

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA**



**“EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE DIFERENTES
TIPOS DE HERBICIDAS EN EL CULTIVO
DE CHÍA (*Salvia hispánica* L.)”**

**TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)**

**Elaborada por:
CHRISTIAN JONATHAN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ**

**Para obtener el título de:
INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

Director interno: M.E. Walter Manuel Zúñiga Maldonado

Director externo: Dr. Salvador Montes Hernández

Salvatierra, Gto.

Febrero, 2025



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra
Subdirección académica

ANEXO XXXIII. FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

C. ING. LIZBETH ESTEFANÍA ESCOBAR PANIAGUA
Jefe del Departamento de Servicios Escolares
ITESS

PRESENTE

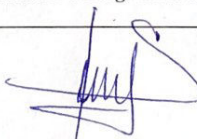
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto de titulación integral para para su impresión y realización del acto de examen profesional:

Nombre del estudiante y/o egresado:	CHRISTIAN JONATHAN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ
Carrera:	INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE
No. de control:	AG18110200
Nombre del proyecto:	"EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE DIFERENTES TIPOS DE HERBICIDAS EN EL CULTIVO DE CHÍA (<i>Salvia hispánica</i> L.)"
Producto:	TESIS

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica


M.E. WALTER MANUEL ZÚÑIGA MALDONADO
Coordinador de Ing. Innovación Agrícola

 M.E. Walter Manuel Zúñiga Maldonado DIRECTOR	 Dra. Marcia Maribel Martínez Scott REVISOR 1	 M.E. Maribel Ramos Aguilar REVISOR 2
--	--	---

* solo aplica para el caso de tesis o tesina

c.c.p. Expediente



Manuel Gómez Marín No. 300 Comunidad de Janicho, Salvatierra, Guanajuato C.P.
38933 Tels. 466 663 98 00 y 466 688 06 31 Ext. 129, e-mail:
wazuniga@itess.edu.mx | www.itess.edu.mx



2024
Felipe Carrillo
DIRECTOR



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SALVATIERRA
COORDINACIÓN DE INNOVACIÓN EN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

TESIS
Presentada por:

CHRISTIAN JONATHAN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de

INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

Aprobado por

M.E Walter Manuel Zúñiga Maldonado

Director interno de Tesis

Dr. Salvador Montes Hernández

Director externo de Tesis

Dra. Marcia Maribel Martínez Scott

Revisor

M.E Maribel Ramos Aguilar

Revisor

M.E Walter Manuel Zúñiga Maldonado

Coordinador de Innovación en Agrícola Sustentable

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios y a la Virgen de Guadalupe por haberme cuidado, acompañado y guiado desde el comienzo hasta la culminación de esta bonita e importante etapa de mi vida, ya que me brindaron salud y fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad, por lo que sin ello no hubiese adquirido este gran logro.

A Mis padres J. Jesús Martínez Flores y Carmen Rodríguez Hernández, a mis hermananos y sobrinos. Por siempre brindarme su gran apoyo incondicional, por siempre confiar en mí, por alentarme y respaldarme en todo momento sobre todo en los momentos más difíciles, por todo el sacrificio y esfuerzo que hicieron por mí, por inculcarme siempre el buen camino y sobre todo por hacer de mí una persona con principios y valores. Gracias por ser un pilar fundamental en mi vida.

A mi novia Denisse Mendoza Tovar por todo su apoyo incondicional, por siempre motivarme para dar siempre lo mejor de mí, por siempre estar ahí para escucharme, aconsejarme, alentarme en todo momento y sobre todo por creer en mí y en mis capacidades desde el comienzo hasta la culminación de este largo y bello proceso.

A mis asesores el Dr. Salvador Montes Hernández y el M.E Walter Manuel Zúñiga Maldonado, igualmente a mis revisores la Dra. Marcia Maribel Martínez Scott, la M.E Maribel Ramos Aguilar, como también a los colaboradores como lo fue el M.C. Tomás Medina Cazares, la Dra. Sarahyt S. González Figueroa y el Dr. Miguel Hernández Martínez. Por brindarme todo su apoyo, por brindarme plenamente su confianza, por todos los consejos y enseñanzas que recibí de su parte y sobre todo por dedicarme el valioso de su tiempo dirigido hacia mí en todo este proceso, muchas gracias por todo.

A mi equipo de trabajo conformado por la ingeniera Angélica Sánchez Echeverría, a la Lic. Ma. Concepción García y al Ing. Erik como también a todos y cada uno de los trabajadores que se vieron involucrados en el proceso. Por brindarme todo su apoyo a lo largo de todo este proceso y en cada una de las etapas del proyecto, por su

solidaridad, amabilidad, compañerismo y sobre todo por la gran amistad que se llegó a consolidar en todo este lapso.

Al Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, por brindarme sus puertas y darme la oportunidad de formar parte de sus alumnos, por formarme tanto profesionalmente como personalmente, agradeciéndoles también a todos los docentes que forman parte la carrera de IIAS y a todos y cada uno de mis compañeros que me acompañaron en esta maravillosa etapa, a los cuales les deseo mucho Éxito.

DEDICATORIAS

A mi Familia

Este gran logro se lo dedico con mucho cariño a toda mi familia en general y a toda aquella persona que creyó en mí, por creer y confiar plenamente en mí y en mis capacidades desde el comienzo hasta la culminación de todo este proceso. Ya que este logro es también de todos y cada uno de ustedes. Gracias por todo su esfuerzo y apoyo que me brindaron ya que fue pieza fundamental para concluir esta bonita etapa de mi vida. De todo corazón muchas gracias.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN	xii
ABSTRAC	xiii
CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1 Introducción	1
1.1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema	4
1.2.1 Justificación.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Hipótesis	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Importancia de los herbicidas en la producción agrícola	6
2.1.1 Importancia del control de malezas.....	6
2.2 Tipos de herbicidas.....	6
2.2.1 Época de aplicación	7
2.2.3 Selectividad	7
2.2.4 Tipo de acción	7
2.2.5 Modo de acción	7

2.3 Descripción de los herbicidas utilizados	8
2.3.1 Basagran® 480	8
2.3.2 Select Ultra.....	8
2.3.3 Goal Tender	8
2.3.4 Laudis®.....	9
2.3.5 Pixxaro®.....	9
2.3.6 Herbitech	9
2.3.7 Sec Natural	10
2.4 Generalidades del cultivo de la Chía	10
2.4.1 Origen del cultivo.....	10
2.4.2 Usos	10
2.4.2.1 Gastronómico	10
2.4.2.2 Medicinal	11
2.4.2.3 Artístico	11
2.5 Importancia económica de la chía	11
2.5.1 Producción Mundial.....	11
2.5.2 Producción Nacional	12
2.6 Taxonomía.....	13
2.7 Descripción morfológica de la chía	14
2.8 Requerimientos edafoclimaticos	14
2.8.1 Suelo y pH.....	14
2.8.2 Salinidad	14
2.8.3 Temperatura.....	14
2.9 Labores culturales	15
2.9.1 Riego.....	15

2.9.2 Fertilización	15
2.9.3 Métodos de siembra y Marcos de plantación	15
2.10 Plagas.....	16
2.11 Enfermedades	17
2.12 Cosecha.....	18
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Área de estudio.....	19
3.2 Diseño experimental y distribución de los tratamientos	19
3.3 Preparación del área experimental	20
3.3.1 Fecha de siembra.....	21
3.3.2 Fertilización del cultivo de chíá	21
3.3.3 Riego.....	22
3.3.4 Diagnóstico de plantas arvenses en el área de estudio	22
3.3.5 Aplicación de tratamientos	22
3.4 Variables a evaluar	23
3.4.1 Identificación y conteos de plantas arvenses	24
3.4.2 Porcentaje de cobertura del cultivo y plantas arvenses	24
3.4.3 Porcentaje de daño visual al cultivo	25
3.4.4 Porecentaje de control de malezas	26
3.4.5 Peso fresco del cultivo y plantas arvenses.....	27
3.4.6 Número de panojas y tallos por planta de chíá	29
3.4.7 Altura de la planta de chíá.....	29
3.4.8 Tamaño de panoja	30
3.4.9 Herramienta estadística	30
3.4.10 Cosecha de muestras	30

3.4.11 Cribado de semilla de chía	31
3.4.12 Pesaje de muestras.....	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1 Diagnóstico y muestreos de plantas arvenses en el área de estudio	36
4.2 Análisis de varianza	39
4.3 Porcentaje de cobertura del cultivo y plantas arvenses	40
4.4 Porcentaje de control de malezas y fitotoxicidad hacia el cultivo (1er muestreo)	42
4.5 Porcentaje de control de malezas y fitotoxicidad hacia el cultivo (2do muestreo)	43
4.6 Peso en fresco del cultivo y de malezas de hoja angosta.....	44
4.7 Peso fresco de malezas de hoja ancha	45
4.8 Número de panojas y tallos	47
4.9 Altura total de la planta, altura a base de panoja y tamaño de panoja	48
4.10 Rendimiento.....	49
4.11 Discusión	49
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1 Conclusiones	52
5.2 Recomendaciones	54
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA	55
CAPITULO VII. ANEXOS	62
Anexo 1. Análisis estadístico	62
Anexo 1.1 Análisis estadísticos ANOVA	62
Anexo 2. Imágenes de actividades realizadas en campo	84
Anexo 2.1 Prueba de germinación.	84

Anexo 2.2 Siembra.....	84
Anexo 2.3 Dosificación de fertilización.....	85
Anexo 2.4 Identificación de malezas.....	85
Anexo 2.5 Control manual de malezas.....	86
Anexo 2.6 Resultado de control manual.....	86
Anexo 2.7 Preparación de mezclas de herbicidas para su aplicación.....	87
Anexo 2.8 Aplicación de tratamientos.	87
Anexo 2.9 Chía dos meses después de la siembra.	88
Anexo 2.10 Semilla de chíá obtenida.	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción mundial de Chía.	12
Tabla 2. Distribución de producción de chía en México durante el año agrícola O-I + P-V 2021.....	13
Tabla 3. Taxonomía de la Chía.	13
Tabla 4. Dosificación de tratamientos.	23
Tabla 5. Cuantificación de malezas en el cultivo de chía previo a cada tratamiento aplicado, CEBAJ, lote 24, ciclo P-V 2022.....	36
Tabla 6. Cuantificación de malezas en el cultivo de chía posterior a cada tratamiento aplicado, CEBAJ, lote 24, ciclo P-V 2022.....	38
Tabla 7. Pruebas de análisis de varianza en las variables evaluadas en el control postemergente de las malezas en el cultivo de chía.	39
Tabla 8. Comparación de medias de la variable, en la cobertura del cultivo, cobertura de maleza en el cultivo de chía.	41
Tabla 9. Comparación de medias de las variables en el primer recuento, en el control de maleza y daño al cultivo en el experimento de chía.	42
Tabla 10. Comparación de medias de las variables en el segundo recuento, en el control de malezas y daño al cultivo, en el experimento de chía.....	43
Tabla 11. Comparación de medias de la variable peso fresco del cultivo de chía y de malezas de hoja angosta, zacate Johnson, coquillo y maíz mostrenco, en el experimento de chía.....	45
Tabla 12. Comparación de medias de la variable peso fresco de las malezas de hoja ancha, quiebraplato, olotillo, chayotillo, lechosa, torito, trébol y malva, presentes en el cultivo de chía.	46
Tabla 13. Comparación de medias, variable número de panojas y número de tallos, en el cultivo de chía.....	47
Tabla 14. Comparación de medias de la variable, en tamaño de panoja, altura total de la planta y altura a la base de la panoja, en el cultivo de chía.....	48
Tabla 15. Comparación de medias de la variable, en rendimiento, en el cultivo de chía.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del CEBAJ-INIFAP	19
Figura 2. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el cultivo de chíá.	20
Figura 3. Siembra manual de chíá	21
Figura 4. Preparación de mezcla de Urea + DAP.....	22
Figura 5. Aplicación de los herbicidas.	23
Figura 6. Colocación de cuadrante para la identificación y conteos de maleza.	24
Figura 7. Visualización de los porcentajes de cobertura del cultivo y malezas.	25
Figura 8. (a) Necrosis en la planta de chíá ocasionada por fitotoxicidad del herbicida, (b) malformaciones de tallos y hojas, (c) inhibición de crecimiento y clorosis.	26
Figura 9. (a) Mal formaciones, clorosis e inhibición de crecimiento en la planta de torito, lechosa y Johnson, (b) necrosis en la planta de chayotillo.....	27
Figura 10. Separación de plantas de chíá con plantas arvenses.	28
Figura 11. Pesaje de plantas de chíá.	28
Figura 12. Toma de medición de altura total de la planta de chíá.	30
Figura 13. Cosecha de panojas de chíá.....	31
Figura 14. Trituración de panojas de chíá.	32
Figura 15. Cribado de semilla de chíá en harnero.....	33
Figura 16. Cribado de semilla de chíá en maquina cribadora.	33
Figura 17. Embolsado y etiquetado de semilla de chíá.	34
Figura 18. Pesaje de semillas de chíá de cada muestra.	35

RESUMEN

La chía (*Salvia hispánica* L.), es un cultivo alternativo que contribuye a romper el ciclo de plagas y enfermedades, mejorar el proceso de fijación de nitrógeno y otros nutrientes que favorecen la fertilidad del suelo, permite aprovechar la humedad del suelo y el agua de riego. En Guanajuato se han reportado más de 150 hectáreas sembradas con chía, sin embargo, la presencia de malezas en el cultivo va en desmedro de la calidad y pureza del material comercializable. El porcentaje de impurezas dentro de una muestra de chía es de 4,5 a 39%. El objetivo de esta investigación fue evaluar la fitotoxicidad y efectividad biológica de siete herbicidas, un control manual y un testigo absoluto sobre el cultivo de chía en el Campo Experimental Bajío-INIFAP en Celaya, Gto., durante el ciclo P-V 2022. Se estableció un diseño completamente al azar con 10 tratamientos y cuatro repeticiones. La aplicación de los tratamientos fue postemergente. Se realizaron diagnósticos y conteos visuales de malezas antes y posterior a la aplicación (20 días después). Las variables evaluadas fueron: porcentaje de cobertura del cultivo de malezas de hoja ancha y hoja angosta, porcentaje de fitotoxicidad, control de malezas de hoja ancha y hoja angosta, peso en fresco del cultivo y malezas de hoja ancha y hoja angosta, número de panojas y tallos, Altura de planta, tamaño de panoja y Rendimiento. Los tratamientos con menor porcentaje de fitotoxicidad fueron: El Control manual con 0% de fitotoxicidad, Basagran + Select a la dosis evaluada de $3.0 + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ el cual obtuvo 0% de fitotoxicidad y Basagran + Select + Inex a la dosis evaluada de $1.5 + 1.0 \text{ L} + 5\% \text{ L ha}^{-1}$ con 0% de fitotoxicidad. En relación al control de hoja ancha los tratamientos que presentan control de este tipo de maleza mayor a 85 % son: el Control manual con 100% de control, Basagran + Select a la dosis evaluada de $3.0 + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ el cual obtuvo 89.5% de control, Goal + Select a la dosis evaluada de $0.6 + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ con 89.5 % de control y Herbitech + Select a la dosis evaluada de $15 \text{ ml/L} + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ con 87.5% de control. Respecto a las malezas de hoja angosta todos los tratamientos a excepción del testigo presentaron un control superior al 90%, los tratamientos más destacables además del control manual fueron: Sec Natural + Select a una dosis evaluada de $2.0 + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ con 99.5 % de control y Herbitech + Select a una dosis evaluada de $15 \text{ ml/L} + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ con 98.5% de control. En cuanto al rendimiento en kg ha^{-1} los tratamientos que

rindieron más fueron: Basagran + Select + Inex a la dosis evaluada de 1.5 + 1.0 + 5% L ha⁻¹ con 797.7 kg ha⁻¹ y el Control manual con 734.8 kg ha⁻¹.

