológico de la caña, y debe ser considerado estratégicamente al planificar aplicaciones de herbicidas tanto pre como postemergentes, con el fin de optimizar el control de malezas y garantizar un mejor rendimiento del cultivo.

Villalobos (2021) planteó como objetivo evaluar el nivel de residuos de cosecha combinados con herbicidas para el control de malezas en *Saccharum officinarum* L. (Poaceae). La investigación fue de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, alcance aplicado y diseño de bloques completamente al azar. La población estuvo constituida por las malezas presentes en cañaverales, y la muestra se conformó por parcelas experimentales en las que se emplearon diecisiete tratamientos y cuatro repeticiones. Como resultados obtenidos, se determinó que la mejor temporada para

aplicar por primera vez los herbicidas se ubica entre los 25 y 30 días posteriores a la cosecha. Los tratamientos T18, T12 y T17 alcanzaron mayor eficacia en el control de malezas, logrando prolongar su efecto hasta 70 días después del último tercio del período de corte en la variedad CP 72-2086. Asimismo, se observó que el tratamiento T18 presentó el menor costo con Q. 5.39/ha por día control, seguido de T12 con Q. 6.36/ha por día control. Se concluye, que el estudio evidenció que la combinación de residuos de cosecha con herbicidas resulta una estrategia eficaz y económicamente viable para optimizar el control de malezas en caña de azúcar, reduciendo costos y prolongando la eficacia del manejo.

Landa (2020) tuvo como objetivo determinar el efecto de prácticas alternativas de control de malezas y nutrición en variables agronómicas y en el manejo sostenible del cultivo de caña de azúcar. La investigación fue de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, alcance aplicado y diseño de bloques completos al azar. La población estuvo conformada por cañaverales establecidos, mientras que la muestra correspondió a parcelas experimentales donde se evaluaron prácticas de control y nutrición bajo diferentes tratamientos. Dentro de los resultados obtenidos, se evidenció que la formulación FC 75% + 10 L/ha BN generó el mayor ingreso neto y una notable reducción en las emisiones de CO₂eq, al disminuir la aplicación de fertilización nitrogenada, fosforada y potásica. Asimismo, los tratamientos con cultivos de cobertura y bioestimulantes mostraron beneficios adicionales en la sostenibilidad del sistema productivo. Se concluye que la incorporación de cultivos de cobertura y bioestimulantes constituye una alternativa viable para optimizar la rentabilidad y promover la sostenibilidad en el cultivo de caña de azúcar, al mejorar la eficiencia en el control de malezas y reducir el impacto ambiental.

Rodríguez & Barbosa (2019) plantearon como objetivo describir el manejo de arvenses en caña de azúcar, considerando su impacto ambiental, efectividad económica y nivel de control. La investigación fue de tipo descriptivo, con enfoque aplicado, alcance exploratorio y diseño no experimental. La población estuvo constituida por cañaverales con presencia de arvenses, mientras que la muestra correspondió a parcelas tratadas bajo cinco tratamientos con tres repeticiones cada uno.

En los resultados finales, se observó que los sistemas de control presentaron diferencias en cuanto a efectividad, costos y efectos ambientales. Los métodos químicos lograron un buen control, pero con mayor impacto ambiental, mientras que los métodos mixtos mejoraron la eficiencia en ciertas condiciones. Se concluye, que el sistema de control cultural fue el que presentó un comportamiento más integral, al equilibrar efectividad de control, menor costo económico y menor impacto ambiental, constituyéndose en una estrategia viable para el manejo sostenible de arvenses en caña de azúcar.

Quispe (2019) se planteó como objetivo evaluar la comparación de mezclas de herbicidas de acción sistémica en el control de malezas de *Saccharum officinarum* L. en el valle de Huaura. La investigación fue de tipo experimental, con enfoque aplicado, alcance explicativo y diseño de bloques completos al azar. La población correspondió a cañaverales con presencia de arvenses, mientras que la muestra estuvo conformada por seis tratamientos con tres repeticiones cada uno. Se identificó que los tratamientos T6, T5 y T4 alcanzaron un control de malezas del 97.75 %, 96 % y 94 % respectivamente, destacando desde la segunda hasta la cuarta semana de evaluación. Se concluye que la mezcla de herbicidas más eficiente fue ametrina + atrazina, alcanzando hasta 97.75 % de control. La dosis más efectiva correspondió a 3 L/ha de ametrina + 3 L/ha de atrazina, logrando un control progresivo desde 61.25 % hasta 97.75 %.

Para fortalecer lo expuesto en los antecedentes, resulta esencial construir una base científica sólida, lo cual requiere desarrollar y precisar los conceptos fundamentales vinculados con la investigación.

Las malezas se definen como plantas que crecen en lugares donde no son deseadas. Se caracterizan por su elevada capacidad de adaptación y permanencia en el tiempo, lo que dificulta el normal desarrollo de los cultivos y complica las labores de cosecha (Subirós, 1995). Además, constituyen una de las principales limitantes en la agricultura, ya que rivalizan con las especies cultivadas por los recursos esenciales

como agua, nutrientes, luz solar y espacio, provocando reducciones en el rendimiento y en la calidad del producto final. (Subirós, 1995)

Tabla 1

Escala sugerida por la asociación latinoamericana de malezas (ALAM)

Calificación	Descripción
Control total	100
Excelente	99 – 80
Bueno o suficiente	79 – 60
Dudoso o mediocre	59 – 40
Malo o pésimo	39 – 20
Nulo	19 - 0

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se ubica dentro de la clasificación taxonómica de las plantas superiores. Pertenecce a la clase Equisetopsida y a la subclase Magnoliidae. A su vez, se encuentra en el superorden Liliane y en el orden Poales, grupo al que pertenecen diversas gramíneas de importancia agrícola. Dentro de este orden, se clasifica en el género *Saccharum*, siendo la especie cultivada de mayor relevancia económica *S. officinarum* (Trópicos, 2019)

El tallo constituye el órgano de mayor relevancia en la caña de azúcar, ya que en él se concentran los azúcares que determinan el valor industrial del cultivo. Estos tallos se agrupan en una misma cepa, lo que contribuye a optimizar la productividad. Sus características como número, grosor, coloración y patrón de crecimiento— suelen estar condicionadas principalmente por la variedad sembrada. En cuanto a las hojas, estas se originan en los nudos y se disponen de forma alternada a lo largo del tallo conforme avanza el desarrollo de la planta. Cada hoja está integrada por una lámina foliar y una vaina, conocida comúnmente como yagua. El ciclo de crecimiento de la caña de azúcar presenta dos etapas bien diferenciadas. La primera es la fase vegetativa, que se caracteriza por la multiplicación celular en los puntos de crecimiento. La segunda es la fase reproductiva, la cual constituye una continuidad del proceso anterior y se activa

bajo condiciones ambientales específicas como la duración del fotoperiodo, la temperatura, la disponibilidad hídrica y la fertilidad del suelo. Estos factores determinan el momento en que la planta transita hacia la maduración (CENGICAÑA, 2014).

La caña de azúcar se caracteriza por presentar un proceso de macollamiento abundante, que puede oscilar entre cuatro y doce tallos, los cuales alcanzan una altura promedio de tres a cinco metros. Desde el punto de vista fisiológico, se clasifica como una planta de tipo C4, lo que le confiere una elevada eficiencia fotosintética. Tras la etapa de macollamiento, la especie entra en una fase de crecimiento acelerado que requiere un plan de nutrición integral para asegurar un adecuado desarrollo. Su propagación no depende de semillas, sino de esquejes, a partir de los cuales se produce la germinación de yemas que originan brotes y raíces, estableciendo así el primer ciclo productivo del cultivo. Cabe señalar que el patrón de desarrollo puede variar según la variedad: en algunas, el sistema radical se establece primero, mientras que en otras los brotes se adelantan al crecimiento de las raíces. En cuanto al ciclo completo, este es variable y está condicionado por factores genéticos y ambientales, principalmente el clima, pudiendo extenderse desde un año hasta un máximo de dos años (Yara, 2020).

La productividad de la caña de azúcar se mide principalmente en función del rendimiento obtenido por cada unidad de superficie cultivada. Este rendimiento puede incrementarse de manera significativa cuando la labor de corte se realiza en el momento óptimo de madurez del cultivo, ya que tanto el periodo de maduración como las condiciones agroclimáticas influyen directamente en la acumulación de sacarosa en los tallos. En términos generales, una hectárea de caña puede producir 40 toneladas, lo que equivale a 2.400 kilogramos de producto final (Agrotendencia, 2020).

Las arvenses, debido a su alta capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales, compiten de manera directa y eficiente con los cultivos en la absorción de agua, nutrientes, luz y espacio. Esta competencia ocasiona una reducción considerable en el rendimiento agrícola y, además, genera pérdidas económicas al dificultar varias labores de manejo del cultivo. Asimismo, muchas especies de malezas

actúan como hospederas de plagas e insectos transmisores de enfermedades, lo que incrementa el riesgo fitosanitario. Por ello, es fundamental establecer con anticipación el método de control más adecuado, evitando que las arvenses alcancen un desarrollo avanzado. Una identificación temprana de estas especies, desde sus primeras etapas de crecimiento, permite aplicar medidas de control más eficientes (Requena, 2016).

La reproducción de las malezas está influenciada por diversos factores que deben considerarse, entre los más relevantes destacan el tipo de suelo, las condiciones climáticas y las prácticas agrícolas aplicadas. En suelos ácidos suelen proliferar especies como el pasto braquiaria, la liendre puerca y la escoba dura; mientras que en suelos con pH neutro predominan arvenses como la paja mona, el coquito, la pata de gallina, el bleado, la verdolaga y la batatilla. En ambientes con tendencia alcalina, en cambio, sobresalen el pasto Argentina, la atarraya, el pasto estrella (Gasperin, 2016).

Para controlar la propagación de estas especies indeseadas y evitar que interfieran con el desarrollo del cultivo principal, se han desarrollado diferentes mecanismos de manejo. Entre ellos se encuentran los métodos proactivos, físicos, culturales, químicos, naturales y otras alternativas que contribuyen a disminuir la presión ejercida por la competencia de las arvenses (Duarte & Gonzales, 2019).

Dentro de este enfoque, el manejo preventivo ocupa un lugar prioritario, ya que busca reducir el ingreso, establecimiento y diseminación de malezas en nuevas áreas, además de limitar la producción de semillas en aquellas ya establecidas. Para lograrlo, un programa integral debe incorporar prácticas como el uso de semillas certificadas, la restricción en el traslado de equipos contaminados, la higiene de la maquinaria utilizada en la cosecha o labores de campo, así como la limpieza constante de cercos, caminos, acequias y linderos del área de cultivo (Pérez et al., 2016).

El control manual de malezas consiste en la utilización de herramientas como palas o azadones. Este método se emplea con mayor frecuencia en cultivos de soca, pero no resulta recomendable durante la fase inicial de establecimiento de la caña, ya que existe un alto riesgo de dañar las plántulas en proceso de emergencia. Si bien permite reducir parcialmente la presencia de arvenses, puede llegar a eliminar hasta un

20% de brotes de caña de azúcar, lo que lo convierte en una práctica riesgosa. A ello se suma que demanda una gran cantidad de mano de obra, lo que incrementa sus costos, además de que su efectividad es inferior en comparación con otros métodos de control disponibles (Pérez et al., 2016).

Por otro lado, el control mecánico ofrece ventajas adicionales, ya que además de reducir la presencia de malezas, contribuye al desarrollo fitotécnico del cultivo. Su implementación permite descompactar el suelo, mejorar sus condiciones para la cosecha y favorecer el crecimiento de la caña. Esta práctica puede llevarse a cabo mediante el uso de tractores o, en algunos casos, con tracción animal. Sin embargo, su eficacia depende en gran medida de la oportunidad con que se ejecute, siendo esencial aplicarlo en el momento adecuado para obtener resultados (Dolores & Aldana, 2017).

El manejo químico de las malezas se basa en la aplicación de distintos tipos de herbicidas, constituyendo en la actualidad una de las prácticas más empleadas en el cultivo de caña de azúcar. Estos productos químicos tienen como función principal inhibir el desarrollo de especies vegetales indeseadas, al actuar sobre los procesos hormonales de las plantas, interfiriendo en su crecimiento y reproducción. De este modo, los herbicidas se clasifican dentro del grupo de pesticidas diseñados específicamente para controlar arvenses de forma eficiente (Patzan, 2015).

Dentro de este sistema de control se distinguen diversas categorías. Los herbicidas de contacto actúan únicamente sobre las áreas de la planta con las que entran en interacción, pudiendo ser selectivos —es decir, eliminan solo ciertas especies— o de acción general, cuando afectan a todas las plantas presentes en el área tratada. En contraste, los reguladores de crecimiento, también denominados herbicidas sistémicos, se traslocan a través de los tejidos vasculares de la planta, ejerciendo un efecto más amplio sobre su desarrollo (Patzan, 2015).