ABSTRAC

Chia (*Salvia hispánica* L.), is an alternative crop that helps break the cycle of pests and diseases, improves the process of nitrogen fixation and other nutrients that promote soil fertility, and allows you to take advantage of soil moisture and water. irrigation. In Guanajuato, more than 150 hectares have been reported planted with chia, however, the presence of weeds in the crop detracts from the quality and purity of the marketable material. The percentage of impurities within a chia sample is 4.5 to 39%. The objective of this research was to evaluate the phytotoxicity and biological effectiveness of seven herbicides, a manual control and an absolute control on the cultivation of chia in the Bajío-INIFAP Experimental Field in Celaya, Gto., during the P-V 2022 cycle. randomized design with 10 treatments and four repetitions. The application of the treatments was post-emergent. Diagnostics and visual counts of weeds were carried out before and after application (20 days later). The variables evaluated were: percentage of crop coverage of broadleaf and narrowleaf weeds, percentage of phytotoxicity, control of broadleaf and narrowleaf weeds, fresh weight of the crop and broadleaf and narrowleaf weeds, number of panicles. and stems, plant height, panicle size and yield. The treatments with the lowest percentage of phytotoxicity were: Manual Control with 0% phytotoxicity, Basagran + Select at the evaluated dose of 3.0 + 1.0 L ha⁻¹ which obtained 0% phytotoxicity and Basagran + Select + Inex at the evaluated dose. of 1.5 + 1.0 L + 5% L ha⁻¹ with 0% phytotoxicity. In relation to broadleaf control, the treatments that present control of this type of weed greater than 85% are: Manual Control with 100% control, Basagran + Select at the evaluated dose of 3.0 + 1.0 L ha⁻¹ which obtained 89.5% control, Goal + Select at the evaluated dose of 0.6 + 1.0 L ha⁻¹ with 89.5% control and Herbitech + Select at the evaluated dose of 15 ml/L + 1.0 L ha⁻¹ with 87.5% control. Regarding narrow-leaf weeds, all treatments except for the

control presented a control greater than 90%, the most notable treatments in addition to manual control were: Sec Natural + Select at an evaluated dose of 2.0 + 1.0 L ha⁻¹ with 99.5 % control and Herbitech + Select at an evaluated dose of 15 ml/1 + 1.0 L ha⁻¹ with 98.5% control. Regarding the yield in kg ha⁻¹, the treatments that yielded the most were: Basagran + Select + Inex at the evaluated dose of 1.5 + 1.0 + 5% L ha⁻¹ with 797.7 kg ha⁻¹ and Manual Control with 734.8 kg ha⁻¹ -1.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

La producción, consumo y demanda de chía en México y a nivel mundial se ha incrementado en los últimos años, por ser una fuente de aceite con altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados y compuestos fenólicos. En México sigue una tendencia a la alza ya que de acuerdo al SIAP en el año 2006 a nivel nacional solo se cultivaron 15 ha mientras que en el año 2021 incremento a 6,238 ha, observándose así un incremento gradual en la superficie sembrada (SIAP, 2021).

En el contexto agropecuario mexicano existe incertidumbre debido al desplome de los precios de los cultivos básicos y los cambios ambientales, los agricultores están en busca de cultivos alternativos que satisfagan las necesidades de alimentación actual, que permitan hacer frente a los cambios climáticos y que cumplan con las características nutricionales requeridas ya que son pocas las opciones de cultivos alternativos, que puedan insertarse en su sistema tradicional de rotación. Por lo cual debe de buscarse alternativas que se integren en este proceso y que se adapten a este ambiente cambiante. La chía es un cultivo que actualmente está adquiriendo mucha demanda en el mercado, por lo que se considera que es una magnífica oportunidad de explorar su adaptación y productividad en la región Centro de México. (Xingú-López et al., 2022).

Debido a la falta y poca información que existe sobre el manejo agronómico del cultivo de Chía en la región y con la finalidad de contribuir y consolidar un buen programa de manejo integrado de malezas para el cultivo de chía en el estado de Guanajuato. Se planteó realizar un estudio en la zona centro de México, con el objetivo de controlar eficazmente las malezas presentes en el cultivo de chía, enfocado a evaluar herbicidas postemergentes que logren contrarrestar la competencia provocada por las malezas durante el periodo crítico de interferencia, sin que estos productos perjudiquen al cultivo y que finalmente se pueda lograr un producto de calidad.

1.1.1 Antecedentes

De acuerdo a una investigación realizada por Medina y Montes (2016), destacan que la presencia de malezas en el cultivo va en desmedro de la calidad y pureza del material comercializable. Los tratamientos encontrados con menor porcentaje de fitotoxicidad tanto para chíá Pinta como Blanca fueron: Bentazona + Fluazifopbutil a las dosis de 2.0 +3.0 y 4.0 + 3.0 L ha⁻¹ con 4 y 6% de fitotoxicidad, Carfentrazone + Fluazifop butil a las dosis 90 mL + 3.0 L y 180 mL + 3.0 L ha⁻¹ con 5 y 6% de fitotoxicidad y oxyfluorfen a las dosis de 1.0 y 2.0 L ha⁻¹ con 15 y 26 %. En relación al control de hoja ancha los tratamientos que presentan control de este tipo de maleza mayor a 85 % son: Dicamba + 2,4-D amina + Fluazifop-butil a las dosis de 1.0 + 3.0 y 2.0 +3.0 L ha⁻¹, Imazetapyr a las dosis de 1.0 y 2.0 L ha⁻¹, Mesosulfuron + Iodosulfuron a las dosis de 1.0 y 2.0 L ha⁻¹ y Dicamba + Atrazina + Fluazifop-butil a las dosis de 1.5 + 3.0 y 3.0 + 3.0 L ha⁻¹ en relación a las maleza de hoja angosta los tratamientos con control superior a 90 % son: todos las que tienen Fluazifop-butil. En cuanto a rendimiento en la variedad de chíá Pinta, el tratamiento que rindió más fue el testigo limpio con 220 g por 10 plantas, después Imazetapyr a dosis de 1.0 L ha⁻¹ con 149 g y Mesosulfuron + Iodosulfuron a dosis de 1.0 L ha⁻¹ con 107 g por 10 plantas. En cuanto a rendimiento en la variedad de chíá blanca el tratamiento que rindió más fue el testigo limpio con 196 g por 10 plantas y Dicamba + 2,4-damina + Fluazifop-butil a dosis de 1.0 + 3.0 L ha⁻¹ con 95 g por 10 plantas.

Por otro lado, Medina y Hernández (2016), no encontraron fitotoxicidad en plantas de avena silvestre, el promedio de plantas, al momento de la aplicación para el testigo sin aplicar fue de 27; por su parte, para Sigma OD fue de 28, en Axial fue de 32 y por Traxos de 27 plantas de avena silvestre por m² y a los 30 días después de la aplicación para el testigo sin aplicar fue de 27; para Sigma OD fue de 45, Axial fue de 17 y Traxos de 11 plantas de avena silvestre por m². En alpiste silvestre al momento de la aplicación para el testigo sin aplicar fue de 61; para Sigma OD fue de 82, Axial fue de 86 y Traxos de 65 plantas de alpiste silvestre por m² y a los 30 días después de la aplicación para el testigo sin aplicar fue de 61; en cambio, para Sigma OD fue de 38, Axial fue de 12 y Traxos de 11 plantas de alpiste silvestre por m². El promedio de control de avena

silvestre los 30 días después de la aplicación para el testigo sin aplicar fue de 0%, para Sigma OD fue de 45%, Axial fue de 50% y Traxos de 60%. En alpiste silvestre el promedio de control a los 30 días después de la aplicación para el testigo sin aplicar, fue de 0%, para Sigma OD fue de 60%, Axial fue de 86% y Traxos de 83%. El rendimiento mostrado en los tratamientos de herbicidas usados, de menor rendimiento son Testigo sin aplicar, Axial y Traxos con 4,038; 5,740 y 4,457 kg ha⁻¹ y el mejor tratamiento fue Sigma OD con 6514 kg ha⁻¹ este tratamiento supera a los demás tratamientos con más de 800 kg ha⁻¹ en rendimiento.

Por otra parte, Soltero *et al.*, (2010), en un trabajo con garbanzo blanco de riego por gravedad encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y por ende en los porcentajes de control de las diferentes especies de maleza. Los herbicidas más eficaces fueron pendimetalina, 3,5 L/ha y trifluralina, 3,5 L/ha, con porcentajes de control de 77 a 95. No se detectaron efectos visuales de toxicidad por los herbicidas sobre el cultivo de garbanzo.

De acuerdo a Viera y Escobar (2015), en una investigación realizada en caña de azúcar encontraron que dosis de Isoxaflutole (Merlin) 0.150; 0.200 y 0.250 kg ha⁻¹ resultaron ser las más efectivas en el control de arvenses, provocando una ligera fitotoxicidad en forma de pequeños puntos de color blanco en las hojas de la caña, los suelos más arcillosos (Vertisol y Pardo) requirieron las mayores dosis. Con estas dosis de Merlin se obtienen las mezclas más costosas; sin embargo, ellas mantuvieron un mayor período de tiempo limpio el campo de caña, lo que provocó que el costo por día limpio fuera menor.

1.2 Planteamiento del problema

Las malezas conforman uno de los problemas principales que se presentan dentro de la agricultura, ya que de acuerdo al CIMMYT, 2021 en México el surgimiento de malezas o especies invasoras afecta, en promedio, el 30% del rendimiento de algunos cultivos. Dentro del cultivo de chíá la presencia de plantas arvenses puede llegar a afectar severamente en el rendimiento ya que este puede ser afectado hasta en un 50% (INTA, 2018). Esto debido a que Las malezas compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz, espacio, e incluso algunas contienen efectos alelopáticos que impiden el buen desarrollo vegetativo del cultivo como también resultan ser hospederos de plagas y enfermedades que demeritan el valor comercial de los cultivos (Intagri, 2017).

Todas estas afectaciones además de afectar directamente en rendimiento también provocan un aumento en los costos de producción y de operaciones de los productores, de acuerdo a Hulme, 2023 una de las consecuencias en el aumento en los costos de producción también es el desconocimiento de las características de las plantas arvenses presentes en el cultivo ya que puede provocar una aplicación y uso desmedido de herbicidas por lo que debido a ello como consecuencia llega genera resistencia por parte de las plantas arvenses hacia los productos utilizados para su control y por ende la mala selección de ingrediente activo, el mal uso, y mala aplicación resulta perjudicial para el medio ambiente.

1.2.1 Justificación

El control adecuado y oportuno de malezas incide a mantener y asegurar el máximo potencial de rendimiento de los cultivos, ya que un buen manejo integrado de malezas beneficia a que las plantas obtengan un mejor aprovechamiento de sus nutrientes esenciales y por ende el cultivo obtenga un buen desarrollo vegetativo. Dado que, a la carente información que existe sobre su manejo agronómico entre ello el desconocimiento de un control eficaz de malezas dentro del cultivo de Chíá en la región y en todo México. Es necesario experimentar con el cultivo para de esta manera crear información que contribuya a consolidar un buen manejo integrado de malezas y al

enriquecimiento del manejo agronómico del cultivo y a su vez brindar alternativas que auxilien y contribuyan a optimizar los costos de producción de los productores de la región.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la fitotoxicidad y efectividad biológica de siete herbicidas, cinco de ellos químicos (Basagran, Select, Goal, Laudis y Pixxaro) y dos biológicos (Herbitech y Sec natural), para el control de malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de Chía (*Salvia hispánica* L.).

1.3.2 Objetivos Específicos

Identificar la abundancia y presencia de malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de Chía.

Evaluar la efectividad de los diferentes herbicidas para el control de maleza de hoja ancha y angosta presentes en el cultivo de Chía.

Evaluar la fitotoxicidad de los diferentes herbicidas para el control de maleza de hoja ancha y angosta en el cultivo de Chía.

1.4 Hipótesis

Hipótesis nula (H₀): Al menos uno de los tratamientos no obtendrá efecto positivo sobre el control de malezas de hoja ancha y angosta, y mostrara índices de fitotoxicidad en las plantas de chía.

Hipótesis alternativa (H_a): Al menos un tratamiento obtendrá un efecto positivo sobre el control de malezas de hoja ancha y angosta, y no mostrara índices de fitotoxicidad en las plantas de chía.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia de los herbicidas en la producción agrícola

Los herbicidas han sido una herramienta fundamental dentro de la agricultura, su uso fue implementado desde la denominada revolución verde “en la década de 1940, se introdujeron los primeros herbicidas químicos, permitiendo un control efectivo de las malas hierbas y facilitando la producción de cultivos a gran escala. Con el tiempo, la investigación y el desarrollo continuo han llevado a la creación de herbicidas más selectivos y eficientes, contribuyendo significativamente al incremento de la productividad agrícola” (Axayacatl, 2023). Debido a ello los herbicidas fueron creados para el control de malezas con el principal objetivo de eliminar la competitividad que existe entre las denominadas plantas arvenses y los cultivos; por nutrientes, agua y luz solar, lo cual ha resultado ser efectivo para el manejo de malezas y por ende ha generado una mejor eficiencia en la producción agrícola actual.

2.1.1 Importancia del control de malezas

El manejo integrado de malezas es elemental dentro de la agricultura ya que este contribuye a una producción más eficiente “las malezas pueden reducir el rendimiento de los cultivos entre un 10% y un 20%, pero, si no se controlan bien, pueden reducir los rendimientos hasta en un 80%”. (Agriculture and Rural development Republic of South Africa, 2020). Debido a esto un control de malezas eficaz y oportuno resulta ser muy favorable ya que evita la competitividad por nutrientes esenciales para el cultivo desde estados iniciales de desarrollo ya que en las primeras etapas vegetativas es cuando más susceptible es a la competitividad.

2.2 Tipos de herbicidas

Existen diferentes tipos de herbicidas los cuales pueden ser clasificados de acuerdo a su época de aplicación, selectividad, tipo de acción y modo de acción.

2.2.1 Época de aplicación

Presiembra (PS). Se aplica antes de sembrar el cultivo deseado, se clasifica en dos, en presiembra foliar y presiembra al suelo. Preemergencia (PRE). Se aplica después de la siembra, pero antes de que emerja la maleza y el cultivo y Post emergencia (POST). Se aplica después de la emergencia de la maleza y del cultivo (Rosales, 2020).

2.2.3 Selectividad

Selectivos. Son aquellos que a ciertas dosis, formas y épocas de aplicación eliminan a algunas plantas sin dañar significativamente a otras. No selectivos. Son los que ejercen su toxicidad sobre toda clase de vegetación y deben utilizarse en terrenos sin cultivo o bien evitar el contacto con las plantas cultivadas (Rosales, 2020).

2.2.4 Tipo de acción

Contacto. Herbicidas que eliminan sólo las partes de la planta con las que entran en contacto por lo que requieren de un buen cubrimiento de la maleza para controlarla y tienen un transporte limitado dentro de la planta. Sistémicos: herbicidas que se aplican al suelo o al follaje y son absorbidos y transportados a toda la planta incluyendo sus raíces y otros órganos subterráneos (Rosales, 2020).

2.2.5 Modo de acción

El modo de acción es la secuencia de eventos que ocurren desde la absorción del herbicida hasta la muerte de la planta. Inhibidores de la síntesis de lípidos, Inhibidores de la síntesis de aminoácidos, Inhibidores del crecimiento de plántulas, Reguladores del crecimiento, Inhibidores de la fotosíntesis, Inhibidores de la síntesis de pigmentos y Destruidores de las membranas celulares (SOMECIMA, 2020).

2.3 Descripción de los herbicidas utilizados

2.3.1 Basagran® 480

Ingrediente activo (i.a) Bentazon

Nombre químico: 3-isopropil-1H-2,1,3-benzotiadiazin 4 (3H) ona,2,2-dióxido.

Modo de acción: Basagran es un herbicida para leguminosas selectivo de contacto, post-emergente, eficaz para combatir malezas de hoja ancha y ciperáceas. Su ingrediente activo bloquea a la proteína D1, responsable de transferir electrones a la quinona Qb; interrumpiendo el flujo de electrones del fotosistema 2 en el cloroplasto (BASAF, 2022).

2.3.2 Select Ultra

Ingrediente activo (i,a): Clethodim

Nombre químico: (5RS)-2-[(E)-1-[(2E)-3-cloroaliloxiimino]propil]-5-[(2RS)-2(etiltio)propil]-3-hidroxiciclohex-2-en-1-ona.

Modo de acción: Es un herbicida de aplicación en post-emergencia al cultivo y a la maleza formulado como concentrado emulsionable, para utilizar en el control selectivo de las malezas gramíneas en cultivos de hoja ancha. El ingrediente activo es un inhibidor de los ácidos grasos esenciales para la integridad de las membranas celulares vegetales (Arysta, 2022).

2.3.3 Goal Tender

Ingrediente activo (i.a.): Oxifluorfen

Nombre químico: 2-cloro- α,α,α -trifluoro-p-tolil-3-etoxi-4-nitrofenil éter

Modo de acción: Oxifluorfen presenta actividad de contacto en preemergencia y postemergencia temprana sobre las malezas en las cuales se aplica, afectando los tejidos meristemáticos (de crecimiento activo: epicótilo e hipocótilo). En preemergencia, Oxifluorfen forma una barrera química residual en la superficie del suelo, actuando por contacto en los puntos de crecimiento de las malezas objetivo. Oxifluorfen es un herbicida del grupo de los Difenil Éter que inhibe la enzima fotoporfirinógeno-oxidasa que ocasiona el cierre de los estomas y como consecuencia

un colapso de las células, además esta enzima está involucrada en la síntesis de la clorofila en las plantas ya que es responsable de la síntesis de la porfirina en los cloroplastos (Corteva, 2021).

2.3.4 Laudis®

Ingrediente activo (i.a): Tembotrione

Nombre químico: 2-{2-cloro-4-metil-3-[(2,2,2-trifluoroetoxi)metil]benzoil} Ciclohexano-1,3-diona

Modo de acción: Laudis® es absorbido a través del follaje de la maleza, bloqueando la producción de los pigmentos que protegen la clorofila de la luz del sol, provocando que la planta de la maleza se torne de color blanco hasta que se marchita y muere (Bayer, 2023).

2.3.5 Pixxaro®

Ingrediente activo (i.a.): Halauxifen metil + Fluroxipir meptil

Nombre científico: 4-amino-3-cloro-6-(4-cloro-2-fluoro-3-metoxifenil) piridín-2-carboxilato de metilo + 4-amino-3,5-dicloro-6-fluoro-2-piridiloxiacetato de 1-metilheptilo.

Modo de acción: Pixxaro® con Arylex active es un herbicida sistémico, de acción hormonal, auxínico estimulan procesos de crecimiento caracterizados por una división celular descontrolada, y en última instancia destrucción del floema. Los efectos en la planta pueden causar distintas sintomatologías que pueden incluir malformación de hojas, epinastias, deformaciones de raíces, necrosis de tejidos, entre otras, y finalmente la muerte de la planta (CORTEVA, 2021).

2.3.6 Herbitech

Ingrediente activo (i.a.): Gordolobo, Aceite de coco, Resina de pino, Hongo Puccinia, Papaina

Modo de acción: Herbitech es un herbicida sistémico y de contacto, de amplio espectro. Se utiliza para el control post-emergente de malezas de hoja ancha y angosta. Su formulación está compuesta por ingredientes 100% de origen natural lo

que garantiza su uso y compatibilidad en la agricultura ecológica y orgánica (BioTech, 2022).

2.3.7 Sec Natural

Ingrediente activo (i.a.): Aceite de Conífera, Extracto de *Datura stramonium*, Extracto de plantas alelopáticas, Metabolitos de *puccinia ssp*, Aceite de coco no hidrogenado

Modo de acción: Sistémico, de contacto y de amplio espectro. Los efectos son graduales, sobre todo en las especies perennes, donde una vez aplicado el producto comienza el amarillamiento y marchitez de la planta, después de transcurridos 5-7 días de la aplicación provoca su muerte total (Agroplanet, 2022).

2.4 Generalidades del cultivo de la Chía

2.4.1 Origen del cultivo

La chía (*Salvia hispanica* L.), es una especie anual, nativa de Centroamérica, y de zonas montañosas del oeste y centro de México; es un alimento milenario que se utilizaba en el consumo de las culturas aztecas y mayas, entre otros indígenas. A esta especie se le atribuyen diversas cualidades nutricionales, medicinales, y cosméticas (SIAP, 2022). Hoy en día, las semillas de chía encuentran una amplia utilización en la industria alimentaria, como suplementos o en cosmetología. El valor nutricional de las semillas de chía viene dado por su rica composición química, como el alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega-3, aminoácidos esenciales, polifenoles derivados del ácido cafeico y vitaminas. Aparte de los beneficios nutricionales, la chía puede considerarse un buen candidato para el desarrollo de alimentos funcionales e importante ingrediente alimentario debido a sus propiedades de textura (Varban, Crisan *et al.*, 2022).

2.4.2 Usos

2.4.2.1 Gastronómico

En la época precolombina era, para los mayas y mexicas principalmente, una semilla de gran importancia por sus usos en culinarios, medicinales y artísticos, logrando que

ésta formara parte de los alimentos más importantes junto con el maíz, el frijol y el amaranto, bases de la alimentación de la época; los mexicas la molían para preparar pinole, atole y un aceite llamado chiematl, preparaban también otra bebida llamada chiantzozolatolli, moliendo la chía con el maíz. En la gastronomía tiene muchos usos, en México se utiliza para preparar aguas frescas de limón, en Michoacán, para cocinar unos tamales pequeños conocidos como chapatas; y en el mundo se usa para dar espesor a mermeladas, jaleas, yogur o en panificación, para cubrir la masa antes de hornear y así alargar su vida de anaquel, otro de sus usos en panadería es que el mucílago puede utilizarse como sustituto de aceite (Quiroz, 2019).

2.4.2.2 Medicinal

La chía tiene múltiples usos medicinales gracias a sus grandes aportes nutraceuticos, la inclusión de semillas de chía en la dieta humana podría considerarse un enfoque terapéutico innovador en la prevención y el tratamiento de diversas dolencias y enfermedades. Esto se debe a que las semillas de chía demostraron propiedades antiinflamatorias y antioxidantes además de potencial antidiabético, cardioprotector, antiaterosclerótico y antihipertensivo (Varban, Crisan *et al.*, 2022).

2.4.2.3 Artístico

Una lista de materiales artísticos escrita por Juan Correa, un importante pintor mexicano de finales del siglo XVII, incluía el aceite de chía como uno de los materiales artísticos tradicionales mexicanos utilizados en la elaboración de pinturas y además lo consideraba como un medio alternativo al aceite de linaza, se sabe que el aceite de chía se utilizó en otras artesanías mesoamericanas (CNRS International Laboratory, 2023).

2.5 Importancia económica de la chía

2.5.1 Producción Mundial

En el año 2019 la producción total mundial de chía fue de 136,000 toneladas. Argentina ocupó el primer lugar ya que fue el mayor productor de chía con un volumen de producción de 47,000 toneladas, Paraguay se situó en el segundo lugar con un

volumen de producción de 32,000 toneladas, Bolivia se posicionó en el tercer lugar con un volumen de producción de 27,500 toneladas, México ocupó el cuarto lugar con un volumen de producción de 11,000 toneladas (Scalise, *et al.*, 2019), (Tabla 1).

Tabla 1. Producción mundial de Chía.

Posición	Principales países	2014	
	productores	ha	Tn
1	Argentina	67,120	47,000
2	Paraguay	100,000	32,000
3	Bolivia	55,000	27,500
4	México	20,000	11,000
5	Nicaragua	12,400	8,165
6	Australia	5,500	3,055
7	Perú	1,800	2,880
8	Ecuador	2,200	1,400
9	Resto	9,000	3000
	Total Mundial	273,020	136,000

Fuente: Scalise, (2019).

2.5.2 Producción Nacional

En el año 2021 de acuerdo al SIAP la producción de chía a nivel nacional fue encabezada por el estado de Jalisco, este ocupando el primer puesto como productor con una producción de 4,179.65 toneladas, el segundo puesto fue situado por el estado de Zacatecas con una producción 432.25 toneladas, el tercer puesto lo ocupó el estado de Puebla con una producción de 107.38 toneladas (Tabla 2). El estado de Guanajuato no se identifica como productor de chía, por lo tanto no forma parte de los principales estados productores (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2021).

Tabla 2. Distribución de producción de chía en México durante el año agrícola O-I + P-V 2021.

	Entidad	Superficie (ha)		Producción	Rendimiento (udm/ha)
		Sembrada	Cosechada		
1	Jalisco	5,670.75	5,670.75	4,179.65	0.74
2	Zacatecas	383	383	432.25	1.13
3	Puebla	106.05	106.05	107.38	1.01
4	Michoacán	57.67	57.67	27.05	0.47
5	Sinaloa	20.59	20.59	24.71	1.2
	Total	6,238.06	6,238.06	4,771.04	0.76

Fuente: SIAP, (2021).

2.6 Taxonomía

La chía (*Salvia hispánica* L.) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia Lamiaceae, se destaca por ser el recurso natural de origen vegetal con mayor contenido de ácidos grasos conocidos hasta ahora. La clasificación taxonómica de la chía se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Taxonomía de la Chía.

Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Tribu	Mentheae
Género	<i>Salvia</i> L.
Especie	<i>Salvia hispánica</i> L.

Fuente: GBIF Secretariat, (2023).

2.7 Descripción morfológica de la chía

Con base al Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (2024) la descripción morfológica de la chía es la siguiente:

Tallo. Hesquipedal, tetragonal, obtuso, cuadrifurcado, en la parte superior revestido de pelos reflejos blancos.

Hojas. Ovadas, agudas, arrugadas, aserradas, de base aguda.

Pecíolos. Sobresalen de la base a ambos lados con una punta roma.

Espiga. Tetragonal, imbricada brácteas ovadas,

Cáliz. Largo, ciliadas. Cáliz a menudo bajo escamas individuales, con boca tridentada, diente superior afilado y aislado.

Corola. En los dos inferiores corola azul: borde tan largo como el cáliz; casco más corto y veloso; El labio inferior es trifido, obtuso, muy intacto, con 2 manchas pálidas en la base.

2.8 Requerimientos edafoclimaticos

2.8.1 Suelo y pH

Crece bien en suelos franco-arenoso y en suelos con moderada fertilidad; es tolerante a la acidez de los suelos y a la sequía. Es mejor sembrar en terrenos con pendientes menos del 20% (MEFCCA 2023). Tolera suelos ácidos, pero el crecimiento es óptimo a un pH de 6.5 a 8.5 (Benetoli *et al.*, 2020).

2.8.2 Salinidad

Las semillas presentan moderada tolerancia a estrés salino; sin embargo al someterse a una alta salinidad disminuye el porcentaje de germinación, longitud de la raíz y el tamaño de planta, por lo cual se recomienda evitar el uso de fertilizantes clorados (Xingú, 2024).

2.8.3 Temperatura

El cultivo de chía se debe establecer en zonas que al menos presenten una lluvia por semana o un promedio de 800 a 900 mm por año bien distribuida, temperaturas no mayores de los 33°C, para evitar afectación de la polinización por la resequedad del

polen vientos menores de los 20 km por horas, para evitar la caída de la planta (MEFCCA 2023).

2.9 Labores culturales

2.9.1 Riego

El cultivo de chíá puede ser cultivado en terrenos de temporal y bajo riego, ya que es capaz de crecer en condiciones donde se tengan poca humedad disponible en el suelo. El cultivo puede crecer en condiciones moderadas de sequía, al ser una especie con una alta eficiencia en el uso del agua, al ser capaz de regular los procesos de evapotranspiración, es por dicha razón que es una nueva alternativa para lugares con baja precipitación. Los requerimientos de precipitación para este cultivo oscilan entre 300 y 1000 mm durante toda su fase de crecimiento lo cual permite un buen desarrollo hasta llegar a su estado de maduración de la semilla (Piña, 2017).

2.9.2 Fertilización

Es importante realizar un buen plan de fertilización. Para una hectárea se realiza de la siguiente manera:

Al momento de la siembra aplicar 2 quintales de completo con fórmula 12-30-10. A los 30 días después de la siembra aplicar 2 quintales de urea, y aplicar nuevamente a los 60 días después de la siembra. Se recomienda 2 aplicaciones de fertilizante foliar a base de boro y zinc a los 45 y 60 días después de la siembra (MEFCCA 2023).

2.9.3 Métodos de siembra y Marcos de plantación

El sistema al voleo es el más común, por lo general se siembra sola o en asocio con el frijol o maíz. Para el establecimiento de una manzana se requieren 6 libras de semilla, dejando al menos de 12 a 16 plantas por metro cuadrado, para obtener 112,000 plantas por manzana. La siembra en mínima labranza se realiza chorrillo ralo utilizando 4 libras de semilla por manzana, a una distancia de 60 centímetros entre surcos dejando 10 a 12 plantas por metro lineal, para obtener una población de 190,000 a 200,00 plantas (MEFCCA 2023).

2.10 Plagas

De acuerdo a Xingú, et al., 2017, las principales plagas en el cultivo de chíá son las siguientes:

2.10.1 Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.): Es una plaga que ocasiona daños considerables a diversos cultivos y en muchos casos pérdida total de la producción. Las larvas bien desarrolladas destruyen todo el sistema de raíces de la planta en el transcurso de unos cuantos días. Control químico. Una de las estrategias preventivas dentro del control químico es el tratamiento de la semilla con productos insecticidas, sobre todo en zonas de alta incidencia de la plaga. Entre los insecticidas que se utilizan en México para el control de esta plaga están: Carbofuran, Terbufos, Teflutrina, Clorpirifos e Imidacloprid. Control biológico. Consiste en el uso de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*), bacterias como *Bacillus popilliae* y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* para controlar las larvas de gallina ciega, sobre todo las larvas del primer instar.

Control cultural. El barbecho y rastreo del suelo permiten exponer las larvas de gallina ciega a los rayos solares o a la depredación, principalmente por aves. Por otro lado, enriquecer el suelo con materia orgánica permite que se genere una mayor biodiversidad de microorganismos, donde puedan proliferar depredadores de esta plaga. Otra alternativa es usar trampas de luz para capturar a los adultos (Xingú, et al., 2017).

Hormiga cortadora (*Atta cephalotes*): Es una plaga que ocasiona daños considerables ya que ataca principalmente al follaje de la planta. Control químico. Aplicaciones de cebos tóxicos granulados. Insuflación de polvos y termo nebulización de aceites y concentrados emulsionables. Fipronil, aplicar Azufre y Sulfato de cobre + Cal, Borato sódico y Acefato, Carbaryl, aceite mineral y Deltametrina. Control Cultural. Destrucción de hormigueros nuevos, utilización de cultivos trampa como la higuera, el ajonjolí, el frijol canavalia y la batata. Control físico-mecánico. Destrucción mecánica de los hormigueros utilizando palas, picas o sondas o combustibles para encontrar la reina y matarla. Insuflación de cal agrícola molida para cambiar el pH. Control Biológico. Aplicación en forma de cebos, con avena en hojuelas y jugo de naranja, de hongos

como *Beauveria*, *Metharizium*, *Trichoderma* y *Penicillium*. Utilización de cebos vegetales con hojas pulverizadas de catalina, chirrinchao y mirasol. Uso de extractos de ruda, caléndula, ajeno y ortiga que producen olores fuertes que repelen a las hormigas (Xingú, et al., 2017).