En el contexto de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), el uso de herbicidas representa una herramienta esencial para el manejo agronómico, ya que permite disminuir la competencia por factores clave como la luz, el agua y los nutrientes, sobre todo en las fases iniciales del cultivo, cuando es más vulnerable.

Según Patzán (2015), entre los herbicidas más empleados destacan tres grupos principales: las triazinas y ureas sustituidas, que son absorbidas tanto por el follaje como por las raíces a través del suelo; los fenoxi y benzoicos, de acción hormonal y sistémica, que se traslocan mediante el xilema y floema; y finalmente el MSMA, un herbicida no hormonal de carácter sistémico, perteneciente a los derivados orgánicos, aplicado con frecuencia en la etapa de posemergencia para controlar gramíneas en caña de azúcar.

Los herbicidas químicos más empleados son aquellos que, además de aplicarse con frecuencia, demuestran una elevada eficacia en el control de malezas. Por ejemplo, la combinación de Atrazina (4.8 L/ha), Ametrina (3.2 L/ha) y 2,4-D (1.5 L/ha) logra mantener un control satisfactorio de arvenses por un periodo aproximado de 25 días posteriores a su aplicación. Asimismo, la mezcla de Pendimetalin (3.0 L/ha), Atrazina (3.2 L/ha), Ametrina (3.2 L/ha) y 2,4-D (1.5 L/ha) extiende dicho control hasta 45 días, superando la efectividad de las combinaciones anteriores. En contraste, la aplicación conjunta de Ametrina (3.2 L/ha) con 2,4-D (1.5 L/ha) resulta efectiva durante un lapso de aproximadamente 20 días. Por último, la combinación de Pendimetalin (3.0 L/ha), Gesapax (2.0 L/ha) y Gesaprim (2.0 kg/ha) ofrece un control adecuado de malezas por un periodo que varía entre 20 y 25 días, dependiendo de las características edáficas y de las condiciones ambientales en el momento de la aplicación. (Bacuy, 2016).

En el cultivo de la caña de azúcar, el rendimiento por unidad de superficie se encuentra fuertemente condicionado por la presencia de malezas, ya que estas compiten de manera directa con el cultivo y limitan su crecimiento. A nivel nacional se han desarrollado investigaciones que demuestran que la incidencia de arvenses puede tener un impacto aún más negativo que el ocasionado por plagas y enfermedades (Barrera et al., 2014). Esto se explica porque, mientras plagas y agentes patógenos aparecen y desaparecen en determinados periodos, las malezas permanecen de manera continua durante todo el ciclo del cultivo, hasta que se ejecuta un control adecuado. De hecho, se ha reportado que las pérdidas ocasionadas por su presencia oscilan entre el 33 % y el 66 % del rendimiento, llegando incluso a registrarse casos extremos de hasta 97,5 % de pérdida, producto de una deficiente gestión en su control. Por este

motivo, en países como Cuba, las arvenses se consideran la segunda causa más importante de disminución en productividad agrícola (Barrera, Peña, & Matos, 2014).

Los herbicidas se dividen principalmente en dos categorías: pre-emergentes y post-emergentes. Los primeros se aplican después de iniciado el ciclo agrícola, en una etapa en la que aún no han emergido ni el cultivo de caña ni las arvenses. Este tipo de tratamiento puede estar dirigido exclusivamente al cultivo, a las malezas o a ambos de manera simultánea (Caseley, 2024).

Por otro lado, los herbicidas post-emergentes se utilizan una vez que el cultivo ya se encuentra visible en la superficie. Tanto la caña como las malezas pueden clasificarse como post-emergentes tempranas o tardías. Se consideran tempranas cuando las plantas alcanzan una altura máxima de 10 cm en los primeros días de crecimiento, mientras que se consideran tardías cuando las plantas presentan mayor vigor y superan los 15 cm de altura. En los casos en los que las arvenses sobrepasan los 20 cm, es necesario incrementar la dosis de herbicidas, lo que repercute en mayores costos de producción y puede generar efectos sobre el cultivo (Chaves, 1986).

La caña de azúcar pertenece a la familia de las gramíneas y al género *Saccharum*. Los clones comerciales que actualmente se cultivan son el resultado del cruzamiento de diferentes especies preexistentes, las cuales se caracterizan por su elevada concentración de carbohidratos. De hecho, el jugo extraído de la caña contiene entre un 75 % y un 92 % de carbono (Estrada et al., 2016).

Además, la caña de azúcar es considerada una especie de crecimiento continuo, dado que su ciclo de siembra y cosecha puede extenderse durante todo el año. Sin embargo, dentro de la industria azucarera, se ha observado que la pérdida de sacarosa y la formación de dextrana se asocian con el daño del tallo, lo que compromete la calidad del producto final e impide que cumpla con los estándares requeridos para su aprovechamiento como materia prima en la elaboración de distintos productos alimenticios (Chaves, 1986).

La presente investigación tiene una justificación práctica, dado que resulta de gran relevancia para los productores de caña de azúcar, en cuanto al control oportuno y eficiente de las malezas, con el fin de evitar pérdidas en el rendimiento del cultivo. Se reconoce que las plantas invasoras ejercen un impacto negativo en el desarrollo fenológico de los cultivos, debido a la competencia directa por recursos esenciales como la luz solar, el agua y los nutrientes del suelo, lo cual afecta de manera considerable la productividad.

Desde el enfoque técnico, la investigación se fundamenta en la disponibilidad de un paquete tecnológico que contempla la aplicación de herbicidas en etapas específicas del ciclo fenológico de la caña de azúcar. La correcta implementación de estas herramientas constituye un aporte sustancial para la optimización del manejo agronómico y la mejora de la eficiencia en el control de arvenses.

En cuanto a la justificación social, el estudio adquiere relevancia por el impacto que puede generar en las comunidades rurales vinculadas al cultivo de la caña de azúcar, uno de los pilares agrícolas más representativos de la región. Al garantizar un manejo adecuado de las malezas, se favorece la sostenibilidad del cultivo y, por ende, el bienestar socioeconómico de las familias que dependen de su producción.

Finalmente, se plantea una justificación científica, ya que este trabajo busca contribuir al conocimiento existente sobre el uso de herbicidas en el control de malezas en caña de azúcar. A través de un análisis riguroso, se pretende evaluar la eficacia de los tratamientos aplicados en diferentes etapas del cultivo, generando evidencia científica que permita comprender con mayor precisión la interacción entre arvenses, herbicidas y el desarrollo del cultivo. De este modo, se aportan datos útiles para futuras investigaciones y se fortalecen las bases del manejo integrado de malezas en este sistema agrícola.

El cultivo de caña de azúcar en el distrito de San Jacinto, región Áncash, representa una de las actividades agrícolas más importantes para la economía local, no solo porque constituye la base productiva de la industria azucarera, sino también porque asegura el sustento de numerosas familias agricultoras. Sin embargo, este

cultivo enfrenta un problema agronómico relevante: la competencia de malezas durante las primeras etapas de crecimiento, las cuales afectan negativamente su rendimiento y calidad. Dichas especies compiten agresivamente por recursos esenciales como agua, luz, nutrientes y espacio, reduciendo la productividad por hectárea y comprometiendo la calidad del producto final (Agrotendencia, 2020).

En este contexto, las condiciones de clima subtropical y suelos fértiles de San Jacinto favorecen la proliferación de especies invasoras como *Rottboellia cochinchinensis*, *Cyperus rotundus* y *Echinochloa colona*, entre otras. Para contrarrestar este problema, los agricultores dependen principalmente del uso repetitivo de herbicidas sintéticos, pero en muchos casos sin planificación técnica ni rotación de ingredientes activos. Este manejo inadecuado ha generado la aparición de malezas resistentes, fitotoxicidad en el cultivo, contaminación ambiental y un incremento considerable de los costos de producción debido a la necesidad de aplicaciones reiteradas (Bacuy, 2016).

Entre las causas principales de esta problemática se encuentra la limitada capacitación técnica de los productores en el manejo integrado de malezas y la escasa adopción de alternativas sostenibles, como el control mecánico, el uso de coberturas vegetales o la rotación de métodos de control. Esta dependencia casi exclusiva de herbicidas químicos ha reducido la eficacia del control de arvenses y ha generado impactos negativos en la productividad y en la sostenibilidad del agroecosistema cañero (Agrotendencia, 2020).

Las consecuencias de no abordar esta problemática de manera integral se reflejan en la reducción progresiva del rendimiento del cultivo, el aumento de los costos de producción y la disminución de la calidad de la caña de azúcar. Asimismo, el uso intensivo de herbicidas continuará afectando la calidad de los suelos y del agua, con impactos directos en la salud de los agricultores y en el medio ambiente. En el largo plazo, estos efectos comprometerán la sostenibilidad de la producción azucarera en San Jacinto y pondrán en riesgo la estabilidad económica de las familias que dependen de esta actividad (Bacuy, 2016).

Por ello, se hace necesario plantear alternativas de solución a través de investigaciones que evalúen de manera científica la eficacia de herbicidas aplicados en diferentes etapas del ciclo de la caña de azúcar. Estos estudios permitirán no solo optimizar el control de malezas, sino también proponer estrategias integradas que favorezcan la productividad, reduzcan la dependencia de agroquímicos y contribuyan a la sostenibilidad ambiental y económica del agroecosistema cañero. En función a lo expuesto, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el efecto de la aplicación de herbicidas para controlar malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Jacinto durante el 2025?

En el marco de la investigación científica, la conceptualización y operacionalización de las variables resulta esencial, ya que permite definir con claridad los elementos que pueden manipularse, medirse y analizarse, considerando sus propiedades y características. Dichas variables pueden clasificarse como cualitativas o cuantitativas, dependiendo de si representan atributos no numéricos o si se expresan en valores que posibilitan el análisis estadístico (Bernal, 2018)

Variable 1: Herbicidas

Definición conceptual: Los herbicidas son productos químicos diseñados para eliminar o inhibir el crecimiento de hierbas indeseadas. Constituyen un tipo de plaguicida cuya acción se centra, en la mayoría de los casos, en alterar procesos fisiológicos y hormonales de las plantas, lo que impide su desarrollo normal y provoca su muerte (Cabrera, 2019)

Definición operacional: La variable herbicida se evaluó en función de los tratamientos aplicados en caña de azúcar: T0 (sin aplicación), T1 (Bentaxpro: Bentazone + MCPA, 1 l), T2 (Bentaxpro + Lampea: 1 l + 0.5 l), T3 (Bentaxpro + Lampea: 1.5 l + 0.5 l), T4 (Embate + Lampea: 2.5 l + 0.5 l) y T5 (Embate + Lampea: 2.5 l + 1 l), todos disueltos en 200 l de agua. Se registró la dosis aplicada, el número de aplicaciones y la técnica empleada, además de la selectividad, persistencia y efecto residual de los productos sobre las arvenses. Estos criterios permitieron determinar la

eficacia del control de malezas y los posibles efectos en la caña de azúcar (Cabrera, 2019).

Variable 2: Malezas

Definición conceptual: Las malezas son plantas que crecen en lugares no deseados, caracterizadas por su persistencia y su capacidad de competir con los cultivos por recursos esenciales como agua, nutrientes, luz y espacio. Además, interfieren en el manejo agronómico, reducen el rendimiento y dificultan las labores de cosecha (Subirós, 1995).

Definición operacional: La variable malezas fue evaluada mediante el porcentaje de control alcanzado por cada tratamiento herbicida, registrando la cantidad de individuos sobrevivientes en unidades de muestreo de 1 m², así como la cobertura y biomasa fresca y seca de las arvenses en distintos días después de la aplicación. Estos parámetros permitieron medir la eficacia de los tratamientos en el control de gramíneas y malezas de hoja ancha presentes en el cultivo de caña de azúcar. (Subirós, 1995).

Por otra parte, surgió la necesidad de dar respuesta al problema identificado en el campo agrícola, el cual está relacionado con la presencia de malezas que interfieren en el desarrollo y rendimiento del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), afectando su productividad. Frente a esta situación, se planteó como hipótesis la evaluación del efecto que ejerce la aplicación de herbicidas en el control de malezas presentes en las plantaciones de caña de azúcar del fundo San Jacinto en el año 2024.

En concordancia con lo anterior, la presente investigación estableció como objetivo general evaluar el efecto de la aplicación de herbicidas en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Jacinto, 2024. Para alcanzar este propósito, se formularon los siguientes objetivos específicos: determinar el efecto de la aplicación de herbicidas en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Jacinto durante el año 2024 y, de igual manera, determinar el efecto residual de los herbicidas utilizados en el control de malezas dentro de dicho cultivo.