2.11 Enfermedades

Acorde a Xingú, et al., 2017, las principales enfermedades en el cultivo de chía son las siguientes:

Fusarium solani: Es un hongo el cual provoca que en los folíolos de las hojas más jóvenes se aclaren, siendo este uno de los primeros síntomas de la infección. Provoca el debilitamiento de los peciolo, que causa un alargamiento y curvatura hacia debajo de las hojas, lo que se conoce como epinastia foliar. Algunas especies como el *Fusarium oxysporum* causan la pudrición de tallos, coronas, bulbos y plántulas. Un programa preventivo realmente eficaz buenas prácticas culturales de prevención, control biológico y tratamiento fungicida. Algunas acciones que pueden ayudar a prevenir la infección de este hongo o minimizar sus efectos sobre las cosechas son: Asegurarse de que las semillas o plántulas que usemos estén libre de enfermedades. Evitar el exceso de riego, Usar fertilizantes en la cantidad justa, sin excederse, evitando causar pequeñas heridas en las plantas, que favorezcan la penetración del hongo, Desinfección del suelo con los fungicidas adecuados, Elección de variedades de cultivos resistentes y bien adaptada al entorno, Favorecer el desarrollo de sus depredadores naturales.

Cercospora sp: Es un hongo que afecta directamente a las hojas, sus primeros síntomas se presentan en forma de pequeñas manchas en las hojas. Al avanzar la enfermedad, las manchas de las hojas se multiplican, se agrandan y convergen hasta que las hojas cubiertas de tizón se marchitan y mueren. Una vez que el tizón del hongo infecta las plantas, el control se hace más difícil; es por eso que la prevención es vital para proteger sus cultivos contra esta enfermedad. Los fungicidas Daconil® de la marca GardenTech® ofrecen una protección muy efectiva para prevenir, detener y controlar el tizón del hongo *Cercospora*.

2.12 Cosecha

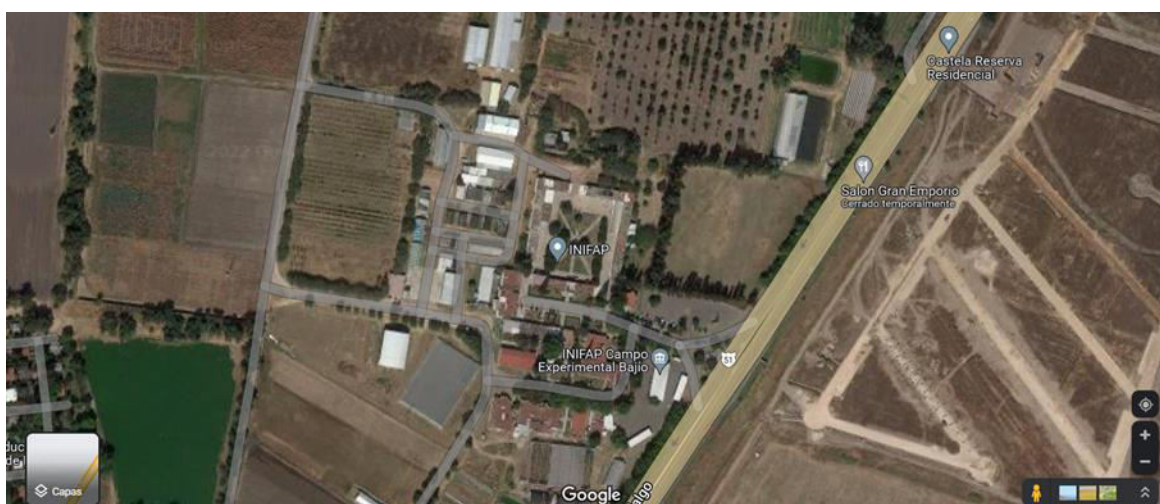
Desde la siembra hasta la cosecha son de 120 a 130 días El indicador de cosecha del cultivo de chíá, es cuando del 80% del follaje de cada planta presenta perdida de color ornándose color oscuro dando la apariencia de sequedad o muerte, en este momento se debe cortar a ras del suelo la planta formando pequeños moños sobre los surcos para terminar su secado, una vez secada la planta se realiza el aporreo con ayuda de palos cortos se golpea cada uno sobre una carpa de plástico, se recomienda realizar el despolvado con ayuda de abanicos y cedazo fino de 2x2 mm. También el uso de una cosechadora mecánica de cereales, con un cabezal de trigo o sorgo, únicamente hay que calibrar la velocidad del cóncavo y reducir al mínimo la cantidad de aire, debido a que el grano es muy pequeño, y además, considerar que es muy higroscópico, sobre todo para el manejo postcosecha. (SADER, 2014).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano del año 2022 en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) ubicado en km 6.5, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarías (INIFAP), en carretera Celaya-San Miguel de Allende, Gto. C.P. 38010. Situado en las coordenadas 20° 35' 03.5" Norte y 100° 49' 32.7" Oeste. Cuenta con un clima que oscila entre semiseco y semicálido donde la temperatura máxima es de 25.5 °C y la mínima es de 16 °C, la media anual es de 20.85°C, con una precipitación pluvial promedio de 575.3 mm anuales (INEGI, 2020)

Figura 1. Localización geográfica del CEBAJ-INIFAP



Fuente: Google Maps, (2024).

3.2 Diseño experimental y distribución de los tratamientos

El establecimiento del experimento se llevó a cabo bajo condiciones de riego. El diseño experimental implementado fue completamente al azar, utilizando 10 tratamientos, cada uno de ellos conformados de cuatro repeticiones (Distribución de los tratamientos y repeticiones en el cultivo de chíá, figura 2).

Tratamientos distribuidos en campo

T1= Deshierbado manual

T2= Basagran + Select

T3= Basagran + Select + Inex

T4= Herbitech + Select

T5= Goal + Select + Inex

T6= Laudis + Select + Inex

T7= Testigo enhiervado

T8= Goal + Select

T9= Pixxaro + Select

10= Sec Natural + Select

Figura 2. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el cultivo de chíca.

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
T3	T10	T5	T7	T8	T9	T4	T6	T2	T1
T9	T1	T8	T2	T4	T7	T10	T5	T3	T6
T5	T7	T9	T6	T3	T2	T8	T10	T1	T4

Fuente: propia, (2022).

3.3 Preparación del área experimental

Se implementaron las labores pertinentes para la preparación del terreno, el método implementado para esta actividad fue mediante labranza convencional con ayuda de un arado, a una profundidad de 20 cm. Posterior a ello se delimito una área de 50m x 50 m, en donde se establecieron los 10 tratamientos, cada tratamiento conformado por 5 surcos de 50 metros de largo.

3.3.1 Fecha de siembra

La siembra se llevó a cabo el día 5 de Julio del 2022, la técnica implementada para la siembra fue manual la cual consistió en lanzar puñados de semillas sobre el terreno preparado (Siembra manual de chía, figura 3).

Figura 3. Siembra manual de chía



Fuente: propia, (2022).

3.3.2 Fertilización del cultivo de chía

En el experimento la fertilización solo se llevó a cabo una sola vez (pre-siembra), cuyas fuentes fueron: (Urea (46-0-0)) y (Fosfato Diamonico DAP (18-16-0)). La dosificación total utilizada fue de 100 kg de Urea y 150 kg de DAP (Preparación de mezcla de Urea + DAP, figura 4).

Figura 4. Preparación de mezcla de Urea + DAP.



Fuente: propia, (2022).

3.3.3 Riego

En el área predestinada para el experimento fue bajo condiciones de riego por gravedad, el cual se conformó en un riego pre-siembra, y dos riegos más, bien distribuidos durante el ciclo del cultivo.

3.3.4 Diagnóstico de plantas arvenses en el área de estudio

Previo a la aplicación de los tratamientos para el control de malezas se realizó un diagnóstico para identificar las características de la flora arvense dentro del área de estudio, así mismo identificar el tipo de daño ocasionado por estas.

3.3.5 Aplicación de tratamientos

La aplicación de cada uno de los tratamientos fue postemergente la cual consto de una sola aplicación con su respetiva dosificación (Dosificación de tratamientos, tabla 4), llevándose a cabo el día 2 del mes de Septiembre del 2022, con ayuda de una mochila aspersora de motor 4 tiempos de 35cc, de la marca HONDA modelo WJR4025T con un tanque de 25 L de capacidad.

Tabla 4. Dosificación de tratamientos.

No.	Tratamiento	Dosis por ha ⁻¹
1	Control manual	
2	Basagran + Select	3.0 + 1.0 L
3	Basagran + Select + Inex	1.5 + 1.0 L + 5%
4	Herbitech + Select	15 ml/1 + 1.0 L
5	Goal + Select + Inex	0.3 + 1.0 L + 5%
6	Laudis + Select + Inex	0.3 + 1.0 L + 5%
7	Testigo absoluto	
8	Goal + Select	0.6 + 1.0 L
9	Pixxaro + Select	0.5 + 1.0 L
10	Sec Natural + Select	2.0 + 1.0 L

Fuente: Medina, (2022).

Figura 5. Aplicación de los herbicidas.



Fuente: propia, (2022).

3.4 Variables a evaluar

Dentro del experimento se evaluaron las siguientes variables:

3.4.1 Identificación y conteos de plantas arvenses

Se realizaron 2 conteos para identificar las especies vegetales arvenses presentes en el cultivo, esto se realizó de forma manual, para una correcta identificación de cada una de ellas se recurrió al manual denominado “Plántulas de malezas comunes de los cultivos” como guía de apoyo el primer conteo se realizó el día 9 de septiembre del 2022 mientras que el segundo conteo se realizó a los 20 días después del primer conteo. Los datos fueron recabados aleatoriamente dentro de los dos surcos centrales del tratamiento, en un cuádrate de 25cm x 50cm realizándose 4 repeticiones totales por tratamiento. Colocación de cuadrante para la identificación y conteos de malezas, figura 6.

Figura 6. Colocación de cuadrante para la identificación y conteos de maleza.



Fuente: propia, (2022).

3.4.2 Porcentaje de cobertura del cultivo y plantas arvenses

Se realizó solo una toma de datos de esta variable, esta actividad se llevó a cabo a los 13 días después de la aplicación. Los datos fueron recabados aleatoriamente dentro de los dos surcos centrales del tratamiento, en un cuadrante de 50 cm x 50 cm

realizándose 4 repeticiones totales por tratamiento. Visualización de los porcentajes de cobertura del cultivo y malezas, figura 7.

Figura 7. Visualización de los porcentajes de cobertura del cultivo y malezas.

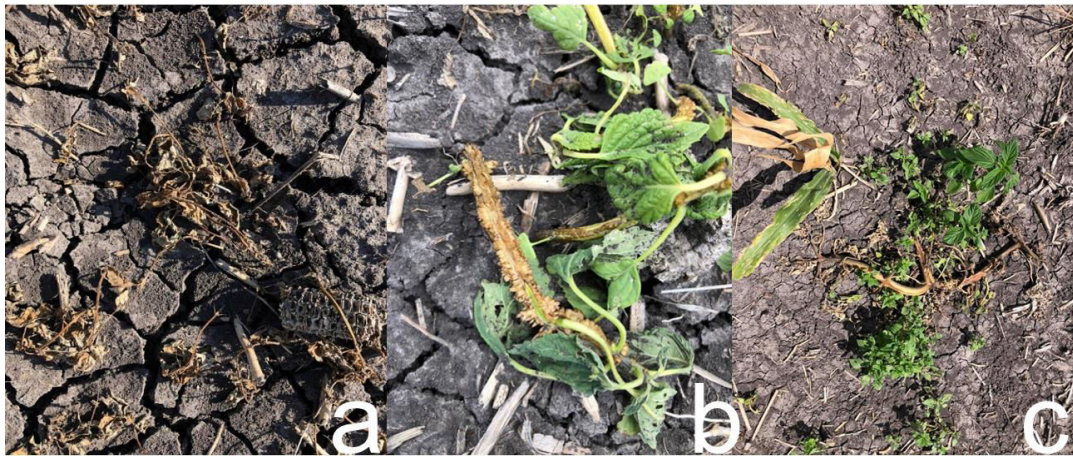


Fuente: propia, (2022).

3.4.3 Porcentaje de daño visual al cultivo

La toma de esta variable se realizó en 2 ocasiones en el experimento, la primera toma de datos se realizó a los 11 días después de la aplicación mientras que la segunda se llevó a cabo a los 14 días después de la primer toma de esta variable. Los datos fueron considerados a través de una perspectiva visual realizando recorridos dentro de los dos surcos centrales que se tomaron como referencia de cada uno de los tratamientos y en cada una de las 4 repeticiones. De esta manera se identificaba el porcentaje de daño al cultivo y el tipo de daño y la sintomatología que se visualizaban en las plantas. Los síntomas de daño que se presentaron fueron necrosis, mal formaciones, detención de crecimiento y clorosis, figura 8.

Figura 8. (a) Necrosis en la planta de chíá ocasionada por fitotoxicidad del herbicida, (b) malformaciones de tallos y hojas, (c) inhibición de crecimiento y clorosis.



Fuente: propia, (2022).

3.4.4 Porecentaje de control de malezas

La toma de esta variable se realizó en 2 ocasiones, la primera toma de datos se realizó a los 11 días después de la aplicación mientras que la segunda se llevó a cabo a los 14 días después de la primera toma de esta variable. Los datos fueron considerados a través de una perspectiva visual realizando recorridos dentro de los dos surcos centrales que se tomaron como referencia de cada uno de los tratamientos y en cada una de las 4 repeticiones. De esta manera se identificaba el porcentaje de control y el tipo de daño y la sintomatología que se visualizaban en las plantas arvenses. Los síntomas de daño que se presentaron fueron necrosis, mal formaciones, inhibición de crecimiento y clorosis, figura 9.

Figura 9. (a) Mal formaciones, clorosis e inhibición de crecimiento en la planta de torito, lechosa y Johnson, (b) necrosis en la planta de chayotillo.



Fuente: propia, (2022).

3.4.5 Peso fresco del cultivo y plantas arvenses

La toma de esta variable solo se llevó a cabo una sola vez, llevándose a cabo después de 54 días después de la aplicación, Los datos fueron recabados aleatoriamente dentro de los dos surcos centrales del tratamiento, en un cuadrante de 1m² realizándose un corte parejo dentro de este, tanto de cultivo como de plantas arvenses, conformando 4 repeticiones totales por tratamiento. Posterior a ello recién cortadas se etiquetaban, se separaban las plantas de chíá. Separación de plantas de chíá con plantas arvenses, figura 10., como también se separaban las plantas arvenses de acuerdo a su tipo de hoja y género, una vez teniéndolas perfectamente separadas se procedía a pesar cada una de las muestras en una balanza digital. Pesaje de plantas de chíá, figura 11.

Figura 10. Separación de plantas de chíá con plantas arvenses.



Fuente: propia, (2022).

Figura 11. Pesaje de plantas de chíá.



Fuente: propia, (2022).

3.4.6 Número de panojas y tallos por planta de chíá

Este dato se tomó después de recién cortar la planta de la chíá para posteriormente poder ser pesada en fresco, Esta actividad consistió en separar las plantas de chíá de las plantas arvenses, posterior a ello se contaban las panojas y los tallos que contenía cada una de la plantas de cada una de las muestras.

3.4.7 Altura de la planta de chíá

Esta variable se llevó a cabo una sola vez después de dos meses de la aplicación, Consistió en seleccionar aleatoriamente 10 plantas de cada una de las repeticiones de cada uno de los tratamientos así seleccionando un total de 40 plantas por tratamiento, posterior a ello se procedía a tomar dos medidas de cada una de las plantas con ayuda de una regla de madera de 2 m, una primer medida denominada “Altura total” se tomaba desde la parte del suelo hasta el punto más alto de la panoja y una segunda toma de medición denominada “Base de panoja” se realizaba de la parte del suelo hasta el punto en que iniciaba la base de la panoja. Toma de medición de altura total de la planta de chíá, figura 12.

Figura 12. Toma de medición de altura total de la planta de chí.



Fuente: propia, (2022).

3.4.8 Tamaño de panoja

Una vez teniendo ambas alturas de las diez plantas seleccionadas por repetición en cada uno de los tratamientos, se procedió a sumar las diez medidas de “Altura total” y las diez de la “Base de panoja” ambas sumas se dividen entre el número de plantas que se había considerado las cuales fueron 10 por repetición, posteriormente el resultado que arrojaba de la denominada altura total se le restaba al resultado que arrojaba de altura denominada base de la panoja así obteniendo como resultado un promedio del tamaño de la panoja por cada repetición de cada uno de los tratamientos.