METODOLOGÍA

El tipo de investigación que adopta el presente estudio es de propósito aplicada, ya que surge de la necesidad de resolver un problema agrícola específico mediante la evaluación de herbicidas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Jacinto. Una investigación aplicada busca resolver problemas específicos del grupo o área de estudio, apoyándose en los conocimientos obtenidos a través de la aplicación práctica de la teoría y de experiencias previas (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017).

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, ya que fue necesario aplicar variables de medición y conteo para evaluar la efectividad de los herbicidas en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar. Asimismo, se cuantificaron los datos obtenidos durante las visitas preliminares al área de estudio mediante fichas de observación, así como los resultados de los ensayos de campo (EBI) correspondientes a los distintos tratamientos evaluados (Bacuy, 2016).

El diseño del presente estudio es experimental, ya que se realizó una manipulación directa de las variables de interés, en este caso, los diferentes tratamientos herbicidas aplicados sobre las malezas en el cultivo de caña de azúcar en San Jacinto. Las unidades experimentales fueron distribuidas siguiendo un diseño de bloques completamente al azar (DCA), lo que permitió controlar la variabilidad del área de estudio y garantizar que las diferencias observadas en el control de malezas fueran atribuibles a los tratamientos aplicados. En las investigaciones con diseño experimental, se manipulan de manera deliberada las variables independientes para observar sus efectos sobre las variables dependientes bajo condiciones controladas. Por lo tanto, el estudio permitió evaluar sistemáticamente la efectividad de cinco combinaciones de herbicidas y un testigo en el control de malezas, asegurando la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos en campo (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017)

El nivel de la investigación fue explicativo, ya que tuvo como propósito identificar y analizar la relación de causa y efecto entre la aplicación de distintos tratamientos herbicidas y el grado de control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en el área agrícola de San Jacinto, Áncash. Este tipo de estudio busca explicar cómo y por qué ocurre un fenómeno, en este caso, la respuesta del cultivo y de las malezas ante diferentes combinaciones de herbicidas bajo condiciones reales de campo (Bacuy, 2016).

La población objeto de estudio estuvo conformada por todas las malezas presentes a lo largo de los surcos del cultivo de caña de azúcar en el área experimental. De esta población se extrajo una muestra compuesta por secciones de 1 metro lineal de malezas, seleccionadas al azar dentro de cada unidad experimental. Cada tratamiento (T0 a T5) contó con tres repeticiones, lo que permitió evaluar de manera sistemática la efectividad de los herbicidas sobre malezas de hoja ancha y gramíneas. Las evaluaciones se realizaron semanalmente antes y después de la aplicación de los tratamientos, registrando el grado de control hasta que las malezas comenzaron a germinar nuevamente, siguiendo la escala sugerida por la Asociación Latinoamericana de Malezas (Dolores & Aldana, 2017).

Para la aplicación de los tratamientos, los herbicidas se disolvieron en 200 litros de agua por unidad experimental y se aplicaron con aspersores calibrados, asegurando una cobertura uniforme y homogénea en todas las parcelas, minimizando la deriva de los productos químicos y garantizando la seguridad del operador (Trópicos, 2019).

Tabla 2

Tratamientos aplicados en el experimento

Tratamiento	Herbicida	Ingrediente activo	Dosis de aplicación 200 l de agua
T0	Sin aplicación		
T1	Bentaxpro	Bentazone+MCPA	1 l
T2	Bentaxpro+Lampea	Bentazone+MCP +2,4D	1 + 0.5 l
T3	Bentaxpro+Lampea	Bentazone+MCPA + 2,4D	1.5 l + 0.5 l
T4	Embate+Lampea	Glifosato + 2,4D	2.5 l + 0.5 l
T5	Embate+Lampea	Glifosato + 2,4D	2.5 l + 1 l

La recolección de datos se realizó mediante fichas de observación estructurada, en las cuales se registró el grado de control de malezas para cada unidad experimental antes y después de la aplicación de los herbicidas. Esta metodología permitió una captura de información ordenada, continua y objetiva, fundamental para el análisis estadístico posterior (Trópicos, 2019)

La validez del instrumento se garantizó mediante la revisión de especialistas en agronomía, quienes evaluaron la pertinencia de las fichas de observación en relación con los objetivos de la investigación. De esta forma, se aseguró que los registros reflejaran el grado de control de malezas en cada tratamiento (Caseley, 2024).

En cuanto a la confiabilidad, se aplicó una verificación previa en unidades de cultivo similares, lo que permitió comprobar la claridad y uniformidad de los registros. Asimismo, las observaciones se realizaron bajo condiciones estandarizadas de campo, lo que aseguró la repetibilidad de las mediciones y la consistencia de los resultados obtenidos (Caseley, 2024).

Para el procesamiento y análisis de los datos, se utilizó el software JAMOV versión 2.6.26. El diseño experimental fue completamente al azar (DCA), por lo que inicialmente se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) incorporando el efecto de bloques, con el fin de identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Previo a ello, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro Wilk y Levene. Cuando los supuestos se cumplieron (caso de las evaluaciones ADA), se procedió con ANOVA y comparaciones de medias post hoc (Duncan al 5% de significancia). En los casos donde los supuestos no se cumplieron (evaluaciones DDA), se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman, complementada con comparaciones múltiples para establecer diferencias significativas entre los tratamientos. Este enfoque integral permitió obtener resultados estadísticamente confiables, asegurando conclusiones válidas y aplicables al manejo de malezas en el cultivo de caña de azúcar (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017).

RESULTADOS

En consideración al primer objetivo específico, que es determinar el efecto de la aplicación de herbicidas en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en San Jacinto, se elaboraron preguntas que fueron respondidas mediante la observación directa y el registro sistemático de las malezas en las unidades experimentales. Se presenta la verificación de supuestos, el ANOVA cuando aplica (DCA) y las pruebas no paramétricas para las evaluaciones donde corresponde. Los datos se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 3

Prueba de supuestos estadísticos

Tipo	Día	n	Shapiro-Wilk (p)	Levene (p)	Decisión
Gramínea	ADA	18	0,475	0,866	ANOVA (DCA)
Gramínea	7DDA	18	0,014	0,416	Friedman
Gramínea	14DDA	18	0,005	0,308	Friedman
Gramínea	21DDA	18	0,003	0,083	Friedman
Gramínea	28DDA	18	0,003	0,037	Friedman
Gramínea	36DDA	18	0,003	0,023	Friedman
Gramínea	45DDA	18	0,041	0,269	Friedman
Gramínea	60DDA	18	0,022	0,243	Friedman
Hoja ancha	ADA	18	0,995	0,701	ANOVA (DCA)
Hoja ancha	7DDA	18	0,841	0,643	Friedman
Hoja ancha	14DDA	18	0,003	0,023	Friedman
Hoja ancha	21DDA	18	0,003	0,023	Friedman
Hoja ancha	28DDA	18	0,001	0,458	Friedman
Hoja ancha	36DDA	18	0,003	0,164	Friedman
Hoja ancha	45DDA	18	0,012	0,345	Friedman
Hoja ancha	60DDA	18	0,011	0,390	Friedman

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la verificación de los supuestos estadísticos para cada combinación de tipo de maleza y fecha de evaluación. Se aplicaron las pruebas de Shapiro Wilk para normalidad y Levene para homogeneidad de varianzas. Cuando ambas condiciones se cumplieron ($p > 0,05$), se procedió al análisis de varianza bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), considerando únicamente el factor tratamiento. En los casos donde al menos uno de los supuestos no se cumplió, se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman, adecuada para comparar tratamientos en condiciones de falta de normalidad o varianzas heterogéneas. De este modo, la selección del método estadístico respondió estrictamente al comportamiento de los datos, garantizando la validez y consistencia de los resultados obtenidos.

En la evaluación inicial (ADA), tanto para la variable gramínea como para la variable hoja ancha, los datos cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad. Por ello, se aplicó un análisis de varianza considerando el diseño completamente al azar (DCA), lo que permitió evaluar las posibles diferencias entre los tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 4

ANOVA para la evaluación de gramínea (ADA)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	47,611	5	9,522	0,524	0,753
Error	181,556	10	18,156		
Total	272,278	17			

Como el p-valor $0,753 > 0,05$ validamos la premisa nula, por lo tanto, se infiere que no existe diferencias entre los tratamientos aplicados en Gramíneas (ADA)

Tabla 5

Anova para la comparación de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (ADA)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3,611	5	0,722	0,320	0,890
Error	22,556	10	2,256		
Total	26,944	17			

Como el p-valor $0,890 > 0,05$ validamos la premisa nula, por lo tanto, se infiere que no existe diferencias entre los tratamientos aplicados en Hoja Ancha (ADA)

En las evaluaciones posteriores (DDA), correspondientes tanto a la variable gramínea como a hoja ancha, los datos no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad. En consecuencia, se aplicaron pruebas no paramétricas, utilizando el estadístico de Friedman para identificar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos. El análisis se complementó con comparaciones múltiples, lo que permitió establecer agrupaciones de tratamientos según el comportamiento de sus promedios. Los resultados se presentan a continuación.

Tabla 6

Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA7)

Estadísticos de prueba	gramínea (DDA7)
χ^2 de Friedman	15,203
gl	5
Sig. asintótica	0,010

Como el p-valor $0,010 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de gramínea (DDA7)

Tabla 7*Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA7)*

Tratamiento	Subconjunto para alfa = 0,05		
	N	1	2
T3	3	1,00	
T2	3	1,10	
T5	3	3,33	
T1	3	3,50	
T4	3	4,33	
T0	3		52,67
Sig.		0,242	1,000

En proceso para determinar la diferencia de gramínea (DDA7), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 8*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA7)*

Estadísticos de prueba	Hoja Ancha (DDA7)
χ^2 de Friedman	14,065
gl	5
Sig. asintótica	0,015

Como el p-valor $0,015 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de Hoja Ancha (DDA7)

Tabla 9*Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA7)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05		
		1	2	3
T2	3	0,00		
T3	3	0,00		
T5	3	0,67		
T1	3	1,00		
T4	3		2,33	
T0	3			10,67
Sig.		0,134	1,000	1,000

En proceso para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA7), se halló que los T1, T2, T3 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente los T4 y T0 son diferentes entre sí, y con los demás promedios.

Tabla 10*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA14)*

Estadísticos de prueba	gramínea (DDA14)
χ^2 de Friedman	16,826
gl	5
Sig. asintótica	0,005

Como el p-valor $0,005 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de gramínea (DDA14)

Tabla 11*Pruebas de Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA14)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T1	3	0,00	
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T5	3	0,00	
T4	3	1,67	
T0	3		59,33
Sig.		0,375	1,000

En proceso para determinar la diferencia de gramínea (DDA14), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 12*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA14)*

Estadísticos de prueba	Hoja Ancha (DDA14)
χ^2 de Friedman	16,834
gl	5
Sig. asintótica	0,005

Como el p-valor $0,005 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de Hoja Ancha (DDA14)

Tabla 13*Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA14)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T1	3	0,00	
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T4	3	0,00	
T5	3	0,00	
T0	3		13,00
Sig.		1,000	1,000

En proceso para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA14), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 14*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA21)*

Estadísticos de prueba	gramínea (DDA21)
χ^2 de Friedman	16,834
gl	5
Sig. asintótica	0,005

Como el p-valor $0,005 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de gramínea (DDA21)

Tabla 15*Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA21)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T1	3	0,00	
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T4	3	0,00	
T5	3	0,00	
T0	3		70,00
Sig.		1,000	1,000

En proceso para determinar la diferencia de gramínea (DDA21), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 16*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA21)*

Estadísticos de prueba	Hoja Ancha (DDA21)
χ^2 de Friedman	16,834
gl	5
Sig. asintótica	0,005

Como el p-valor $0,005 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de Hoja Ancha (DDA21)

Tabla 17*Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA21)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T1	3	0,00	
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T4	3	0,00	
T5	3	0,00	
T0	3		17,00
Sig.		1,000	1,000

En proceso para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA21), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, asimismo el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 18*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA28)*

Estadísticos de prueba	gramínea (DDA28)
χ^2 de Friedman	16,834
gl	5
Sig. asintótica	0,005

Como el p-valor $0,005 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de gramínea (DDA28)

Tabla 19*Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA28)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T1	3	0,00	
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T4	3	0,00	
T5	3	0,00	
T0	3		82,00
Sig.		1,000	1,000

En proceso para determinar la diferencia de gramínea (DDA28), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 20*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA28)*

Estadísticos de prueba	Hoja Ancha (DDA28)
χ^2 de Friedman	16,875
gl	5
Sig. asintótica	0,005

Como el p-valor $0,005 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de Hoja Ancha (DDA28)

Tabla 21*Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA28)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T1	3	0,00	
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T4	3	0,00	
T5	3	0,00	
T0	3		22,67
Sig.		1,000	1,000

En proceso para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA28), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 22*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA36)*

Estadísticos de prueba	gramínea (DDA36)
χ^2 de Friedman	16,834
gl	5
Sig. asintótica	0,005

Como el p-valor $0,005 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de gramínea (DDA36)

Tabla 23*Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA36)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T1	3	0,00	
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T4	3	0,00	
T5	3	0,00	
T0	3		89,00
Sig.		1,000	1,000

En proceso para determinar la diferencia de gramínea (DDA36), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 24*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA36)*

Estadísticos de prueba	Hoja Ancha (DDA36)
χ^2 de Friedman	16,834
gl	5
Sig. asintótica	0,005

Como el p-valor $0,005 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de Hoja Ancha (DDA36)

Tabla 25*Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA36)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T1	3	0,00	
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T4	3	0,00	
T5	3	0,00	
T0	3		39,00
Sig.		1,000	1,000

En proceso para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA36), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, asimismo el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 26*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de gramínea (DDA45)*

Estadísticos de prueba	gramínea (DDA45)
χ^2 de Friedman	15,152
gl	5
Sig. asintótica	0,010

Como el p-valor $0,010 < 0,05$ se valida la premisa alterna, en consecuencia, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de gramínea (DDA45)

Tabla 27*Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA45)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T5	3	0,67	
T1	3	1,00	
T4	3	3,00	
T0	3		112,33
Sig.		0,237	1,000

En proceso para determinar la diferencia de gramínea (DDA45), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 28*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA45)*

Estadísticos de prueba	Hoja Ancha (DDA45)
χ^2 de Friedman	14,952
gl	5
Sig. asintótica	0,011

Como el p-valor $0,011 < 0,05$ se valida la premisa alterna, en consecuencia, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de Hoja Ancha (DDA45)

Tabla 29*Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA45)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T2	3	0,00	
T3	3	0,00	
T5	3	0,67	
T1	3	1,00	
T4	3	2,33	
T0	3		55,33
Sig.		0,507	1,000

En proceso para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA45), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, asimismo el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 30*Friedman para comparar los tratamientos de datos de la evaluación de gramínea (DDA60)*

Estadísticos de prueba	gramínea (DDA60)
χ^2 de Friedman	15,156
gl	5
Sig. asintótica	0,010

Como el p-valor $0,010 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de gramínea (DDA60)

Tabla 31*Duncan para determinar la diferencia de gramínea (DDA60)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T3	3	2,00	
T2	3	2,33	
T1	3	3, 33	
T5	3	3, 33	
T4	3	4, 33	
T0	3		137,33
Sig.		0,305	1,000

En proceso para determinar la diferencia de gramínea (DDA60), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el tratamiento T0 es distinto con los demás promedios.

Tabla 32*Friedman para comparar los tratamientos de los datos de la evaluación de Hoja Ancha (DDA60)*

Estadísticos de prueba	Hoja Ancha (DDA60)
χ^2 de Friedman	14,933
gl	5
Sig. asintótica	0,011

Como el p-valor $0,011 < 0,05$ se valida la premisa alterna, por lo tanto, se infiere que existe diferencia entre los tratamientos de Hoja Ancha (DDA60)

Tabla 33*Duncan para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA60)*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T3	3	0,67	
T2	3	1,00	
T5	3	2,33	
T1	3	2,67	
T4	3	5,33	
T0	3		63,00
Sig.		0,318	1,000

En proceso para determinar la diferencia de Hoja Ancha (DDA60), se halló que los T1, T2, T3, T4 y T5 estadísticamente sus promedios se comportan de manera similar, adicionalmente el T0 es distinto con los demás promedios.

En base al segundo objetivo específico, que es determinar el efecto residual de los herbicidas aplicados sobre las malezas en el cultivo de caña de azúcar, se recopilieron los datos de seguimiento semanal de las parcelas experimentales, registrando el grado de control de malezas hasta que estas comenzaron a germinar nuevamente. Estos datos relevantes se presentan en el presente estudio para evaluar la eficacia y duración del efecto de los tratamientos herbicidas.

Tabla 34

Promedios de gramínea con aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar, según fechas de evaluación

Tratamientos	ADA	DDA7	DDA1 4	DDA21	DDA2 8	DDA36	DDA45	DDA60
T0	23,67 a	52,67 b	59,33 b	70,00 b	82,00 b	89,00 b	112,33 b	137,33 b
T1	23,00 a	3,50 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	1,00 a	3,33 a
T2	23,33 a	1,10 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,33 a
T3	20,67 a	1,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,00 a
T4	19,67 a	4,33 a	1,67 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	3,00 a	4,33 a
T5	24,00 a	3,33 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,67 a	3,33 a
p-valor	0,765	0,010	0,005	0,005	0,005	0,005	0,010	0,010

En la tabla que muestra los promedios de gramíneas tras la aplicación de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar, las letras (ayb) indican que los tratamientos con letras iguales tienen promedios estadísticamente equivalentes. Se observa que antes de la aplicación, el p-valor fue de 0,765, lo que sugiere que no hay diferencias significativas entre los promedios de gramíneas ($p > 0,05$). Sin embargo, a los 7, 45 y 60 días después de la aplicación, el p-valor fue de 0,010 ($p < 0,05$), lo que sugiere que existen diferencias significativas en los promedios de gramíneas. En este contexto, los T1, T2, T3, T4 y T5 no mostraron diferencias significativas entre sus promedios, mientras que el T0 se destacó como diferente a los demás. Para los días 14, 21, 28 y 36 después de la aplicación, el p-valor fue de 0,005 ($p < 0,05$), lo que también indica diferencias significativas entre los promedios de gramíneas. Al igual que antes, los T1, T2, T3, T4 y T5 no presentaron diferencias significativas entre ellos, mientras que el tratamiento T0 fue diferente en comparación con los otros promedios. Según la tabla de promedios de gramíneas con la aplicación de herbicidas en el cultivo de caña de azúcar, los T1, T2, T3, T4 y T5 demostraron una

efectividad similar. En contraste, el T0 presentó la mayor cantidad de gramíneas en todas las fechas evaluadas.

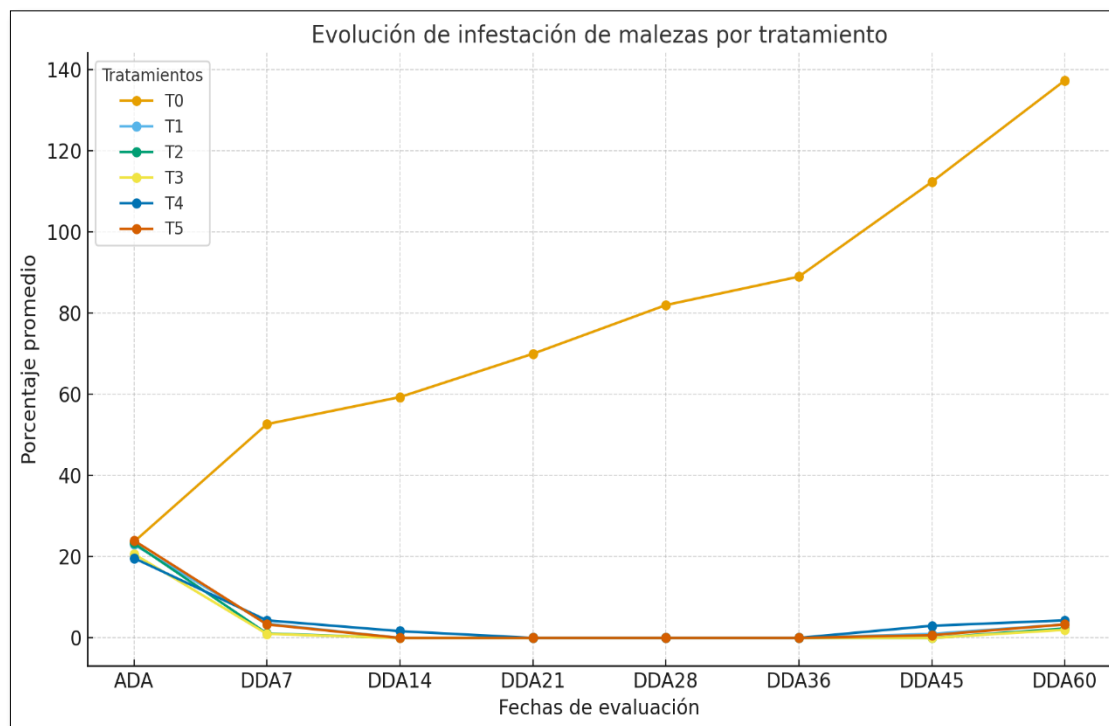


Figura 1. Promedio de malezas en el cultivo de caña de azúcar

Tabla 35

Eficacia con aplicación de herbicidas para control de malezas (gramínea) en el cultivo de caña de azúcar, según fechas de evaluación.

Tratamientos	DDA7	DDA14	DDA21	DDA28	DDA36	DDA45	DDA60
T ₁	93.35	100	100	100	100	99.11	97.58
T ₂	97.91	100	100	100	100	100	98.30
T ₃	98.10	100	100	100	100	100	98.54
T ₄	91.78	97.19	100	100	100	97.33	96.85
T ₅	93.68	100	100	100	100	99.40	97.58

Según la tabla de eficacia el tratamiento T2 y T3 son de mayor porcentaje de eficacia sobre la maleza Gramínea desde el día 7 alcanzaron la máxima eficacia registrada, además en el día 14 hasta día 45 alcanzaron el 100% de eficacia y para el día 60 pierden su eficacia.

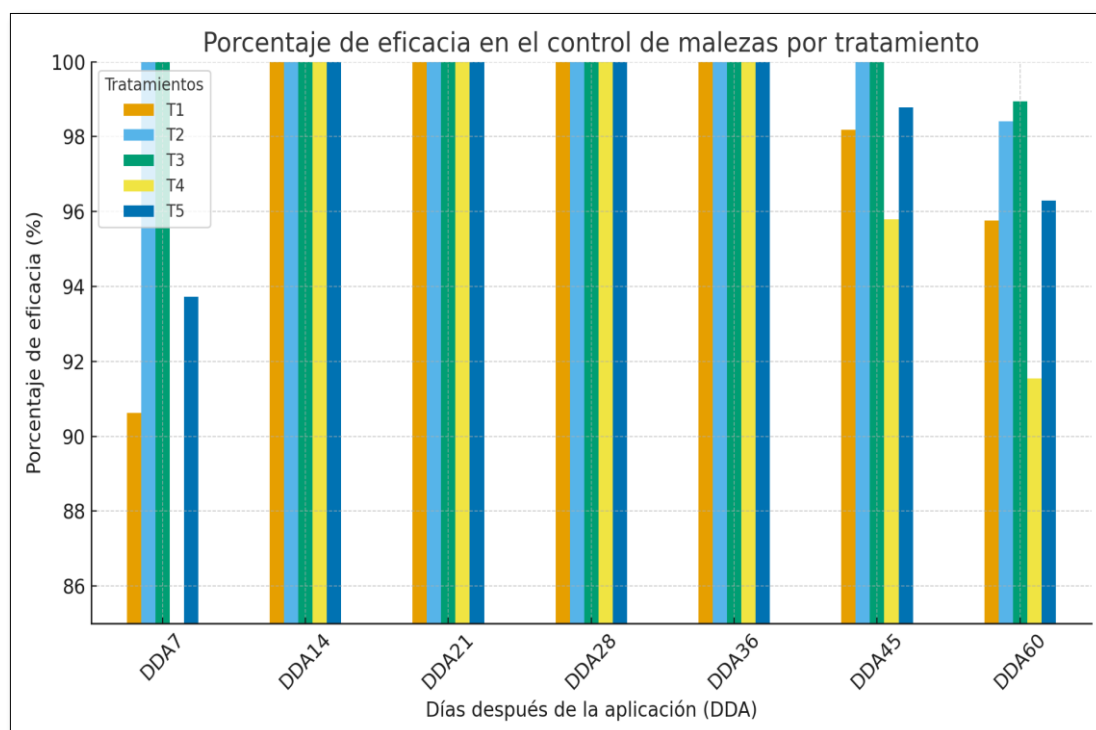


Figura 2. Eficacia de control de malezas gramíneas en caña de azúcar

Tabla 36

Promedios de Hoja Ancha con aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar, según fechas de evaluación

Tratamientos	ADA	DDA7	DDA14	DDA21	DDA28	DDA36	DDA45	DDA60
T0	5,33 a	10,67 c	13,00 b	17,00 b	22,67 b	39,00 b	55,33 b	63,00 b
T1	4,33 a	1,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	1,00 a	2,67 a
T2	5,67 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	1,00 a
T3	4,67 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,67 a
T4	5,00 a	2,33 b	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,33 a	5,33 a
T5	5,33 a	0,67 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,67 a	2,33 a
p-valor	0,859	0,015	0,005	0,005	0,005	0,005	0,011	0,011

En la tabla que muestra los promedios de malezas de hoja ancha tras la aplicación de herbicidas en el cultivo de caña de azúcar, las letras (a, byc) indican que los tratamientos con letras iguales tienen promedios estadísticamente equivalentes. Observamos que antes de la aplicación, el p-valor fue de 0,859, lo que es mayor que 0,05, indicando que no hay diferencias significativas entre los promedios de hoja ancha. Sin embargo, a los 7 días posterior a la aplicación, el p-valor fue de 0,015, menor que 0,05, lo que sugiere que existen diferencias significativas en los promedios de hoja ancha. En este caso, los T1, T2, T3 y T5 no mostraron diferencias significativas entre sus promedios, mientras que los T0 y T4 presentaron diferencias en comparación con los demás. Para los días 45 y 60 después de la aplicación, el p-valor fue de 0,011, también menor que 0,05, lo que indica diferencias significativas entre los promedios de gramíneas. En este contexto, los T1, T2, T3, T4 y T5 no mostraron diferencias significativas entre sí, mientras que el T0 fue diferente a los otros promedios. En cuanto a los días 14, 21, 28 y 36 después de la aplicación, el p-valor fue de 0,005, lo que nuevamente sugiere diferencias significativas entre los promedios de gramíneas. De manera similar a las evaluaciones anteriores, los T1, T2, T3, T4 y T5 no mostraron diferencias significativas entre ellos, mientras que el tratamiento T0 se destacó como

diferente a los demás. Según la tabla de promedios para las malezas de hoja ancha tras la aplicación de herbicidas en el cultivo de caña de azúcar, todos los T1, T2, T3, T4 y T5 demostraron la misma efectividad. En contraste, el T0 presentó la presencia más elevada de malezas de hoja ancha en todas las fechas evaluadas.