3.4.9 Herramienta estadística

La herramienta estadística utilizada para el análisis de los datos recabados en el experimento de cada una de las variables se utilizó el programa SAS 9.4.

3.4.10 Cosecha de muestras

La cosecha se realizó a partir del día 4 de enero del 2023. Se llevó a cabo de manera manual y como herramienta de trabajo se utilizaron tijeras para poda. La metodología

utilizada fue el cosechar únicamente 4 m de los 2 surcos centrales de cada repetición que contenía cada uno de los tratamientos; esta actividad consistió en ir cortando solo y únicamente las panojas que contenían cada una de las plantas de chía, conforme se iba realizando el corte cada muestra se colocaba dentro de un costal para posteriormente ser etiquetadas con los datos pertinentes. Cosecha de panojas de chía, figura 13.

Figura 13. Cosecha de panojas de chía.



Fuente: propia, (2022).

3.4.11 Cribado de semilla de chía

Para este proceso cada una de las panojas que contenía cada una de las muestras de cada tratamiento fue triturada de manera manual para de esta manera quedarnos únicamente con cada una de las semillas que cada panoja contenía. Trituración de panojas de chía, figura 14., posteriormente la semilla que se adquiría de cada una de las muestras era cribada en un harnero para de esta manera separar las semillas de impurezas de gran tamaño. Cribado de semilla de chía en harnero, figura 15., posteriormente se sometió a la semilla a una maquina cribadora para finalmente separar la semilla de impurezas de menor tamaño y de esta manera obtener una

muestra más limpia y libre de impurezas. Cribado de semilla de chía en maquina cribadora, figura 16., consecutivamente conforme se iba cribando cada una de las muestras eran etiquetadas y colocadas en bolsas. Embolsado y etiquetado de semillas de chía, figura 17.

Figura 14. Trituración de panojas de chía.



Fuente: propia, (2022).

Figura 15. Cribado de semilla de chía en harnero.



Fuente: propia, (2022).

Figura 16. Cribado de semilla de chía en maquina cribadora.



Fuente: propia, (2022).

Figura 17. Embolsado y etiquetado de semilla de chía.



Fuente: propia, (2022).

3.4.12 Pesaje de muestras

Este proceso se llevó acabo después del cribado y etiquetado de cada una de las muestras, consistió en pesar cada una de las muestras del experimento con ayuda de

una balanza. Pesaje de semillas de chía de cada muestra, figura 18., Cada uno de los pesajes fue registrado en una base de datos en el programa Microsoft Excel.

Figura 18. Pesaje de semillas de chía de cada muestra.



Fuente: propia, (2022).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diagnóstico y muestreos de plantas arvenses en el área de estudio

Dentro el diagnóstico y los muestreos que se realizaron previo a la aplicación dentro del área de estudio se identificaron las siguientes especies de flora arvense, las cuales se pueden apreciar en la tabla 5.

Tabla 5. Cuantificación de malezas en el cultivo de chíá previo a cada tratamiento aplicado, CEBAJ, lote 24, ciclo P-V 2022.

Especies de Malezas			Antes de la aplicación (Plantas m ⁻²)									
Nombre común	Nombre científico	Familia	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Johnson	<i>Sorghum halepense</i> L.	Poaceae	0	6	10	10	10	6	4	12	2	4
Coquillo	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	0	6	4	4	0	0	4	2	12	4
Camalote	<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	Poaceae	0	4	4	2	2	6	8	12	8	8
Maíz	<i>Zea mays</i>	Poaceae	0	0	0	4	4	4	2	2	4	2
Olotillo	<i>Acalypha ostryifolia</i>	Euphorbiaceae	0	14	12	4	0	4	4	4	2	4
Quiebrapl atos	<i>Ipomoea purpurea</i> L.	Convolvulaceae	0	0	4	0	4	2	4	0	0	0
Quesillo	<i>Anoda cristata</i>	Malvaceae	0	2	2	4	4	0	6	2	0	2
Chayotillo	<i>Sicyos deppei</i> G.	Cucurbitaceae	0	2	0	0	4	2	6	6	4	2
Lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae	0	2	0	0	0	2	0	0	2	2

Torito	<i>Proboscidea louisianica</i> P.	Martyniaceae	0	0	2	2	4	2	0	4	2	0
Trébol	<i>Trifolium</i>	Fabaceae	0	2	0	2	0	0	2	0	2	2
Malva	<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae	0	0	0	2	0	0	4	2	0	4

T1= Control manual; T2= Basagran + Select; T3= Basagran + Select + Inex; T4= Herbitech + Select; T5= Goal + Select + Inex; T6= Laudis + Select + Inex; T7= Testigo enhiervado; T8= Goal + Select; T9= Pixxaro + Select; T10= Sec Natural + Select.

Fuente: propia, (2022).

Dentro el diagnóstico y los muestreos que se realizaron posteriormente a la aplicación de cada uno de los tratamientos, dentro del área de estudio se identificaron las siguientes especies de flora arvense, las cuales se pueden apreciar en la tabla 6.

Tabla 6. Cuantificación de malezas en el cultivo de chíá posterior a cada tratamiento aplicado, CEBAJ, lote 24, ciclo P-V 2022.

Especies de Malezas			20 dda (Plantas m ⁻²)									
Nombre común	Nombre científico	Familia	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Johnson	<i>Sorghum halepense</i> L.	Poaceae	0	18	6	0	0	2	10	0	0	4
Coquillo	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	0	0	0	0	10	10	0	8	12	0
Camalote	<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	Poaceae	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
Maíz	<i>Zea mays</i>	Poaceae	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
Olotillo	<i>Acalypha ostryifolia</i>	Euphorbiaceae	0	0	0	0	2	4	4	2	0	0
Quiebrapl atos	<i>Ipomoea purpurea</i> L.	Convolvulaceae	0	4	6	0	2	0	0	4	0	0
Quesillo	<i>Anoda cristata</i>	Malvaceae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Chayotillo	<i>Sicyos deppei</i> G.	Cucurbitaceae	0	0	0	2	0	0	0	4	0	2
Lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0
Torito	<i>Proboscidea louisianica</i> P.	Martyniaceae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Trébol	<i>Trifolium</i>	Fabaceae	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
Malva	<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae	0	0	0	2	2	2	0	0	0	8

T1= Control manual; T2= Basagran + Select; T3= Basagran + Select + Inex; T4= Herbitech + Select; T5= Goal + Select + Inex; T6= Laudis + Select + Inex; T7= Testigo enhiervado; T8= Goal + Select; T9= Pixxaro + Select; T10= Sec Natural + Select; dda= Días después de la aplicación.

Fuente: propia, (2022).

4.2 Análisis de varianza

Dentro de las pruebas de análisis de varianza las variables evaluadas que presentaron diferencias estadísticas significativas con un nivel de significancia $P \leq 0.05$; fueron en el porcentaje de cobertura del cultivo, porcentaje de cobertura de malezas de hoja angosta, porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha, peso en fresco de las malezas del coquillo, camalote, quiebraplatos, olotillo, quesillo, trébol, chayotillo, torito y lechosa. Así también podemos observar el comportamiento de las variables por medio del análisis de varianza como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Pruebas de análisis de varianza en las variables evaluadas en el control postemergente de las malezas en el cultivo de chí.

Variable	Significancia	r cuadrada	Coefficiente de variación
Tamaño de panoja (TP)	<.0001	0.791537	27.47742
Altura total de planta (ATP)	<.0001	0.890779	18.86272
Altura base de panoja (ABP)	<.0001	0.897089	18.60016
% de cobertura cultivo (PCC)	0.0004	0.599253	6.665137
% de cobertura h. angosta (CANG)	0.1291	0.339695	14.70475
% de cobertura h. ancha (CANC)	0.5081	0.219510	19.09890
Núm. panojas (NP)	<.0001	0.693261	61.56526
Núm. Tallos (NT)	<.0001	0.664540	48.72264
% control h. ancha (toma 1) (CTANC1)	<.0001	0.991180	1.680312
% control h. angosta (toma 1) (CTANG1)	<.0001	0.989712	1.782277
% control h. ancha (toma 2) (CTANC2)	<.0001	0.985185	2.096713

% control h. angosta (toma 2) (CTANG2)	<.0001	0.986368	2.094469
% daño al cultivo (toma 1) (PDC1)	<.0001	0.978182	4.081947
% daño al cultivo (toma 2) (PDC2)	<.0001	0.982707	3.995547
Rendimiento (R)	0.0003	0.607244	59.11104
Chía (C)	<.0001	0.712921	55.49324
Johnson (J)	<.0001	0.683565	102.8363
Coquillo (CQ)	0.5395	0.212121	456.0702
Camalote (CM)	0.5162	0.217601	309.6971
Maíz (M)	<.0001	0.734640	123.1570
Quiebraplátos (QP)	0.6441	0.187744	314.8136
Olotillo (OL)	0.0107	0.476332	177.4469
Quesillo (Q)	0.5517	0.209259	337.5727
Trébol (TB)	0.0250	0.435792	262.3611
Malva (MV)	<.0001	0.769647	172.9575
Chayotillo (CHY)	0.2068	0.305031	367.7190
Torito (TOR)	0.4612	0.230769	632.4555
Lechosa (LCH)	0.5232	0.215953	440.2739

Fuente: propia, (2022).

4.3 Porcentaje de cobertura del cultivo y plantas arvenses

La comparación de medias en la variable de porcentajes respecto a la cobertura de cultivo, indica que todos los tratamientos obtuvieron estadísticamente porcentajes de cobertura similares, sin embargo, los tratamientos que obtuvieron porcentajes estadísticamente superiores se presentaron en el tratamiento a base de Basagran + Select + Inex con 85% sobre pasando ligeramente al tratamiento de control manual con 80%. Mientras que los tratamientos con menor porcentaje se presentaron en el tratamiento Goal + Select con 69% y ligeramente inferior a él se encuentra el tratamiento Herbitech + Select este último siendo el tratamiento con menor índice de cobertura con 68.5%. Dentro de los porcentajes de cobertura de maleza de hoja

angosta todos los tratamientos obtuvieron porcentajes estadísticamente iguales, sin embargo los tratamientos Goal + Select + Inex y Goal + Select presentaron mayor índice de cobertura, ambos con 75.5%. Mientras tanto en el porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha, todos los tratamientos demostraron porcentajes estadísticamente similares, en cambio, los tratamientos que presentaron mayor porcentaje se presentaron en el tratamiento a base de Laudis + Select + Inex y en el testigo enhiervado ambos con 73.5%., Tabla 8.

Tabla 8. Comparación de medias de la variable, en la cobertura del cultivo, cobertura de maleza en el cultivo de chí.

Tratamiento	Cobertura del cultivo (%)	Cobertura de la maleza de hoja angosta (%)	Cobertura de la maleza de hoja ancha (%)
Basagran + Select + Inex	85 a	73 a	57.5 a
Control manual	84.5 a	52.5 a	61 a
Basagran + Select	81 ab	69.5 a	64.5 a
Testigo enhiervado	80 ab	71.5 a	73.5 a
Pixxaro + Select	77.5 ab	73 a	64.5 a
Goal + Select + Inex	77 ab	75.5 a	56.5 a
Sec Natural + Select	77 ab	74 a	59.5 a
Laudis + Select + Inex	73.5 ab	70.5 a	73.5 a
Goal + Select	69 b	75.5 a	63.5 a
Herbitech + Select	68.5 b	66 a	61 a

* Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

Fuente: propia, (2022).

4.4 Porcentaje de control de malezas y fitotoxicidad hacia el cultivo (1er muestreo)

Dentro del análisis de comparación de medias en el porcentaje de control de malezas de hoja ancha y hoja angosta y en el porcentaje de daño y toxicidad hacia el cultivo, en el primer recuento, nos indica que estadísticamente el control manual obtuvo estadísticamente el mayor porcentaje de control en malezas de ambos tipos de hoja con 100%. Solo en comparación con los tratamientos a base de Pixxaro + Select con 78% en hoja ancha y 93.5% en hoja angosta junto con el tratamiento a base de Laudis + Select + Inex, y el testigo con 0% en las malezas de ambos tipos de hoja. Los tratamientos restantes obtuvieron porcentajes estadísticamente similares en el control de ambos tipos de hoja. En base al porcentaje de daño y al nivel de toxicidad hacia el cultivo, el tratamiento a base de Laudis + Select + Inex con 99.5% registro estadísticamente el mayor porcentajes de daño hacia al cultivo, solo en comparación con los tratamientos a base de control manual y tratamiento utilizado como testigo enhiervado, ambos con un porcentaje de 0%. El resto de los tratamientos obtuvieron porcentajes estadísticamente similares., Tabla 9.

Tabla 9. Comparación de medias de las variables en el primer recuento, en el control de maleza y daño al cultivo en el experimento de chíca.

Tratamiento	Control de maleza de hoja ancha 1° (%)	Control de maleza de hoja 1° (%)	Daño al cultivo (1er. (%))
Control manual	100 a	100 a	0 d
Basagran + Select + Inex	95 b	95 b	65.5 c
Basagran + Select	94 b	95 b	62 c
Laudis + Select + Inex	90 c	93.5 b	90 b
Herbitech + Select	89.5 c	94.5 b	99.5 a
Goal + Select	89.5 c	94.5 b	92 ab
Goal + Select + Inex	88.5 c	94 b	92.5 a
Sec Natural + Select	83 d	97 ab	98 ab

Pixxaro + Select	78 e	93.5 b	86.5 b
Testigo enhiervado	0 f	0 c	0 d

* Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

Fuente: propia, (2022).

4.5 Porcentaje de control de malezas y fitotoxicidad hacia el cultivo (2do muestreo)

En el análisis de comparación de medias respecto al porcentaje de control de malezas de hoja ancha y hoja angosta y el porcentaje de toxicidad hacia el cultivo, en el segundo recuento, indica que el tratamiento a base de control manual obtuvo estadísticamente el mayor porcentaje de control en malezas de ambos tipos de hoja con 100%, solo en comparación con dos tratamientos, en base a la malezas de hoja ancha, el tratamiento a base de Pixxaro + Select con 78%, y el tratamiento utilizado como testigo, al cual no se le aplicó ningún tipo de producto, con 0 %, mientras que para las malezas de hoja angosta, demostró diferencias significativas solamente con el testigo enhiervado con 0%. El resto de los tratamientos registraron porcentajes de control estadísticamente similares en las malezas de ambos tipos de hoja. Respecto al porcentaje de daño y al nivel de toxicidad hacia el cultivo, el tratamiento a base de Pixxaro + Select, con 98% y el tratamiento a base de Sec Natural + Select, con 97%, registraron estadísticamente los mayores porcentajes de daño hacia al cultivo, solo en comparación con los tratamientos a base de control manual, Basagran + Select, Basagran + Select + Inex, Testigo enhiervado, estos cuatro con 0%, Los tratamientos restantes mostraron porcentajes estadísticamente iguales. Tabla 10.

Tabla 10. Comparación de medias de las variables en el segundo recuento, en el control de malezas y daño al cultivo, en el experimento de chí.

Tratamiento	Control de maleza de hoja ancha 2° (%)	Control de maleza de hoja angosta 2° (%)	Daño al cultivo 2° (%)
Control manual	100 a	100 a	0 d
Basagran + Select	89.5 b	93.5 c	0 d

Goal + Select	89.5 b	96.5 abc	68 bc
Herbitech + Select	87.5 bc	98.5 ab	62 c
Laudis + Select + Inex	85 cd	95 abc	73 b
Basagran + Select + Inex	84.5 cd	95 bc	0 d
Goal + Select + Inex	83 d	96.5 abc	67.5 bc
Sec Natural + Select	83 d	99.5 ab	97 a
Pixxaro + Select	78 e	97.5 abc	98 a
Testigo enhiervado	0 f	0 d	0 d

* Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

Fuente: propia, (2022).