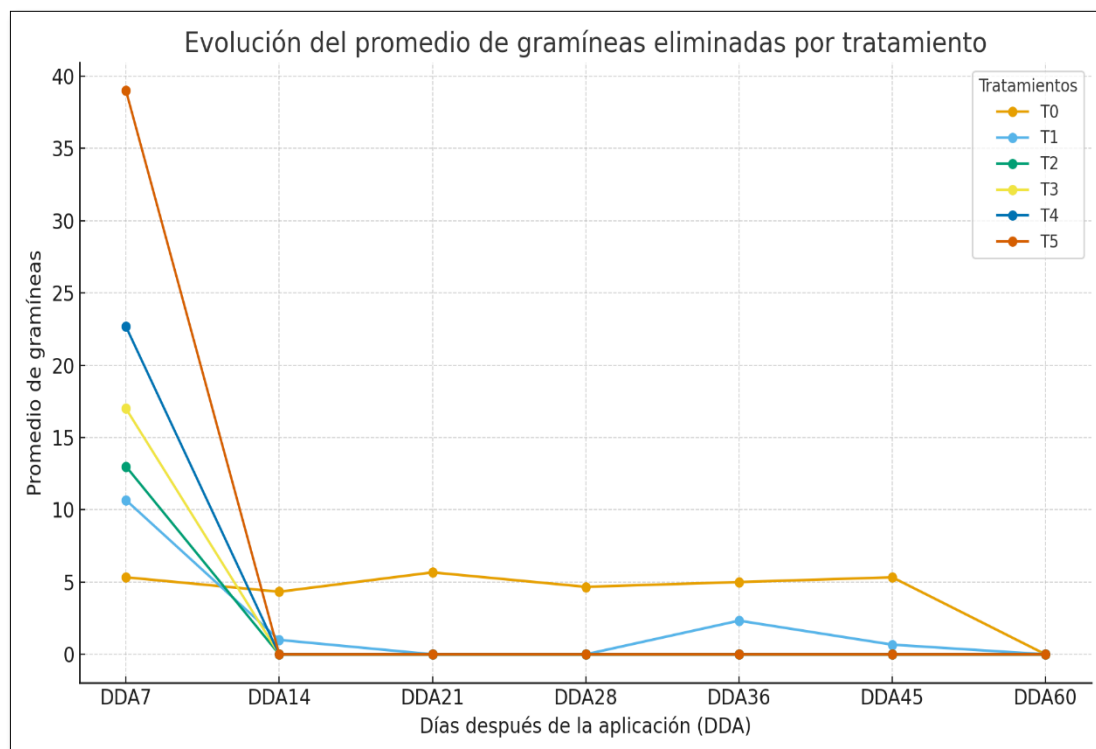


Figura 3. Promedio de malezas hoja ancha en caña de azúcar

Tabla 37

Comparación de tratamientos en hoja ancha para control de malezas (Hoja Ancha) en el cultivo de caña de azúcar, según fechas de evaluación

Tratamientos	DDA7	DDA14	DDA21	DDA28	DDA36	DDA45	DDA60
T ₁	90.63	100	100	100	100	98.19	95.76
T ₂	100	100	100	100	100	100	98.41
T ₃	100	100	100	100	100	100	98.94
T ₄	78.16	100	100	100	100	95.79	91.54
T ₅	93.72	100	100	100	100	98.79	96.30

Según la tabla de eficacia el tratamiento T2 y T3 son de mayor porcentaje de eficacia sobre la maleza hoja ancha alcanzaron el porcentaje de eficacia más elevado, en el día 7 hasta día 45 alcanzaron el 100% de eficacia y para el día 60 pierden su eficacia.

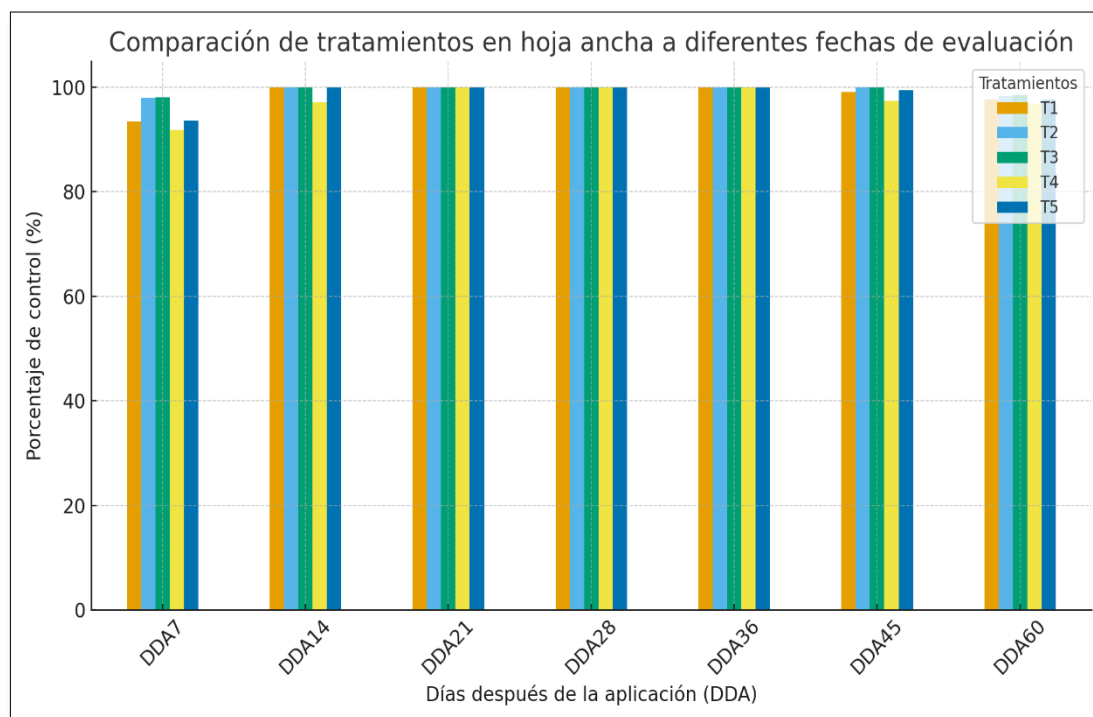


Figura 4. Comparación de tratamientos en hoja ancha para control de malezas en caña de azúcar

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que, en la evaluación inicial (ADA), no se observaron diferencias entre los tratamientos, lo que indica que el efecto de los herbicidas recién aplicados aún no se manifestaba. A partir de la primera semana (DDA7) comenzaron a registrarse contrastes significativos, principalmente en gramíneas, destacando los tratamientos T2 y T3 por mantener un control más prolongado y consistente. Los tratamientos T1, T4 y T5 mostraron una eficacia intermedia que disminuyó con el tiempo, mientras que el testigo (T0) presentó siempre la mayor densidad de malezas. En conjunto, los resultados confirman que T2 y T3 fueron las combinaciones más efectivas para reducir la competencia de malezas durante el periodo de evaluación.

En relación con el estudio de Alvarado (2023), existe similitud con nuestro estudio en cuanto al análisis del efecto residual de herbicidas en caña de azúcar, ya que ambos evaluaron la duración del control de malezas a lo largo de varias semanas tras la aplicación. Además, el estudio proporcionó un enfoque metodológico valioso respecto a la planificación de las evaluaciones periódicas, las técnicas de muestreo y la interpretación de resultados cuantitativos, lo cual fortaleció la estructura de nuestro propio análisis.

Por otro lado, la investigación de Salazar (2023), buscó determinar la eficacia de diferentes combinaciones de herbicidas en el control de malezas gramíneas y de hoja ancha, utilizando un diseño experimental similar al nuestro. Este estudio guarda relación con la presente investigación porque permitió identificar criterios para la selección de dosis adecuadas y la frecuencia de aplicación de los tratamientos, aportando una base sólida para establecer comparaciones y validar la eficacia de T2 y T3 en nuestro experimento.

Del mismo modo, el trabajo de Mendoza (2023), tuvo como propósito evaluar la eficacia de herbicidas combinados en caña de azúcar, considerando tanto la reducción inicial de malezas como su efecto residual. Su metodología nos sirvió de guía para la organización de parcelas, la toma de datos y la aplicación de pruebas estadísticas, asegurando que las observaciones en nuestro estudio fueran objetivas y consistentes.

En cuanto al estudio de Alvarado (2023), aunque los resultados sobre el efecto residual fueron menores a los observados en nuestro experimento, sirvió como referencia crítica para comprender la importancia de seleccionar herbicidas y combinaciones adecuadas. La comparación con nuestros resultados permitió evidenciar que las estrategias aplicadas en T2 y T3 tienen mayor eficacia prolongada, contribuyendo a la discusión sobre las mejores prácticas en control de malezas en caña de azúcar.

La investigación de Espinoza et al. (2021), fue útil para fortalecer la comprensión de la homogeneidad de las parcelas y la necesidad de garantizar condiciones comparables al inicio de los ensayos. Su enfoque sobre la selección y evaluación de unidades experimentales apoyó la planificación del muestreo y la interpretación de los resultados iniciales de malezas, reforzando la validez estadística de nuestro estudio.

De acuerdo con el estudio efectuado por Córdova (2021), quien enfocó su investigación en evaluar diferentes combinaciones de insumos agrícolas para maximizar la eficacia en el control de malezas. Su estudio guarda similitud con nuestro trabajo, ya que ambos buscan analizar la respuesta del cultivo ante distintas aplicaciones de herbicidas. Además, su metodología nos permitió reforzar la importancia de aplicar tratamientos uniformes y medir periódicamente la respuesta de las plantas, aportando un enfoque sistemático que se replicó en nuestro diseño experimental.

En relación con Martínez et al. (2022), la investigación que realizaron brindó antecedentes sobre el manejo experimental de malezas en cultivos de caña de azúcar, enfatizando la necesidad de establecer protocolos claros para la aplicación y evaluación de los tratamientos. Este estudio tiene similitud con el nuestro, ya que permitió organizar las parcelas y aplicar los herbicidas de manera ordenada, garantizando mediciones confiables en cada unidad experimental, lo que reforzó la validez de nuestros datos.

Por otro lado, Landa (2020), investigaron la persistencia de herbicidas y su efecto residual en cultivos similares, aportando criterios sobre los tiempos de evaluación y la frecuencia de las mediciones. Su trabajo se asemeja a nuestro estudio porque nos sirvió de guía para determinar que las observaciones se realizaran cada 7 días, asegurando un seguimiento detallado de la eficacia de los tratamientos T2 y T3. No obstante, difiere en los tipos de herbicidas utilizados y en los cultivos específicos evaluados, lo cual permitió complementar nuestro análisis comparativo.

Del mismo modo, Quispe (2019), destacó la relevancia de la selección de unidades experimentales homogéneas y la aplicación de técnicas de muestreo por conveniencia. Su estudio tiene semejanza con el nuestro en la planificación del muestreo, ya que nos ayudó a seleccionar parcelas y plantas representativas, asegurando que los resultados fueran confiables y comparables entre los distintos tratamientos.

Finalmente, Rodríguez, Barbosa, & Rodríguez (2019), aportaron antecedentes sobre la evaluación de la eficacia de herbicidas en el control de malezas gramíneas y de hoja ancha en condiciones de campo. Sus investigaciones se asemejan a nuestro estudio porque permitieron contextualizar nuestros resultados y establecer comparaciones con estándares previamente reportados. Además, destacan la superioridad de ciertas combinaciones de herbicidas frente a otras alternativas, lo que refuerza la consistencia de nuestros hallazgos respecto a la eficacia prolongada de T2 y T3.