4.6 Peso en fresco del cultivo y de malezas de hoja angosta

Dentro de la comparación de medias en base al peso fresco del cultivo de chíá nos indica que el tratamiento que obtuvo mayor pesaje estadísticamente fue el control manual solo en comparación con dos tratamientos, los cuales fueron el tratamiento a base de Sec Natural + Select y el tratamiento a base de Pixxaro + Select. El resto de los tratamientos obtuvieron pesajes estadísticamente iguales. Respecto a la comparación de medias en el peso fresco de las malezas de hoja angosta comenzado con el zacate Johnson, el tratamiento que registro mayor pesaje fue el tratamiento a base de Basagran + Select en comparación con todos los demás tratamientos ya que todos estos presentaron pesajes estadísticamente similares. En relación al peso fresco del coquillo en todos los tratamientos mostraron pesajes estadísticamente iguales, sin embargo el tratamiento que presento mayor pesaje fue en el tratamiento Sec Natural + Select. Con base al peso fresco del maíz mostrenco en el tratamiento que se obtuvo mayor pesaje fue en el tratamiento que se utilizó como testigo en el cual no se le aplico absolutamente nada de productos, mientras que todos los tratamientos restantes presentaron pesajes estadísticamente iguales. Respecto al peso fresco del camalote, en todos los tratamientos se presentaron pesajes estadísticamente similares, sin embargo, en el tratamiento que registro mayor pesaje dentro de ellos se registró en el tratamiento a base de Basagran + Select., Tabla 11.

Tabla 11. Comparación de medias de la variable peso fresco del cultivo de chíá y de malezas de hoja angosta, zacate Johnson, coquillo y maíz mostrenco, en el experimento de chíá.

Tratamiento	Peso fresco del cultivo de chíá (g)	Peso fresco del zacate johnson (g)	Peso fresco del coquillo (g)	Peso fresco del maíz mostrenco (g)	Peso fresco del camalote (g)
Control manual	1370.3 a	0.0 b	0.00 a	0.0 b	0.00 a
Basagran + Select + Inex	782.3 ab	318.8 b	0.00 a	0.0 b	9.50 a
Goal + Select + Inex	737.8 ab	81.5 b	0.00 a	0.0 b	50.75 a
Testigo enhiervado	458.8 bc	471.8 ab	0.00 a	1195.0 a	21.00 a
Basagran + Select	447.3 bc	1062.8 a	0.00 a	291.8 b	54.00 a
Laudis + Select + Inex	373.8 bc	74.5 b	0.00 a	30.0 b	7.00 a
Goal + Select	369.0 bc	30.3 b	0.50 a	56.8 b	0.00 a
Herbitech + Select	242.3 bc	0.8 b	0.00 a	0.0 b	0.00 a
Sec Natural + Select	69.3 c	0.0 b	0.75 a	0.0 b	0.00 a
Pixxaro + Select	55.0 c	421.5 b	0.00 a	477.3 b	0.00 a

* Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales

Fuente: propia, (2022).

4.7 Peso fresco de malezas de hoja ancha

Dentro de la comparación de medias en relación al peso fresco sobre las malezas de hoja ancha, inicializando con el quiebraplato todos los tratamientos mostraron pesajes estadísticamente iguales, sin embargo en el tratamiento que se registró el pesaje superior fue en el tratamiento a base de Goal + Select. Respecto al peso fresco del olotillo el tratamiento que obtuvo mayor pesaje fue el tratamiento a base de Pixxaro + Select, mientras que en todos los demás tratamientos se obtuvieron pesajes estadísticamente similares. En base al peso fresco del quesillo, en todos los tratamientos se registraron pesajes estadísticamente iguales, pese a ello el tratamiento que obtuvo mayor pesaje fue el tratamiento a base de Basagran + Select. Así mismo en el peso fresco del chayotillo se obtuvieron pesajes estadísticamente similares, a pesar de eso el tratamiento que obtuvo mayor pesaje dentro de ellos fue el tratamiento

a base de Goal + Select. En base al peso fresco de la lechosa, en todos los tratamientos se obtuvieron pesajes estadísticamente iguales, si bien, en el tratamiento que se obtuvo mayor pesaje fue en el tratamiento a base Sec Natural + Select. Dentro del peso fresco del torito estadísticamente en todos los tratamientos se obtuvieron pesajes similares, aun así, en el tratamiento que se obtuvo mayor pesaje fue en el tratamiento que se utilizó como testigo. Con forme al peso fresco del trébol todos los tratamientos registraron pesajes estadísticamente iguales, sin embargo, el tratamiento que mostro mayor pesaje fue el tratamiento a base de Herbitech + Select. Finalmente con el peso fresco de la malva todos los tratamientos obtuvieron pesajes estadísticamente similares a excepción del tratamiento a base de Sec Natural + Select, ya que este obtuvo el mayor pesaje en comparación de todos los demás tratamientos, por lo cual resulto ser estadísticamente diferente a los demás tratamientos., Tabla 12.

Tabla 12. Comparación de medias de la variable peso fresco de las malezas de hoja ancha, quiebraplato, olotillo, chayotillo, lechosa, torito, trébol y malva, presentes en el cultivo de chíca.

Tratamiento	Peso fresco quiebraplato (g)	Peso fresco olotillo (g)	Peso fresco quesillo (g)	Peso fresco chayotillo (g)	Peso fresco lechosa (g)	Peso fresco torito (g)	Peso fresco trébol (g)	Peso fresco malva (g)
Goal + Select	185.5 a	0.00 b	0.00 a	54.50 a	29.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 b
Basagrán + Select	116.3 a	4.00 ab	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 b
+ Inex								
Basagrán + Select	66.8 a	13.50 ab	55.75 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 b
Laudis + Select	55.3 a	32.50 ab	12.25 a	4.50 a	0.00 a	0.00 a	0.50 a	0.00 b
+ Inex								
Testigo enhiervado	32.0 a	12.75 ab	19.75 a	19.75 a	0.00 a	211.75 a	0.00 a	0.00 b
Control manual	0.0 a	0.00 b	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 b

Goal + Select + Inex	0.0 a	0.00 b	1.50 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 b
Herbitech + Select	0.0 a	0.00 b	2.50 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	6.25 a	38.75 b
Pixxaro + Select	0.0 a	52.75 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	1.00 b
Sec Natural + Select	0.0 a	0.00 b	19.50 a	0.00 a	30.75 a	0.00 a	3.25 a	446.75 a

* Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

Fuente: propia, (2022).

4.8 Número de panojas y tallos

Dentro de la comparación de medias en relación al número de panojas indica que el control manual y el tratamiento Basagran + Select + Inex presentaron los índices más altos de número de panojas, mientras que los tratamientos con menor número de panojas los presenta Pixxaro + Select y Sec Natural + Select este último siendo el más afectado. Conforme en el número de tallos Basagran + Select + Inex es el tratamiento que contiene mayor número de tallos, ligeramente inferior a él se encuentra Goal + Select + Inex mientras que los tratamientos con menor número de tallos se encuentra Pixxaro + Select y Sec Natural + Select este último siendo el que presenta mayor ausencia de tallos., Tabla 13.

Tabla 13. Comparación de medias, variable número de panojas y número de tallos, en el cultivo de chíca.

Tratamiento	Número de panojas	Número de tallos
Laudis + Select + Inex	86.50 bcd	51.75 abc
Goal + Select	72.75 cd	52.50 abc
Control manual	319.00 a	58.25 abc
Basagran + Select + Inex	289. ab	99.00 a
Goal + Select + Inex	259.75 abc	87.25 a
Herbitech + Select	21.00 d	17.75 bc
Testigo enhiervado	166.25 abcd	63.50 ab
Basagran + Select	143.75 abcd	45.50 abc
Pixxaro + Select	13.75 d	15.75 bc
Sec Natural + Select	12.25 d	2.00 c

* Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

Fuente: propia, (2022).

4.9 Altura total de la planta, altura a base de panoja y tamaño de panoja

Dentro del análisis de comparación de medias los tratamiento con mayor altura a la base de la panoja se presentaron en el tratamiento control manual con una altura promedio de 84.90 cm sobre pasando ligeramente al tratamiento Basagran + Select con una altura promedio de 80.52 cm mientras que los tratamientos menor altura se presentaron en el tratamiento Sec Natural + Select con un promedio de 22.77 cm y el tratamiento Pixxaro + Select este último siendo de nueva cuenta el tratamiento más afectado con un promedio de 0.00. Los tratamientos con mayor altura total de la planta se presentaron en el tratamiento control manual con una altura promedio de 100.50 cm siendo ligeramente superior al tratamiento Basagran + Select con una altura promedio de 93.77 cm. Los tratamientos con menor altura se presentaron en el tratamiento Sec Natural + Select con un promedio de 27.50 cm y el tratamiento Pixxaro + Select este último siendo el tratamiento más afectado con un promedio de 0.00. Los tratamientos con mayor tamaño de panoja se presentaron en el tratamiento denominado control manual con un tamaño promedio de panoja de 15.60 cm siendo este ligeramente superior al tratamiento Basagran + Select + Inex con un tamaño promedio de 15.42 cm. Mientras que los tratamientos con menor tamaño se presentaron en el tratamiento Sec Natural + Select con un promedio de 4.72 cm y el tratamiento Pixxaro + Select este último siendo el tratamiento más afectado con un promedio de 0.00., Tabla 14.

Tabla 14. Comparación de medias de la variable, en tamaño de panoja, altura total de la planta y altura a la base de la panoja, en el cultivo de chíca.

Tratamiento	Tamaño de panoja (cm)	Altura total de planta (cm)	Altura a la base de la panoja (cm)
Control manual	15.60 a	100.50 a	84.90 a
Basagran + Select + Inex	15.42 ab	92.72 ab	77.30 a
Laudis + Select + Inex	14.00 abc	66.52 bc	52.52 b
Basagran + Select	13.25 abc	93.77 ab	80.52 a

Goal + Select	11.97 abc	55.90 dc	43.92 bc
Goal + Select + Inex	9.60 abcd	63.02 c	53.42 b
Herbitech + Select	8.77 bcd	57.55 c	48.77 b
Testigo enhiervado	8.45 cd	74.05 abc	65.60 ab
Sec Natural + Select	4.72 d	27.50 de	22.77 cd
Pixxaro + Select	0.00 e	0.00 e	0.00 d

* Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

Fuente: propia, (2022).

4.10 Rendimiento

En el análisis de comparación de medias en base al rendimiento, el tratamiento que presento el mayor promedio general de rendimiento total ha^{-1} lo obtuvo Basagran + Select + Inex con promedio 797.7 kg ha^{-1} siendo inferior al control manual el cual obtuvo un promedio de 734.8 kg ha^{-1} mientras que los tratamientos más afectados en el rendimiento fueron Sec Natural + Select y Pixxaro + Select este último siendo el más afectado con un promedio de 43.9 kg ha^{-1} . Tabla 15.

Tabla 15. Comparación de medias de la variable, en rendimiento, en el cultivo de chíá.

Tratamientos	Rendimiento (kg ha^{-1})
Basagran + Select + Inex	797.7 a
Control manual	734.8 ab
Goal + Select	598.0 abc
Basagran + Select	495.2 abc
Goal + Select + Inex	475.8 abc
Laudis + Select + Inex	375.0 abc
Testigo enhiervado	224.6 bc
Herbitech + Select	124.4 c
Sec Natural + Select	111.0 c
Pixxaro + Select	43.9 c

* Valores con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

Fuente: propia, (2022).

4.11 Discusión

Mediante a este trabajo de investigación se logró obtener resultados favorables que aportan directamente al enriquecimiento al manejo integrado de malezas dentro del cultivo de chíá y al manejo agronómico del mismo, ya que dentro de la región existe muy poca información que le pueda aportar a los agricultores que estén dispuestos en

optar e implementar el cultivo de chíá como una nueva alternativa dentro de la diversificación de cultivos alternativos.

De acuerdo a los resultados obtenidos y a los datos analizados previamente en investigaciones anteriores, según los resultados obtenidos, tras la evaluación de herbicidas postemergentes en el cultivo de chíá, respecto al porcentaje de fitotoxicidad hacia el cultivo, los tratamientos con menor porcentaje de fitotoxicidad para Chíá fueron: El Control manual con 0% de fitotoxicidad, Basagran + Select a la dosis evaluada de $3.0 + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ el cual obtuvo 0% de fitotoxicidad y Basagran + Select + Inex a la dosis evaluada de $1.5 + 1.0 \text{ L} + 5\% \text{ L ha}^{-1}$ con 0% de fitotoxicidad.

Mientras que a Medina *et al.* (2016), Los tratamientos que obtuvieron menor porcentaje de fitotoxicidad tanto para chíá Pinta como Blanca fueron: Bentazona + Fluazifop butil a las dosis de $2.0 + 3.0$ y $4.0 + 3.0 \text{ L ha}^{-1}$ con 4 y 6% de fitotoxicidad, Carfentrazone + Fluazifop butil a las dosis $90 \text{ mL} + 3.0 \text{ L}$ y $180 \text{ mL} + 3.0 \text{ L ha}^{-1}$ con 5 y 6% de fitotoxicidad y oxyfluorfen a las dosis de 1.0 y 2.0 L ha^{-1} con 15 y 26%.

A diferencia de Carrera *et al.* (2017), Determino que tratamiento que género menor toxicidad en el cultivo de chíá es la aplicación de castigador con dosis de 250 cc, demostrando un control parcial en malezas con poca afección al cultivo.

En relación al control de hoja ancha los tratamientos que presentan control de este tipo de maleza mayor a 85 % son: El Control manual con 100% de control, Basagran + Select a la dosis evaluada de $3.0 + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ el cual obtuvo 89.5% de control, Goal + Select a la dosis evaluada de $0.6 + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ con 89.5% de control y Herbitech + Select a la dosis evaluada de $15 \text{ ml/l} + 1.0 \text{ L ha}^{-1}$ con 87.5% de control.

En cambio a Medina *et al.* (2016), En el control de hoja ancha, los tratamientos que presentan control mayor a 85 % fueron: Dicamba + 2,4-D amina + Fluazifop-butyl a las dosis de $1.0 + 3.0$ y $2.0 + 3.0 \text{ L ha}^{-1}$, Imazetapyr a las dosis de 1.0 y 2.0 L ha^{-1} , Mesosulfuron + Iodosulfuron a las dosis de 1.0 y 2.0 L ha^{-1} y Dicamba + Atrazina + Fluazifop-butyl a las dosis de $1.5 + 3.0$ y $3.0 + 3.0 \text{ L ha}^{-1}$.

Respecto al control de malezas de hoja angosta todos los tratamientos a excepción del testigo enhiervado presentaron un control superior al 90%. Los tratamientos más destacables además del control manual fueron: Sec Natural + Select a una dosis evaluada de 2.0 + 1.0 L ha⁻¹ con 99.5% de control y Herbitech + Select a una dosis evaluada de 15 ml/l + 1.0 L ha⁻¹ con 98.5% de control.

A diferencia de Medina *et al.* (2016), en relación a la maleza de hoja angosta los tratamientos con control superior a 90 % fueron: todos las que tienen Fluazifop-butil.

Por el contrario, Carrera (2017), determino que las aplicaciones con castigador y la dosis de 250 cc, fue la más efectiva con porcentajes de 85, 80, 75, 93, 94 y 87 %, en el control de la población de malezas en los tratamientos. Determinando que el mejor control lo logro el tratamiento con testigo limpio.

En base al rendimiento en kg ha⁻¹ los tratamientos que rindieron más fueron: Basagran + Select + Inex a la dosis evaluada de 1.5 + 1.0 + 5% con 797.7 kg ha⁻¹ y el Control manual con 734.8 kg ha⁻¹.