CONCLUSIONES

Se determinó que los tratamientos T2 (Bentaxpro+Lampea a dosis de 1 l+0.5 l/cilindro) y T3 (Bentaxpro+Lampea a dosis de 1.5 l+0.5 l/cilindro) presentaron el mejor efecto residual sobre las malezas gramíneas y de hoja ancha, logrando un control efectivo hasta los 60 días después de la aplicación (dda). Los demás tratamientos mostraron un incremento progresivo en la presencia de malezas, destacando la eficacia superior de T2 y T3 frente al testigo y otros tratamientos aplicados.

En cuanto a la eficacia de control de los herbicidas, los tratamientos T2 y T3 lograron mantener un 100% de eficacia en el control de malezas gramíneas y de hoja ancha hasta los 45 dda. Esta efectividad demuestra que la combinación de Bentaxpro y Lampea permite un control prolongado, reduciendo la presión de malezas sobre el cultivo y favoreciendo un desarrollo más saludable de la caña de azúcar.

Finalmente, estos resultados permiten concluir que la aplicación de T2 y T3 no solo garantiza un control inicial efectivo, sino que también proporciona un efecto residual significativo, lo que optimiza la eficiencia del manejo de malezas en el cultivo. Esto respalda la relevancia de seleccionar dosis adecuadas y combinaciones de herbicidas que prolonguen la duración del control y reduzcan la necesidad de aplicaciones repetidas en el tiempo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda como punto de partida aplicar el tratamiento Bentaxpro+Lampea a dosis de 1.5 l+0.5 l/cilindro en el cultivo de caña de azúcar en San Jacinto, con el objetivo de controlar eficientemente las malezas de hoja ancha y gramíneas, asegurando un efecto residual prolongado hasta los 60 días después de la aplicación y favoreciendo el desarrollo del cultivo.

Se recomienda en investigaciones futuras de este tipo, realizar pruebas con diferentes mezclas y combinaciones de herbicidas en el cultivo de caña de azúcar en otras regiones del país, con el fin de evaluar la eficacia de los tratamientos en distintos contextos agroclimáticos y condiciones de suelo, lo que permitirá generar protocolos más amplios y aplicables a nivel nacional.

Se recomienda implementar rotaciones de herbicidas dentro del manejo del cultivo azucarero, con el propósito de evitar la aparición de resistencia en las malezas, garantizando así la sostenibilidad del control químico y prolongando la efectividad de los productos aplicados, optimizando la producción y reduciendo costos a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrotendencia. (2020). *Caña de azúcar (en línea)*. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-cana-deazucar/>
- Alvarado, J. (2023). *Evaluación de seis mezclas de herbicidas para el control de malezas en caña de azúcar Saccharum officinarum, Poaceae, en finca Cristóbal, Ingenio Madre Tierra, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/20069/1/Tg%281229%29Agro%20%20Alvarado%20Garc%C3%ADa.pdf>
- Arcus Global. (20 de Abril de 2018). *Mecánica de Suelos: Que es y cómo funciona*. Obtenido de [www.arcus-global.com: https://www.arcus-global.com/wp/mecanica-de-suelos-que-es-y-como-funciona/](https://www.arcus-global.com/wp/mecanica-de-suelos-que-es-y-como-funciona/)
- Bacuy, C. (2016). *Control de Rottboellia cochinchinensis en el cultivo de soca de caña de azúcar (Saccharum officinarum) con metolaclor y pendimetalin, solos y en mezcla aplicados en pre emergencia*. Guayaquil, Ecuador. 71 p.
- Barrera, M., Peña, L., & Matos, J. y. (2014). ¿Será la encuesta de arvenses una herramienta para las recomendaciones del Servicio de Control Integral de Arvenses? *Revista Cuba & Caña*, 1, 61-64.
- Bernal, A. (2018). *Las Metodologías para la Investigación y las Técnicas de Recolección de Datos* (Primera ed.). Distrito Federal, México: Mc Graw-Hill.
- Caseley, J. (2024). *Herbicidas*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/t1147s/t1147s0e.htm>
- CENGICANA. (2012). *(Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar) Manual de Malezas y Catálogo de Herbicidas Para el Cultivo de la 58 Caña de Azúcar en Guatemala*. Obtenido de <https://cengicana.org/files/20150902101640359.pdf>

- Chaves, M. (1986). *Conceptos práctico de importancia sobre el uso de herbicidas en caña de azúcar*. Obtenido de <https://servicios.laica.co.cr/laica-cvbiblioteca/index.php/Library/download/dZxVysdurMPaVpJFKexTPrHROzVeSlSx#:~:text=Pre%2Demergente%3A%20se%20aplican%20despu%C3%A9s,la%20mal a%20hierba%20o%20ambos>.
- Cordova, K. (2021). *Manejo de malezas en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum)*. Universidad técnica de Babahoyos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10196>
- Dolores, H., & Aldana, A. (2017). *Manejo integrado del cultivo de caña de azúcar. Perú. 34 p. (Manual Técnico)*.
- Duarte, O., & Gonzales, J. (2019). *Guía Técnica Cultivo de caña de azúcar. Paraguay. 44 p. (Manual Técnico)*.
- Espinoza, G., Ramos, F., Corado, M., Flores, R., Aguirre, I., & Camey, O. (2021). *Efectividad biológica de diclosulam 84 wg en el control de malezas en aplicación pre-emergente en áreas con subproductos de fábricas (cachaza) en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum spp)*. CENGICANA: Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra . Obtenido de <https://cengicana.org/files/20210730115906206.pdf>
- Estrada, J., Arand, E., Picard, G., & Henao, F. (2016). Ensilaje de caña de azúcar integral enriquecido por porcinaza fresca. *Revista de Orinoquia*, 17(1), 38-49.
- Gasperin, B. (2016). *Identificación, nivel de infestación y control de Rottboellia spp, en dos zonas de abastecimiento del fideicomiso ingenio la providencia 80331 ”. México, Universidad Veracruzana. .*
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). Santos Laguna, México: Mc Graw-Hill.
- Landa, J. (2020). *Efecto de prácticas alternativas de control de malezas y nutrición en variables agronómicas y en el manejo sostenible del cultivo de la caña de*

azúcar (*Saccharum officinarum*). Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6728>

Martínez Ramírez, R., Zuaznábar-Zuaznábar, R., & Rodríguez-García, J. (2022). Efectividad en el control de malezas y fitotoxicidad de Guateque GD 75 en caña de azúcar. *Ingeniería Agrícola*, 12(2), 60.64. Obtenido de <https://cu-id.com/2284/v12n2e08>

Mendoza, J. (2023). *Teledetección de malezas en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en el cantón Milagro*. Universidad técnica de Babahoyos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14887>

Patzan, K. (2015). *Evaluación de la eficacia de siete mezclas de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum spp.) en la finca camantulul*.

Pérez, H., Santana, I., & Rodríguez, I. (2016). *Manejo integrado de malezas en el cultivo de caña de azúcar*. Ed UTMACH. p 171-184.

Quispe, E. (2019). *Comparativo de mezclas de herbicidas de acción sistémica en el control de malezas de Saccharum officinalis L. "Caña de azúcar" valle Huaura*. Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrion. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3627/TESIS%20FINAL%20DE%20ENER%20QUISPE%2004%20DE%20MARZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Requena, G. (2016). *Manual de arvenses en el cultivo de caña de azúcar*. Colombia. 102 pp. (Nota Técnica).

Sáenz, Á., Cadet-Piedra, E., & Gómez-Gómez, R. (2023). Asociación entre entomofauna y arvenses en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). *Agrón. Mesoam*, 34(3). doi:<http://dx.doi.org/10.15517/am.2023.51502>

Sánchez Vivas, A. (2017). *Los Pesos específicos y el Porcentaje de absorción hidráulico de los hormigones para los pavimentos rígidos* (Primera ed.). Lima, Perú: Editorial UNI.

- Subirós, F. (1995). *El cultivo de la caña de azúcar. Costa Rica*. . Obtenido de https://books.google.com.gt/books?id=2wpC1j2AmkAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Trópicos. (2019). *Saccharum officinarum L (Caña de azúcar)*. . Obtenido de <http://legacy.tropicos.org/Name/25512479>
- Villalobos, O. (2021). Evaluación de residuos de cosecha combinados con herbicidas para el control de malezas en *Saccharum officinarum L. Poaceae* “caña de azúcar” Ingenio Tululá, San Andrés Villaseca, Retalhuleu. Licenciatura thesis, USAC. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/18005>
- Yara. (2020). Principios agronómicos en caña de azúcar (en línea). Obtenido de <https://www.yara.com.ec/nutricionvegetal/cana-de-azucar/principios-agronicos-en-cana-de-azucar/>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
VI: Herbicidas	Los herbicidas son productos químicos diseñados para eliminar o inhibir el crecimiento de hierbas indeseadas. Constituyen un tipo de plaguicida cuya acción se centra en alterar procesos fisiológicos y hormonales de las plantas, impidiendo su desarrollo normal y provocando su muerte (Cabrera García, 2019).	Se evaluó considerando los tipos de herbicidas aplicados, el modo de acción, número de aplicaciones, dosis por hectárea, técnica de aplicación, selectividad frente al cultivo, persistencia en el suelo y efecto residual sobre las malezas. Esto permitió determinar la eficacia en el control de malezas y posibles efectos negativos sobre la fisiología de la caña de azúcar (Cabrera García, 2019).	Tipo de herbicida	Número de aplicaciones Frecuencia de aplicación	Nominal
			Modo de acción	Clasificación del herbicida según mecanismo de control (selectivo, sistémico, residual)	Nominal
			Persistencia y efecto residual	Tiempo de acción efectivo sobre las malezas (días). Control de malezas a los 7, 14, 21...60 días	Razón
VD: Malezas	Las malezas son plantas que crecen en lugares no deseados, caracterizadas por su persistencia y su capacidad de competir con los cultivos por recursos como agua, nutrientes, luz y espacio, interfiriendo en el manejo agronómico y reduciendo el rendimiento (Subirós, 1995).	Se evaluó mediante el registro del número de plantas sobrevivientes por unidad de muestreo, biomasa fresca y seca, cobertura (%) de malezas en el área experimental, velocidad de recolonización tras la aplicación de herbicidas y porcentaje de control alcanzado por cada tratamiento (Cabrera García, 2019).	Gramíneas y hoja ancha	Número de plantas vivas Cobertura de malezas	Razón
			Eficacia del control	Porcentaje de reducción de malezas en cada evaluación (7, 14, 21, 28, 36, 45 y 60 dda)	Razón
			Distribución en el campo	Cobertura de malezas por parcela Densidad por m ²	Razón
			Recolonización	Velocidad y porcentaje de reaparecimiento de malezas después de la aplicación	Razón

Anexo 02: Matriz de consistencia

Problema	Variables	Objetivos	Hipótesis	Metodología
¿Cuál será el efecto de la aplicación de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) en San Jacinto?	Variable Independiente (VI): Herbicidas Variable Dependiente (VD): Malezas	Objetivo general Evaluar el efecto de la aplicación de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) en San Jacinto. Objetivos específicos - Determinar la eficacia de los herbicidas en el control de malezas gramíneas y de hoja ancha. - Determinar el efecto residual de los herbicidas aplicados sobre las malezas hasta los 60 días después de la aplicación.	Los tratamientos aplicados (T2: Bentaxpro+Lampea 1 l + 0.5 l y T3: Bentaxpro+Lampea 1.5 l + 0.5 l) presentarán un control eficaz de malezas gramíneas y de hoja ancha y mantendrán un efecto residual hasta los 60 días después de la aplicación.	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Investigación aplicada Alcance: Descriptivo Diseño: Experimental (DBCA) Población: Todas las malezas presentes en 3,584 m ² del área experimental. Muestra: Secciones de 1 m ² seleccionadas al azar en cada unidad experimental. Técnicas e instrumentos: Observación estructurada Ficha de recolección de datos (registro de número de malezas, biomasa, cobertura, eficacia de control).

Anexo 03: Instrumento de recolección de datos – Ficha de registro

Ficha de observación de la aplicación de Herbicidas

Título del proyecto: Aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) San Jacinto

Investigador: _____

Asesor: _____

Institución: _____

Fecha de recolección: _____

Lugar: *Área experimental de caña de azúcar, San Jacinto*

I. INSTRUCCIONES

1. El instrumento está diseñado para registrar la información sobre la eficacia de los herbicidas aplicados en el cultivo de caña de azúcar.
2. Cada unidad experimental corresponde a un cilindro de 1 metro lineal de surco, donde se aplicaron los tratamientos T0 a T5.
3. Las observaciones deben realizarse antes de la aplicación del herbicida y a los 7, 14, 21, 28, 36, 45 y 60 días después de la aplicación (dda).
4. Marque o registre los datos de manera clara y precisa en las columnas correspondientes.
5. Utilice las escalas indicadas para cada indicador.

II. DATOS GENERALES

Campo	Registro
Nombre del evaluador	Huerta Aguilar, Julio Héctor
Fecha de observación	
Unidad experimental	T0 / T1 / T2 / T3 / T4 / T5
Número de repetición	

III. VARIABLES Y REGISTRO DE DATOS

Variable Independiente (VI): Herbicidas

Definición Conceptual: Los herbicidas son productos químicos diseñados para eliminar o inhibir el crecimiento de hierbas indeseadas, alterando procesos fisiológicos de las plantas (Cabrera García, 2019).

Definición Operacional: Se registran tipo de herbicida, ingrediente activo, dosis aplicada, modo de acción, persistencia en el suelo y efecto residual sobre las malezas (Cabrera García, 2019).

Indicador	Registro
Tipo de herbicida	
Ingrediente activo	
Dosis aplicada (l/cilindro)	
Modo de acción (selectivo / sistémico / residual)	
Persistencia en el suelo (días)	
Observaciones	

Variable Dependiente (VD): Malezas

Definición Conceptual: Plantas que crecen en lugares no deseados y compiten con el cultivo por recursos esenciales, reduciendo rendimiento y afectando labores agrícolas (Subirós, 1995).

Definición Operacional: Se mide el número de plantas vivas por especie, biomasa fresca y seca, cobertura en el área, velocidad de recolonización y porcentaje de control de malezas por tratamiento (Subirós, 1995).

Indicador	Escala	Registro
Número de plantas gramíneas	Número de plantas/m ²	
Número de plantas de hoja ancha	Número de plantas/m ²	
Biomasa fresca (g)	Gramos	
Biomasa seca (g)	Gramos	
Cobertura de malezas (%)	%	
Eficacia del control de malezas gramíneas (%)	%	
Eficacia del control de malezas hoja ancha (%)	%	
Velocidad de recolonización (días)	Días	
Observaciones	Texto	

IV. REGISTRO DE APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS

Tratamiento	Herbicida	Ingrediente activo	Dosis por cilindro (l)	Fecha de aplicación	Observaciones
T0	Sin aplicación	-	-	//2025	
T1	Bentaxpro	Bentazone + MCPA	1	//2025	
T2	Bentaxpro + Lampea	Bentazone + MCPA + 2,4D	1 + 0.5	//2025	
T3	Bentaxpro + Lampea	Bentazone + MCPA + 2,4D	1.5 + 0.5	//2025	
T4	Embate + Lampea	Glifosato + 2,4D	2.5 + 0.5	//2025	
T5	Embate + Lampea	Glifosato + 2,4D	2.5 + 1	//2025	

V. OBSERVACIONES POR FECHA DE EVALUACIÓN (dda)

Unidad experimental	7 dda	14 dda	21 dda	28 dda	36 dda	45 dda	60 dda	Observaciones
Número de gramíneas								
Número de hoja ancha								
Cobertura (%)								
Biomasa fresca (g)								
Biomasa seca (g)								
% Eficacia gramíneas								
% Eficacia hoja ancha								

Nota: Registrar cualquier anomalía observada en el campo, como variaciones climáticas, problemas con la aplicación o presencia de malezas no identificadas. Este instrumento permite un control detallado del efecto residual de los herbicidas y la eficacia de los tratamientos aplicados, facilitando su análisis estadístico mediante SPSS

Anexo 04: Base de datos

Repetición	Día	TipoMaleza	T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	14DDA	Gramínea	56	0	0	0	1	0
1	14DDA	Hoja Ancha	13	0	0	0	0	0
1	21DDA	Gramínea	66	0	0	0	0	0
1	21DDA	Hoja Ancha	19	0	0	0	0	0
1	28DDA	Gramínea	76	0	0	0	0	0
1	28DDA	Hoja Ancha	22	0	0	0	0	0
1	36DDA	Gramínea	88	0	0	0	0	0
1	36DDA	Hoja Ancha	36	0	0	0	0	0
1	45DDA	Gramínea	105	1	0	0	3	2
1	45DDA	Hoja Ancha	49	1	0	0	2	0
1	60DDA	Gramínea	133	3	3	2	4	3
1	60DDA	Hoja Ancha	55	3	1	1	5	1
1	7DDA	Gramínea	49	3	1	1	4	3
1	7DDA	Hoja Ancha	11	1	0	0	2	0
1	ADA	Gramínea	22	21	25	15	19	29
1	ADA	Hoja Ancha	5	6	7	5	3	6
2	14DDA	Gramínea	65	0	0	0	2	0
2	14DDA	Hoja Ancha	14	0	0	0	0	0
2	21DDA	Gramínea	71	0	0	0	0	0
2	21DDA	Hoja Ancha	17	0	0	0	0	0
2	28DDA	Gramínea	81	0	0	0	0	0
2	28DDA	Hoja Ancha	22	0	0	0	0	0
2	36DDA	Gramínea	89	0	0	0	0	0
2	36DDA	Hoja Ancha	41	0	0	0	0	0
2	45DDA	Gramínea	117	1	0	0	2	2
2	45DDA	Hoja Ancha	66	1	0	0	2	4
2	60DDA	Gramínea	135	3	2	2	5	3

2	60DDA	Hoja Ancha	77	3	2	0	6	3
2	7DDA	Gramínea	61	4	1.3	1	5	2
2	7DDA	Hoja Ancha	11	0	0	0	2	2
2	ADA	Gramínea	30	29	22	22	22	22
2	ADA	Hoja Ancha	7	3	6	4	5	5
3	14DDA	Gramínea	57	0	0	0	2	0
3	14DDA	Hoja Ancha	12	0	0	0	0	0
3	21DDA	Gramínea	73	0	0	0	0	0
3	21DDA	Hoja Ancha	15	0	0	0	0	0
3	28DDA	Gramínea	89	0	0	0	0	0
3	28DDA	Hoja Ancha	24	0	0	0	0	0
3	36DDA	Gramínea	90	0	0	0	0	0
3	36DDA	Hoja Ancha	40	0	0	0	0	0
3	45DDA	Gramínea	115	1	0	0	4	0
3	45DDA	Hoja Ancha	51	1	0	0	3	0
3	60DDA	Gramínea	144	4	2	2	4	3
3	60DDA	Hoja Ancha	57	2	0	1	5	3
3	7DDA	Gramínea	48	3.5	1	1	4	5
3	7DDA	Hoja Ancha	10	2	0	0	3	0
3	ADA	Gramínea	19	19	23	25	18	21
3	ADA	Hoja Ancha	4	4	4	5	7	5

Anexo 05: Autorización por parte de la institución



“Año del bicentenario, de la consolidación de nuestra independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

Chimbote, 12 de Setiembre de 2024

Señor: Dr. Wilmer Carrasco Alvarado
Director de la universidad San Pedro

Presente.

De mi mayor consideración, me es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez comunicarme que doy mi autorización y permiso para que el joven Huerta Aguilar Julio Héctor, identificado con DNI N° 75806774, Bachiller del programa de estudios de Ingeniería Agrónoma de la Universidad San Pedro realice su proyecto de tesis denominado: Aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) San Jacinto.

Asimismo, autorizo el acceso a la información técnica y datos necesarios relacionados con el cultivo de caña de azúcar en el área de estudio en San Jacinto, incluyendo manejo agrícola, historial de aplicaciones de herbicidas, características de la tierra y condiciones de campo, que permitan el correcto desarrollo de su investigación. Todo ello será manejado bajo los principios de confidencialidad y respeto institucional. Se brindarán las facilidades necesarias para que el proceso de recolección de datos y aplicación de tratamientos sea eficiente y eficaz para la elaboración de su tesis.

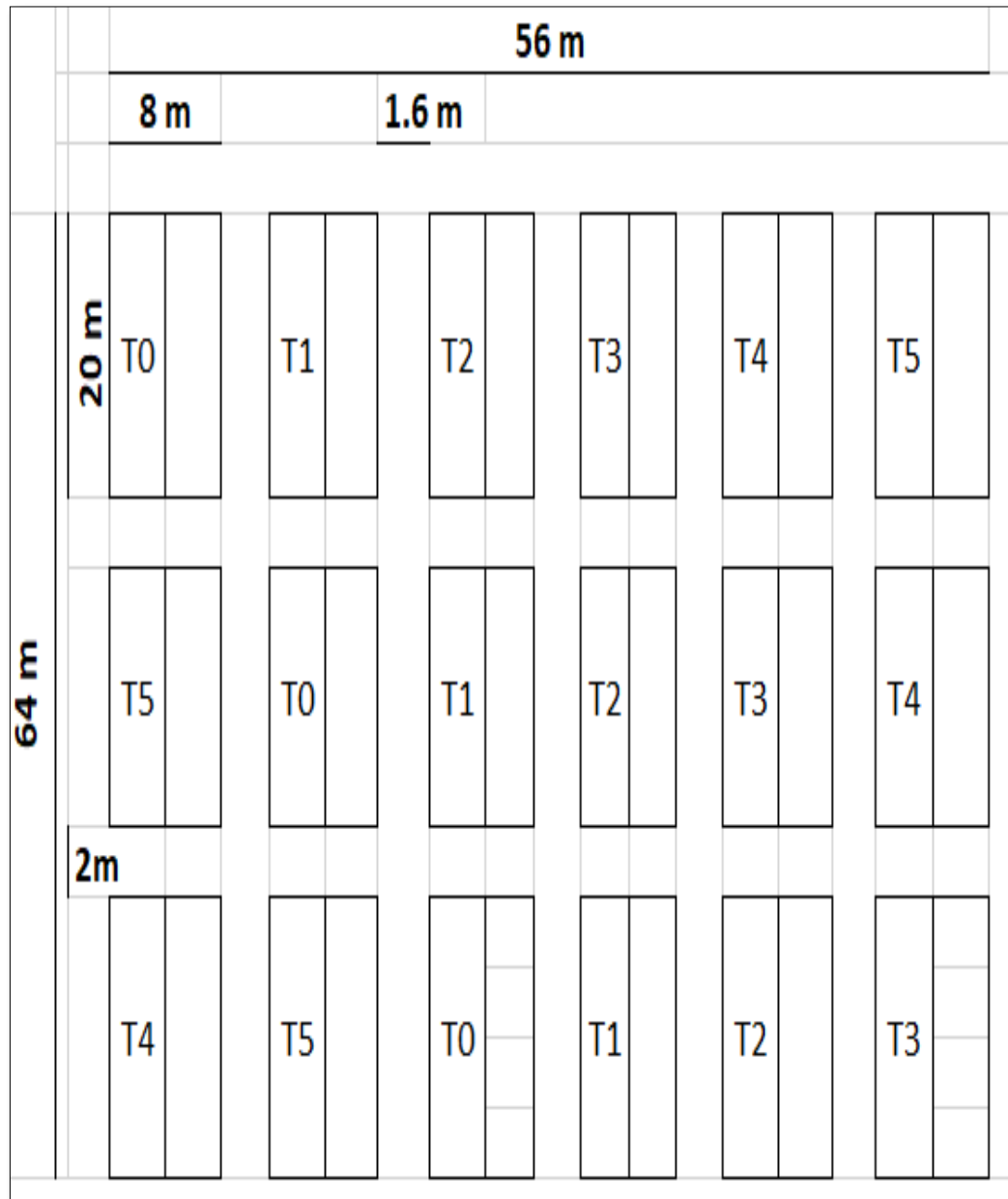
Sin otro particular me despido ante usted, manifestarle nuestra estima personal.

Atentamente.