En cambio a Medina *et al.* (2016), en cuanto a rendimiento en la variedad de chíá Pinta, el tratamiento que rindió más fue el testigo limpio con 220 g por 10 plantas, después Imazetapyr a dosis de 1.0 L ha⁻¹ con 149 g y Mesosulfuron + Iodosulfuron a dosis de 1.0 L ha⁻¹ con 107 g por 10 plantas. En cuanto a rendimiento en la variedad de chíá Blanca el tratamiento que rindió más fue el testigo limpio con 196 g por 10 plantas y Dicamba + 2,4-damina + Fluazifop-butil a dosis de 1.0 + 3.0 L ha⁻¹ con 95 g por 10 plantas.

A diferencia de Carrera (2017), Concluyó que la mejor combinación de herbicidas postemergentes para el cultivo de chíá, fue con el herbicida castigador a la dosis de 250 cc que alcanzo el mejor rendimiento con 1300,00 kg/ha, y una utilidad económica de 8328,00 USD/ha.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los tratamientos con menor porcentaje de fitotoxicidad para Chía fueron: El Control manual con 0% de fitotoxicidad, Basagran + Select a la dosis evaluada de 3.0 + 1.0 L ha⁻¹ el cual obtuvo 0% de fitotoxicidad y Basagran + Select + Inex a la dosis evaluada de 1.5 + 1.0 L + 5% L ha⁻¹ con 0% de fitotoxicidad. Todos los demás tratamientos a excepción del testigo presentaron daños superiores al 60%.
2. En relación al control de hoja ancha los tratamientos que presentan control de este tipo de maleza mayor a 85 % son: El Control manual con 100% de control, Basagran + Select a la dosis evaluada de 3.0 + 1.0 L ha⁻¹ el cual obtuvo 89.5% de control, Goal + Select a la dosis evaluada de 0.6 + 1.0 L ha⁻¹ con 89.5% de control y Herbitech + Select a la dosis evaluada de 15 ml/1 + 1.0 L ha⁻¹ con 87.5% de control, todos los demás tratamientos presentaron controles inferiores al 85%.
3. Respecto al control de malezas de hoja angosta todos los tratamientos a excepción del testigo enhiervado presentaron un control superior al 90%. Los tratamientos más destacables además del control manual fueron: Sec Natural + Select a una dosis evaluada de 2.0 + 1.0 L ha⁻¹ con 99.5% de control y Herbitech + Select a una dosis evaluada de 15 ml/1 + 1.0 L ha⁻¹ con 98.5% de control.
4. En base al rendimiento en kg ha⁻¹ los tratamientos que rindieron más fueron: Basagran + Select + Inex a la dosis evaluada de 1.5 + 1.0 + 5% con 797.7 kg ha⁻¹ y el Control manual con 734.8 kg ha⁻¹, todos los demás tratamientos presentaron rendimientos inferiores.

Como conclusión general de acuerdo a nuestros objetivos planteados y en base a los resultados obtenidos, los tratamientos a base de Basagran + Select fueron los que mejores resultados obtuvieron, a pesar de que hubo postemergentes más efectivos dentro del control de malezas, sin embargo estos mostraron índices elevados de fitotoxicidad hacia el cultivo. Por ello es que los tratamientos a base de Basagran + Select además de su muy buen índice de control lo que lo hace más destacable dentro de ellos es su armonioso efecto que se percibió ante el cultivo, a manera que esto se vio reflejado en la obtención de su buen rendimiento. Por lo que esto lo convierte en la alternativa más óptima y eficaz dentro del control de malezas en el cultivo de Chía.

Dentro de los tratamientos que se utilizaron para llevar acabo el experimento, uno de ellos fue a base de manera cultural (control manual) esté siendo también uno de los controles más efectivos para el control de malezas, sin embargo analizándolo desde el punto de vista económico, actualmente no es redituable para el productor ya que basándonos en los costos que se implican para la mano de obra en la región ronda entre los 300 a \$400 por jornada laboral, para esta actividad cultural, considerando que para 1 hectárea se implicaría gran cantidad de mano de obra y por ende se elevaría el costo de producción, además de la gran cantidad de tiempo que conlleva dicha actividad, por lo que analizando los precios de los herbicidas postemergentes que fueron seleccionados como las mejores alternativas para el control de malezas dentro del cultivo de Chía, actualmente los precios de estos en el mercado rondan entre los 900 a \$1400 por litro de producto, por lo que el punto a favor al optar por estos productos es el ahorro económico hacia el productor ya que no necesariamente es requerido el uso de mucha mano de obra, considerando también que actualmente se cuenta con una escasez de mano de obra en el campo mexicano, por lo que por ello la opción más viable para el control de malezas es el recurrir al control químico ya que le resulta más redituable a el productor, dado que se ahorra tiempo, dinero y esfuerzo.

5.2 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos a través de este experimento se recomienda:

- 1) Realizar el control de malezas con los herbicidas que presento los mejores resultados, los cuales fueron Basagran + Select a la dosis evaluada de 3.0 + 1.0 L ha⁻¹ y Basagran + Select + Inex a la dosis evaluada de 1.5 + 1.0 L + 5% L ha⁻¹.
- 2) No descartar la posibilidad de repetir el experimento para de tal manera corroborar los resultados obtenidos con la finalidad de afinar dosis y épocas de aplicación para de esta manera asignar las recomendaciones técnicas más adecuadas y oportunas, para que de tal manera contribuya a consolidar un buen programa de manejo integrado de malezas dentro del cultivo de chíá para el estado de Guanajuato.
- 3) Evaluar otros herbicidas y dosis buscando nuevas alternativas de producción que generen mejores resultados para de esta manera enriquecer aún más el programa de manejo integrado de malezas y el manejo agronómico del cultivo de chíá.

Como recomendaciones adicionales

- 1) Realizar diagnósticos y muestreos previos a la aplicación de cualquier producto, para de esta manera identificar las plantas arvenses con las que se cuenta dentro del área considerada, para posteriormente elegir el mejor manejo y seleccionar correctamente el producto con el ingrediente activo que más se adecue de acuerdo a las necesidades del usuario.
- 2) Realizar las aplicaciones a primera hora de la mañana o a última de la tarde ya que al ser horas de poco sol evitaremos la evaporación del producto aplicado además de ello se evita correr el riesgo de causar quemaduras en planta, además beneficia en el incremento del porcentaje de asimilación del producto aplicado.
- 3) Seleccionar las boquillas adecuadas para un correcto funcionamiento, un buen aprovechamiento y obtener una aplicación uniforme de producto.
- 4) Abstenerse a realizar aplicaciones cuando exista viento.
- 5) Implementar el buen uso de las buenas prácticas agrícolas (BPA)

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Agriculture & Rural development Republic of South Africa. (2020). Weed control, Recuperado de: https://www.kzndard.gov.za/images/Documents/Horticulture/Veg_prod/weed_control.pdf
- Agroplanet (2022). Ficha técnica Sec Natural. Agroplanet México. Recuperado de https://agroplanetmexico.mx/wp-content/uploads/2020/06/Agroplanet_Mexico-ficha_tecnicaSEC_NATURAL200630.pdf
- Ali, N. M., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W., & Tan, S. G. (2012). The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. Journal of Biomedicine and Biotechnology, 2012. doi:10.1155/2012/171956.
- Arysta (2022). Ficha técnica Select ultra®. Arysta Life Science. Recuperado de: https://www.ftepeyac.com.mx/wp-content/uploads/2019/09/SELECT_ULTRA_FICHA_TECNICA.pdf
- Axayacatl O. (2023). ¿Qué son los herbicidas agrícolas y cuál es su importancia? Blog agricultura. Recuperado de: <https://blogagricultura.com/importancia-herbicidas-agricolas/>
- BASF (2022). Basagran® - Herbicida selectivo post emergente para su cultivo de arroz. BASF Ecuador. Recuperado de: <https://agriculture.basf.com/ec/es/proteccion-de-cultivo-y-semillas/productos-para-proteccion-de-cultivos/herbicida-basagran.html#:~:text=Basagran%C2%AE%20es%20de%20acci%C3%B3n,arroz%20protegido%20con%20Basagran%C2%AE>.
- Bayer (2023). Ficha técnica Laudis®. BAYER. Recuperado de: <https://www.micultivo.bayer.com.mx/es-mx/productos/product-details.html/herbicides/laudis.html#:~:text=Modo%20de%20acci%C3%B3n,que%20se%20marchita%20y%20muere>.
- Benetoli da Silva TR, de Melo SC, Nascimento AB, Ambrosano L, Bordin JC, Alves CZ, Secco D, Santos RF, Gonçalves-Jr AC, da Silva GD., (2020). National Library of Medicine. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7519366/>

- BioTech (2022). Ficha técnica Herbitech. BioTech México. Recuperado de <https://biotechmexico.com/herbitech>
- Bushway, A. A., P. R. Belya, R. J. Bushway. (1981). Chia seed as a Source of Oil, Polysaccharide, and Protein. *Journal of Food Science* 46:1349-1356.
- Cahill J.P. (2003). Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). *Economic Botany* 57: 604-618.
- Calderón-Ruiz, A., Montes-Hernández, S., García-Perea, M.A., Covarrubias Prieto, J., Aguirre-Mancilla, C.L. and Raya-Pérez, J.C. (2021). Caracterización de poblaciones de chía silvestre y cultivada. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(7): 1161-1170.
- Carrera, C., (2017). Evaluación agronómica de la aplicación de tres herbicidas postemergentes, para el control químico de malezas anuales en el cultivo de chía (*salvia hispánica*), a tres dosis baja, media y alta. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Espejo, Carchi, Ecuador.
- Carriel, T. F. M., Rivas, B. G. Z., Prieto, J. E. M., Sánchez, E. A. C., & Chequer, J. J. M. (2021). Efecto de la interferencia de arvenses en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) el triunfo, provincia del Guayas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 13890-13905.
- Centre National of the recherche scientifique, International Laboratory, (2023). Chia Oil in Art. Recuperado de: https://arche.cnrs.fr/research_projects/chia-oil/
- CIMMYT (02 de Agosto de 2021). La importancia de conocer las malezas. Recuperado de: https://idp.cimmyt.org/la-importancia-de-conocer-las-malezas/?fbclid=IwAR3_DcG6TI_8U2ezXuENUAQebNE7MG2q6ExhEunneqznhZ-h9Ye5CVL-ots
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. (2018). Plan de prevención, manejo y control de caracol de jardín (*Cornu aspersum*) en la jurisdicción CAR. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5c264638463c8.pdf>
- CORTEVA (2021). Ficha técnica Pixxaro®. CORTEVA agrisciencie. Recuperado de: <https://www.corteva.com.ar/productos-y-soluciones/proteccion-de-cultivos/Pixxaro.html>

- Corteva, (2021). Ficha técnica Goal tender. Corteva Agrisciencie. Recuperado de: https://www.corteva.mx/content/dam/dpagco/corteva/la/mx/es/products/files/GOALTENDER_ETIQUETA_WEB_MEXICO.pdf
- DECCO Naturally postharvest. (2020). Infección por *Fusarium* sp.: cómo controlarla en postcosecha. Recuperado de: <https://www.deccoiberica.es/infeccion-por-fusarium-sp-como-controlarla-en-postcosecha/#:~:text=Da%C3%B1os%20y%20s%C3%ADntomas,los%20s%C3%ADntomas%20del%20Fusarium%20sp>
- Global Biodiversity Information System GBIF Secretariat (2023). *Salvia hispanica* L. GBIF Backbone Taxonomy. Recuperado de: <https://www.gbif.org/es/species/2926992>
- Global Biodiversity Information System GBIF Secretariat, (2024). *Salvia hispánica* Linnaeus. GBIF Backbone Taxonomy. Recuperado de: <https://www.gbif.org/es/species/164947057>
- Hernández Gómez J. A. y Miranda Colín S. (2008) CARACTERIZACIÓN MORFOLOGICA DE CHÍA (*Salvia hispanica*). Revista Fitotecnia Mexicana. 31, (002). 105-113.
- Hulme, P. E. (2023). Weed resistance to different herbicide modes of action is driven by agricultural intensification. *Field Crops Research*, 292, 108819
- INEGI. (2020). Aspectos geográficos. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/Default.aspx?idee=9324630>
- INTAGRI. (2020). Manejo Integrado de la Gallina Ciega. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-la-gallina-ciega>
- INTAGRI. 2017. Control de Malezas en Cultivos Hortícolas. Serie Fitosanidad. Núm. 84. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Jamboonsri, W.; Phillips, T. D.; Geneve, R. L.; Cahill, J. P. and Hildebrand, D. F. (2012). Extending the range of an ancient crop, *Salvia hispanica* L. a new ω 3 source. *Gen. Res. Crop Evol.* 59(2):171-178.
- Lescano, Faccini, D., Puricelli, E., & Nicolari, A., (2017). Evaluación de la eficacia de distintos herbicidas preemergentes selectivos para cultivos de soja y maíz en

- Chloris virgata* Sw. Revista Ciencias Agronómicas. 05-07. Recuperado de: https://fcagr.unr.edu.ar/wpcontent/uploads/2017/09/Art01_Agromensajes48_agosto2017.pdf
- Lezaun, A., (2020). Hormiga Arriera Atta cephalotes Hormiga arriera, una plaga evolucionada, eusocial y polimórfica. CropLife Latin America. Recuperado de: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/hormiga-arriera-atta-cephalotes#:~:text=Control%20biol%C3%B3gico&text=La%20aplicaci%C3%B3n%20en%20forma%20de,a%20niveles%20m%C3%ADimos%20de%20da%C3%B1o>
- Manzaneda D., F. 2015. Evaluación de la producción de dos variedades de chía (*Salvia hispanica* L.) en dos densidades de siembra. Aphapi 1(1): 13-18.
- Martínez, A., (2016). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el cultivo de la Chía (*Salvia hispanica* L.) en Guanajuato. (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, Guanajuato, México.
- Martínez, M. (1959). Plantas Útiles de la Flora Mexicana. Ediciones de Botas. México pp. 198-202.
- Medina, T., Hernández, M., Arreola, J., Cruz, H., (2016). Evaluación de la efectividad biológica y sensibilidad varietal de los herbicidas sigma od, axial y traxos sobre avena y alpiste silvestre en trigo (*Triticum aestivum* L.) en aplicación de postemergencia temprana en el bajío. Ciencia de la maleza. Simposio llevado a cabo en el XXXVII congreso mexicano de la ciencia de la maleza XLII simposium nacional de parasitología agrícola (IAP) segunda jornada técnica (ASA). Guadalajara, Jalisco, México.
- Medina, T., Montes, S., Hernández, M., & Arreola, J., (Noviembre de 2016). Evolución de herbicidas postemergentes para el control de la maleza en el cultivo de chía (*Salvia hispanica* L.) variedades blanca y pinta en guanajuato. Ciencia de la maleza. Simposio llevado a cabo en el XXXVII congreso mexicano de la ciencia de la maleza XLII simposium nacional de parasitología agrícola (IAP) segunda jornada técnica (ASA). Guadalajara, Jalisco, México.
- Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa MEFCCA, (2023). Cultivo de Chía. MEFCCA Recuperado de:

<https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento1712470.pdf>

Pedrerros L. A. (1994). Importancia de las malezas. Biblioteca digital INIA. Recuperado de:

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/34968/NR15446.pdf?sequence=1>

Piña, A., (2017). Evaluación del Efecto de la Densidad de Población, en el Rendimiento de cinco Genotipos de Chía (*Salvia hispánica* L.) en el estado de Guanajuato. (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, Guanajuato, México.

Quintero-Pértuz, I., & Carbonó-DelaHoz, E. (2015). Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento de Magdalena, Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 9(2), 329-340.

Quiroz, P., (14 de Agosto de 2019). La chía, semilla con historia y aportes a la salud. Recuperado de: <https://laroussecocina.mx/blog/la-chia-semilla-con-historia-y-aportes-a-la-salud-3/>

Ramamoorthy, t. p. (1985). *Salvia* L., pp. 298-310. In: Flora Fanerógama del Valle de México. Volumen II (Dicotiledóneas). RZEDOWSKI, J.; DE RZEDOWSKI, G.C. (eds.). Instituto Politécnico Nacional. México.