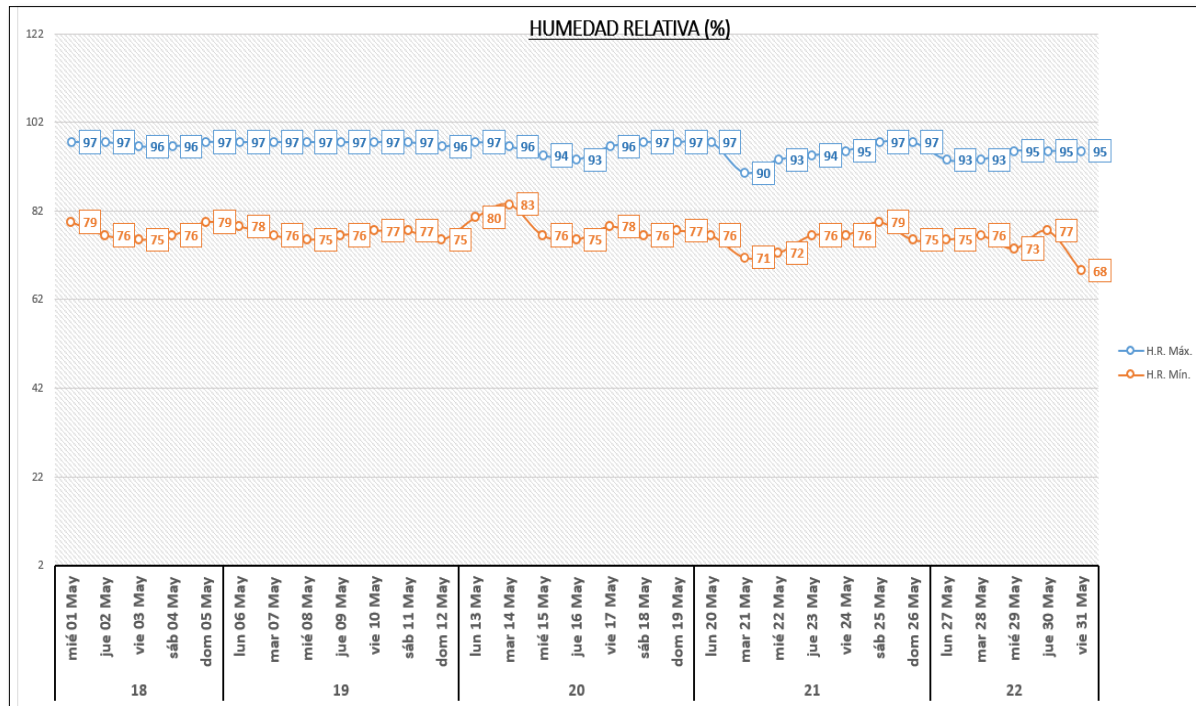
|


V°B°
ADOLFO RAMÍREZ LUNA ADOLFO E.
JEFE DE LA UNIDAD FORMULADORA
CAP 8974

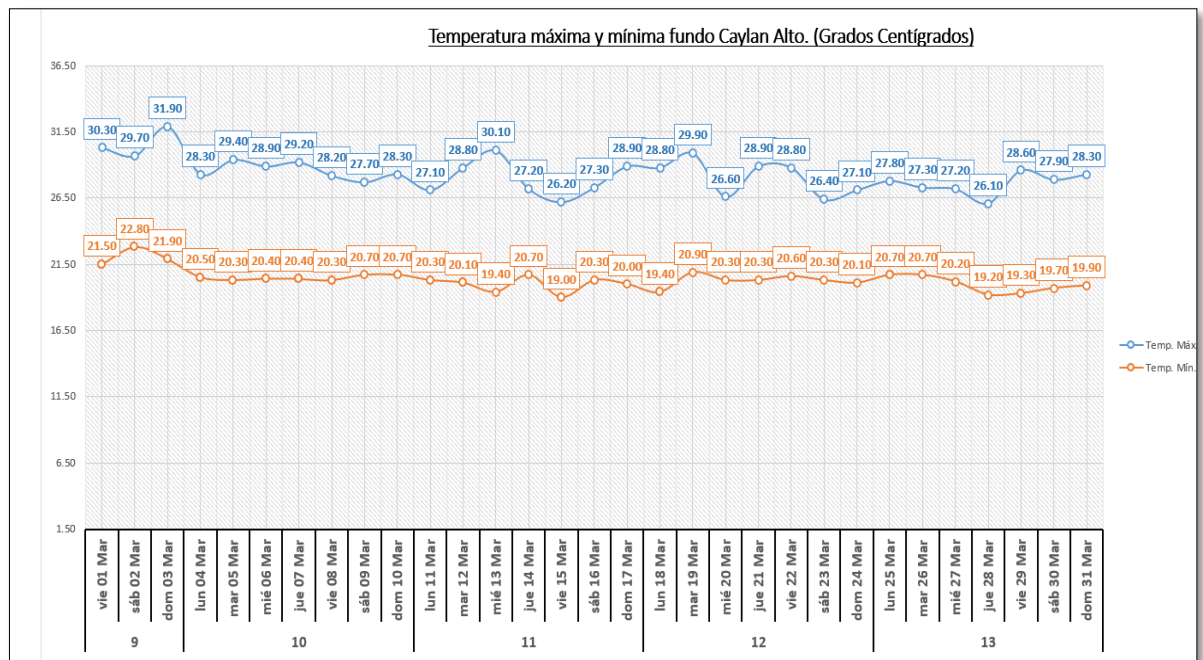
Croquis y distribución de los tratamientos del experimento



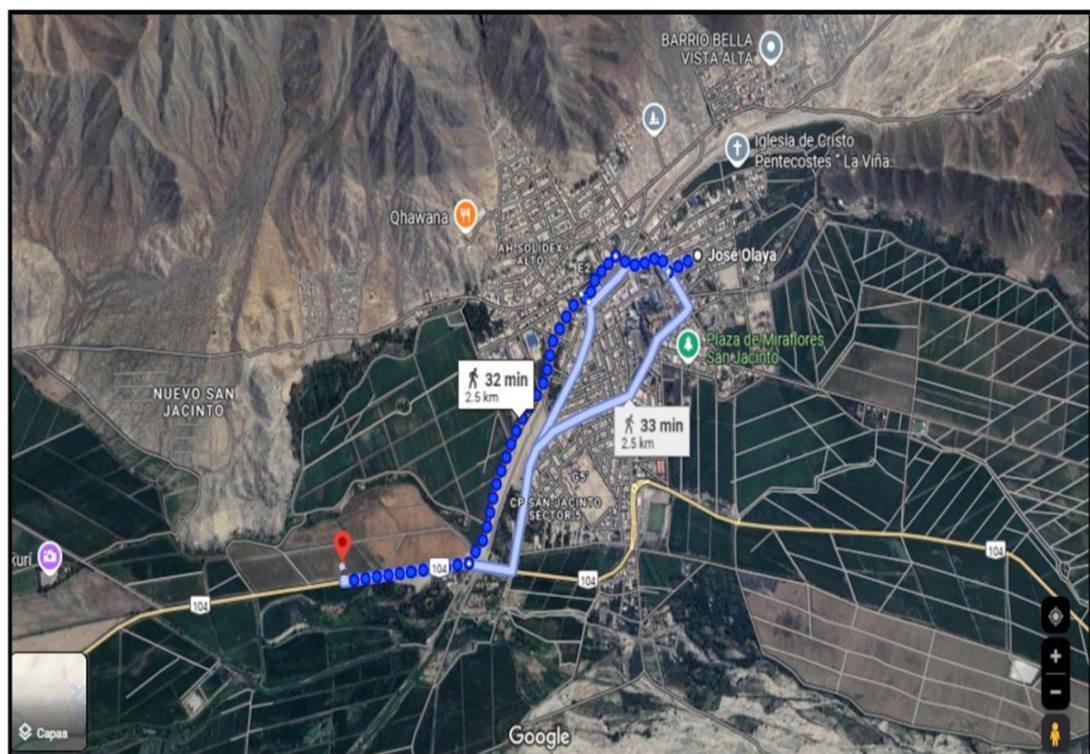
Datos meteorológicos de temperatura y humedad relativa - FASE I



Datos meteorológicos de temperatura y humedad relativa - FASE II



Ubicación de la investigación – San Jacinto, Nepeña



Evaluación de Momordica Charantia



Evaluación de Coquito



Evaluación de pasto de elefante



Evaluación de verdolaga



Evaluación de yuyo



Formato de publicación en el repositorio


USP
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
Huerta Aguilar Julio Hector		75806774	1117101118@usapedro.pe
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
☒ Tesis		☐ Trabajo de Suficiencia Profesional	
☐ Trabajo Académico		☐ Trabajo de Investigación	
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
☐ Bachiller		☒ Título Profesional	
☐ Título Segunda Especialidad		☐ Maestría	
☐ Doctorado			
4. Título del Documento de Investigación			
Aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) San Jacinto			
5. Programa Académico			
INGENIERÍA AGRÓNOMA			
6. Tipo de Acceso al Documento			
☒ Abierto o Público ² (info:eu-repo/semantics/openAccess)		☐ Acceso restringido ³ (info:eu-repo/semantics/restrictedAccess) (*)	
Embargo (Máximo 24 meses) (info:eu-repo/semantics/embargoedAccess)		Fecha de Liberación de embargo: ____ / ____ / ____ (Formato: día / mes / año)	
(*) En caso de restringido y embargo sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente, dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS⁴

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, el cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.⁶

Huella Digital



Ciudad

Día

Mes

Año

Chimbote 17 07 2025



Firma

Importante:

1. Según Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 8.2.

2. Ley N° 30073 Ley que regula el Repositorio Institucional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Innovación de Innovación y D. S. 006 - 2015-PCIA.

3. Si el autor, según el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer en línea de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital, respetando siempre los derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el marco de la Ley 822.

4. En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra de acuerdo a la directiva N° 004-2016-COMYTIC-DIRIC (Numerales 5.2 y 6.3) que rige el funcionamiento del Repositorio Institucional Digital.

5. Las Licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras de ficción y científicas, entre otros. Estas licencias también permiten que el autor otorgue el crédito por su obra.

6. Según el inciso 12.2 del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales (RD/N° 1) las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los motivados en sus repositorios institucionales prestando si son de acceso abierto restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital (RD/N° 1) a través del Repositorio A/CiA.

Nota: - En caso de fallecimiento en los datos se procederá de acuerdo a la Ley 27444, art. 32, inciso 32.3.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO | Repositorio Institucional Digital

Reporte de similitud

Aplicación de herbicidas para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) San Jacinto			
INFORME DE ORIGINALIDAD			
26%	25%	%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS			
1	repositorio.usanpedro.edu.pe		9%
	Fuente de Internet		
2	www.repositorio.usac.edu.gt		2%
	Fuente de Internet		
3	dspace.utb.edu.ec		2%
	Fuente de Internet		
4	vdocumento.com		1%
	Fuente de Internet		
5	www.coursehero.com		1%
	Fuente de Internet		
6	alicia.concytec.gob.pe		1%
	Fuente de Internet		
7	repositorio.unas.edu.pe		<1%
	Fuente de Internet		
8	documentop.com		<1%
	Fuente de Internet		
9	cengicana.org		<1%
	Fuente de Internet		
10	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD		<1%
	Trabajo del estudiante		
11	conadesuca.gob.mx		<1%
	Fuente de Internet		
12	repositorio.ucss.edu.pe		<1%
	Fuente de Internet		

13	revistamvz.unicordoba.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	buscador.una.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
16	lavozdelamado.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
17	redpav-fpolar.info.ve Fuente de Internet	<1 %
18	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
19	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
21	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
24	rcta.unah.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
26	repositorio.utmachala.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unini.edu.mx Fuente de Internet	<1 %

		<1 %
29	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	scielo.sld.cu Fuente de Internet	<1 %
31	1library.co Fuente de Internet	<1 %
32	apirepositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	journals.flvc.org Fuente de Internet	<1 %
34	www.basf.cl Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	revistaespacios.com Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
38	Submitted to Universidad Católica Boliviana "San Pablo" Trabajo del estudiante	<1 %
39	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
40	Submitted to Submitted on 1685502141701 Trabajo del estudiante	<1 %
41	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
42	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %

43	oceanrep.geomar.de Fuente de Internet	<1 %
44	rio.upo.es Fuente de Internet	<1 %
45	www.colpos.mx Fuente de Internet	<1 %
46	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	<1 %
47	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	<1 %
48	cienciasforestales.inifap.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
49	doaj.org Fuente de Internet	<1 %
50	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	www.bayercropscience.com.mx Fuente de Internet	<1 %
53	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
54	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
55	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
56	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
57	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
58	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %

59	sidalc.net Fuente de Internet	<1 %
60	tr-ex.me Fuente de Internet	<1 %
61	www.kibbutz.es Fuente de Internet	<1 %
62	busqueda.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
63	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
64	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
65	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	<1 %
66	tesisenred.net Fuente de Internet	<1 %
67	uaeh.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
68	www.agr.umss.edu.bo Fuente de Internet	<1 %
69	www.agr.una.py Fuente de Internet	<1 %
70	www.alaquairum.net Fuente de Internet	<1 %
71	www.ciat.cgiar.org Fuente de Internet	<1 %
72	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1 %
73	www.ingenieroambiental.com Fuente de Internet	<1 %
74	www.produccioncientificaluz.org Fuente de Internet	<1 %

75	docslib.org Fuente de Internet	<1 %
76	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
77	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
78	grupomontevideo.org Fuente de Internet	<1 %
79	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
80	revistas.unah.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
81	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
82	tede.ufrj.br Fuente de Internet	<1 %
83	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
84	www.cram.com Fuente de Internet	<1 %
85	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
86	www.ecoportal.net Fuente de Internet	<1 %
87	www.redepapa.org Fuente de Internet	<1 %
88	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
89	doczz.net Fuente de Internet	<1 %
90	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	< 6 words
Excluir bibliografía	Activo		