Rosales, E., & Sánchez, R., (2006). Clasificación y Uso de los Herbicidas por su Modo de Acción. INIFAP - Campo Experimental Río Bravo. Recuperado de <https://www.compucampo.com/tecnicos/clasificacionherbs.pdf>

SADER (2014). Manejo técnico para el cultivo de la chía. Recuperado de: <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-agricola-hortofruticola-e-inocuidad/567#:~:text=El%20cultivo%20de%20ch%C3%ADa%20se,para%20evitar%20la%20ca%C3%ADda%20de>

Scalise, J., (2019). Caracterización y diagnóstico de la cadena de valor de la chía en la argentina. Unidad para el Cambio Rural (UCAR). https://issuu.com/comunicacionydifusionucar/docs/caracterizaci_n_y_diagn_stico_de_la?fbclid=IwAR0WZWab4k9ZkAOto5ISP_b0j3wi501TIR9qNAmlQvrEUbpLH_AXFow-aP4

- SIAP (2017). La chía, como Cultivo Alternativo. Recuperado de: <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-chia-como-cultivo-alternativo>
- SIAP (2021). Producción Nacional de Chía. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap>
- Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza, A. C., (2020). Clasificación y uso de los herbicidas por su modo y mecanismo de acción. Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza, A.C., Recuperado de: <https://somecima.com/wp-content/uploads/2020/12/CLASIFICACION-DE-HERBICIDAS-POR-MODO-Y-MECANISMO.pdf>
- Soltero, L., Pérez, J., & Valencia, A., (2010). Evaluación de herbicidas para el control de malezas en garbanzo (*Cicer arietinum* L.) de riego en la región Ciénaga de Chapala, México. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 19 (2) 2071-0054. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000200015
- Sosa-Baldivia, Anacleto, Guadalupe Ruiz-Ibarra, Gerardo Víctor Gordillo-Sobrin, Jorge D. Etchevers-Barra, Maneesh Sharma, Xiaozhong Liu, Raúl Rene Robles-de la Torre. 2017. Respuesta de cuatro cultivares de chía (*Salvia hispanica* L.) a la fertilización nitrogenada en el Petacal, Jalisco, México. Informaciones Agronómicas de Hispanoamerica No. 28.
- Vârban R., Crişan I., Vârban D., Mureşan C., Gheţe A., Stoie A., Ona A., (2022). Cultivation Potential of Chia (*Salvia hispanica* L.) in Cluj county. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca, Faculty of Agriculture, Recuperado de: https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2022/issue_1/Art85.pdf
- Viera, F., & Escobar, L., (2015). Evaluación de mezclas de herbicidas en el control de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar en tres tipos de suelos de majibacoa, las tunas. Revista Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 36, (1). 122-128. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193237111016>
- Villegas, D. (2018). Efecto de la aplicación de herbicidas sobre el rendimiento en chía (*Salvia hispanica* L.) en la región metropolitana, Chile. (Tesis de pregrado). Universidad de Chile.

- Xingú López A., González Huerta A., de la Cruz Torrez E., Sangerman Jarquín D. M., Orozco de Rosas G. Rubí Arriaga M., (2024). Chía (*Salvia hispánica* L.) situación actual y tendencias futuras. INIFAP. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/2631/263153520010/html/>
- Xingú López, Andrés; González Huerta, Andrés; de la Cruz Torrez, Eulogio; Sangerman Jarquín, Dora Ma.; Orozco de Rosas, Guillermo; Rubí Arriaga, Martin (2017) Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8, (7), 1619-1631.
- Xingú, A., Gonzáles, A., de la Cruz, E., Sangerman, D., Orozco, G., & Rubí, M., (2017). Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8, (7). Recuperado de: [https://www.redalyc.org/journal/2631/263153520010/html/#:~:text=Otras%20plagas%20frecuentes%20son%20babosas,langostas%20\(Spodoptera%20sp.\)](https://www.redalyc.org/journal/2631/263153520010/html/#:~:text=Otras%20plagas%20frecuentes%20son%20babosas,langostas%20(Spodoptera%20sp.))

CAPITULO VII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico

Anexo 1.1 Análisis estadísticos ANOVA

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: TP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	891.274000	99.030444	12.66	<.0001
Error	30	234.730000	7.824333		
Corrected Total	39	1126.004000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TP Mean
0.791537	27.47742	2.797201	10.18000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	891.2740000	99.0304444	12.66	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: ATP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	34722.30900	3858.03433	27.19	<.0001
Error	30	4257.41000	141.91367		
Corrected Total	39	38979.71900			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ATP Mean
0.890779	18.86272	11.91275	63.15500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	34722.30900	3858.03433	27.19	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: ABP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	25390.57000	2821.17444	29.06	<.0001
Error	30	2912.70500	97.09017		
Corrected Total	39	28303.27500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ABP Mean
0.897089	18.60016	9.853434	52.97500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	25390.57000	2821.17444	29.06	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: PCC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.47948649	0.05327628	4.98	0.0004
Error	30	0.32065416	0.01068847		
Corrected Total	39	0.80014064			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PCC Mean
0.599253	6.665137	0.103385	1.551132

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	0.47948649	0.05327628	4.98	0.0004

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: CANG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.66009356	0.07334373	1.71	0.1291
Error	30	1.28310243	0.04277008		
Corrected Total	39	1.94319599			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CANG Mean
0.339695	14.70475	0.206809	1.406411

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	0.66009356	0.07334373	1.71	0.1291

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: CANC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.50080121	0.05564458	0.94	0.5081
Error	30	1.78064615	0.05935487		
Corrected Total	39	2.28144736			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CANC Mean
0.219510	19.09890	0.243629	1.275615

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	0.50080121	0.05564458	0.94	0.5081

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: NP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	492258.1000	54695.3444	7.53	<.0001
Error	30	217803.5000	7260.1167		
Corrected Total	39	710061.6000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	NP Mean
0.693261	61.56526	85.20632	138.4000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	492258.1000	54695.3444	7.53	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: NT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	34324.02500	3813.78056	6.60	<.0001
Error	30	17326.75000	577.55833		
Corrected Total	39	51650.77500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	NT Mean
0.664540	48.72264	24.03244	49.32500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	34324.02500	3813.78056	6.60	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: CTANC1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2.81198982	0.31244331	374.61	<.0001
Error	30	0.02502171	0.00083406		
Corrected Total	39	2.83701153			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CTANC1 Mean
0.991180	1.680312	0.028880	1.718731

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	2.81198982	0.31244331	374.61	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: CIANG1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	3.03339431	0.33704381	320.65	<.0001
Error	30	0.03153340	0.00105111		
Corrected Total	39	3.06492772			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CIANG1 Mean
0.989712	1.782277	0.032421	1.819071

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	3.03339431	0.33704381	320.65	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: CTANC2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2.43354336	0.27039371	221.66	<.0001
Error	30	0.03659553	0.00121985		
Corrected Total	39	2.47013888			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CTANC2 Mean
0.985185	2.096713	0.034926	1.665768

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	2.43354336	0.27039371	221.66	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: CTANG2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	3.25154096	0.36128233	241.20	<.0001
Error	30	0.04493652	0.00149788		
Corrected Total	39	3.29647748			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CTANG2 Mean
0.986368	2.094469	0.038703	1.847843

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	3.25154096	0.36128233	241.20	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: PDC1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	5.55556358	0.61728484	149.45	<.0001
Error	30	0.12391490	0.00413050		
Corrected Total	39	5.67947848			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PDC1 Mean
0.978182	4.081947	0.064269	1.574468

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	5.55556358	0.61728484	149.45	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: PDC2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4.87081221	0.54120136	189.43	<.0001
Error	30	0.08571072	0.00285702		
Corrected Total	39	4.95652293			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PDC2 Mean
0.982707	3.995547	0.053451	1.337768

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	4.87081221	0.54120136	189.43	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: R

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2567895.486	285321.721	5.15	0.0003
Error	30	1660875.235	55362.508		
Corrected Total	39	4228770.721			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	R Mean
0.607244	59.11104	235.2924	398.0515

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	9	2567895.486	285321.721	5.15	0.0003

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for ATP

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	141.9137
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	28.734

**Means with the same letter
are not significantly different.**

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	100.500	4	1
A			
B A	93.775	4	2
B A			
B A	92.725	4	3
B A			
B A C	74.050	4	7
B C			

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
B	C	66.525	4 6
	C		
	C	63.025	4 5
	C		
	C	57.550	4 4
	C		
D	C	55.900	4 8
	D		
E	D	27.500	4 10
E			
E		0.000	4 9

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for ABP

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	97.09017
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	23.767

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	84.900	4	1
A			
A	80.525	4	2
A			
A	77.300	4	3

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A			
B	A	65.600	4 7
B			
B		53.425	4 5
B			
B		52.525	4 6
B			
B		48.775	4 4
B			
B	C	43.925	4 8
	C		
D	C	22.775	4 10
D			
D		0.000	4 9

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for PCC

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	0.010688
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	0.2494

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	1.70827	4	3
A			

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey	Grouping	Mean	N	TRAT
	A	1.69510	4	1
	A			
B	A	1.62562	4	2
B	A			
B	A	1.60670	4	7
B	A			
B	A	1.55475	4	9
B	A			
B	A	1.54772	4	5
B	A			
B	A	1.54454	4	10
B	A			
B	A	1.47056	4	6
B				
B		1.38172	4	8
B				
B		1.37633	4	4

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for CANG

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	0.04277
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	0.4988

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	1.5110	4	8
A			
A	1.5107	4	5
A			
A	1.4898	4	10
A			
A	1.4627	4	9
A			
A	1.4608	4	3
A			
A	1.4365	4	7
A			
A	1.4136	4	6
A			
A	1.3953	4	2
A			
A	1.3278	4	4
A			
A	1.0559	4	1

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for CANC

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	0.059355
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	0.5876

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	1.4746	4	7
A			
A	1.4740	4	6
A			
A	1.2950	4	9
A			
A	1.2950	4	2
A			
A	1.2795	4	8
A			
A	1.2282	4	1
A			
A	1.2259	4	4
A			
A	1.1909	4	10
A			
A	1.1581	4	3
A			
A	1.1350	4	5

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for NP

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	7260.117
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	205.52

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	319.00	4	1
A			
B A	289.00	4	3
B A			
B A C	259.75	4	5
B A C			
B D A C	166.25	4	7
B D A C			
B D A C	143.75	4	2
B D C			
B D C	86.50	4	6
D C			
D C	72.75	4	8
D			
D	21.00	4	4
D			
D	13.75	4	9
D			
D	12.25	4	10

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for NT

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	577.5583
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	57.968

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	99.00	4	3
A			
A	87.25	4	5
A			
B A	63.50	4	7
B A			
B A C	58.25	4	1
B A C			
B A C	52.50	4	8
B A C			
B A C	51.75	4	6
B A C			
B A C	45.50	4	2
B C			
B C	17.75	4	4
B C			
B C	15.75	4	9
C			
C	2.00	4	10

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for CTANC1

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	0.000834
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	0.0697

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	2.00000	4	1
B	1.90131	4	3
B			
B	1.88687	4	2
C	1.80563	4	6
C			
C	1.79011	4	4
C			
C	1.79011	4	8
C			
C	1.77460	4	5
D	1.66978	4	10
E	1.56891	4	9
F	1.00000	4	7

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for CIANG1

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	0.001051
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	0.0782

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	2.00000	4	1
A			
B	1.94795	4	10
B			
B	1.90819	4	2
B			
B	1.90799	4	3
B			
B	1.89375	4	8
B			
B	1.89355	4	4
B			
B	1.88687	4	5
B			
B	1.87999	4	9
B			
B	1.87243	4	6
C	1.00000	4	7

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for CTANC2

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	0.00122
Critical Value of Studentized Range	4.82414

Minimum Significant Difference 0.0842

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	2.00000	4	1
B	1.79802	4	2
B			
B	1.79011	4	8
B			
C	B	1.75772	4 4
C			
C	D	1.70532	4 6
C	D		
C	D	1.69804	4 3
D			
D	1.66978	4	5
D			
D	1.66978	4	10
E	1.56891	4	9
F	1.00000	4	7

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for CTANG2

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30
Error Mean Square	0.001498

Critical Value of Studentized Range 4.82414
Minimum Significant Difference 0.0934

**Means with the same letter
are not significantly different.**

Tukey Grouping		Mean	N	TRAT
A		2.00000	4	1
A				
B	A	1.99367	4	10
B	A			
B	A	1.97451	4	4
B	A			
B	A	C	4	9
B	A	C		
B	A	C	4	8
B	A	C		
B	A	C	4	5
B	A	C		
B	A	C	4	6
B		C		
B		C	4	3
		C		
		C	4	2
D		1.00000	4	7

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for PDC1

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
Felfrihetsgrader 30
Error Mean Square 0.00413

Critical Value of Studentized Range 4.82414

Minimum Significant Difference 0.155

**Means with the same letter
are not significantly different.**

	Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
	A	1.99116	4	4
	A			
	A	1.96168	4	10
	A			
B	A	1.85649	4	5
B	A			
B	A	1.84349	4	8
B				
B		1.80077	4	6
B				
B		1.73348	4	9
	C	1.31084	4	3
	C			
	C	1.24676	4	2
	D	1.00000	4	7
	D			
	D	1.00000	4	1

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for PDC2

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05

Felfrihetsgrader 30

Error Mean Square	0.002857
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	0.1289

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	1.96168	4	9
A			
A	1.94525	4	10
B	1.46751	4	6
B			
C	1.36674	4	8
C			
C	1.35176	4	5
C			
C	1.24937	4	4
D	1.03536	4	3
D			
D	1.00000	4	7
D			
D	1.00000	4	1
D			
D	1.00000	4	2

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for R

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Felfrihetsgrader	30

Error Mean Square	55362.51
Critical Value of Studentized Range	4.82414
Minimum Significant Difference	567.54

Means with the same letter
are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	797.7	4	3
A			
B A	734.8	4	1
B A			
B A C	598.0	4	8
B A C			
B A C	495.2	4	2
B A C			
B A C	475.8	4	5
B A C			
B A C	375.0	4	6
B C			
B C	224.6	4	7
C			
C	124.4	4	4
C			
C	111.0	4	10
C			
C	43.9	4	9

Anexo 2. Imágenes de actividades realizadas en campo

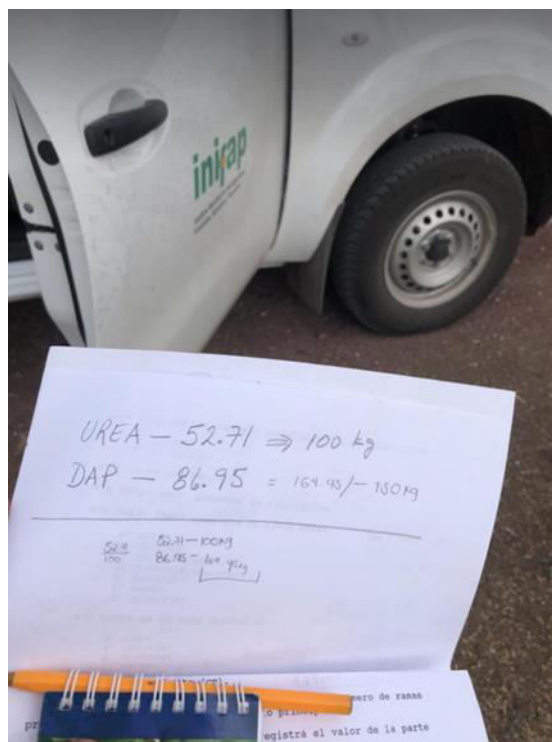
Anexo 2.1 Prueba de germinación.



Anexo 2.2 Siembra.



Anexo 2.3 Dosificación de fertilización.



Anexo 2.4 Identificación de malezas.



Anexo 2.5 Control manual de malezas.



Anexo 2.6 Resultado de control manual.



Anexo 2.7 Preparación de mezclas de herbicidas para su aplicación.



Anexo 2.8 Aplicación de tratamientos.



Anexo 2.9 Chía dos meses después de la siembra.



Anexo 2.10 Semilla de chía obtenida.

