



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MEXICO

Instituto Tecnológico de Tlajomulco



## TESIS

CON EL TEMA:

**“EVALUACIÓN DE TRES MARCAS COMERCIALES DE  
HERBICIDA PARA EL CONTROL DE MALEZA DE HOJA ANCHA  
EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)”**

QUE PRESENTA:

**ERNESTO ALONSO AVALOS HERRERA**

ASESOR:

**DRA. SARAI MONSERRAT CUETO MEDINA**

REVISORES:

**DR. PEDRO YESCAS CORONADO  
MC. FERNANDO ALCALA GARCIA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN AGRONOMÍA**

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO. MARZO, 2023.



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **16/febrero/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/280/2023  
ASUNTO: Autorización de impresión  
definitiva y digitalización

**C. ERNESTO ALONSO AVALOS HERRERA  
PASANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA  
P R E S E N T E**

Dado que el Comité dictaminó como **APROBADA** su TITULACIÓN INTEGRAL OPCIÓN I ( TESIS ), con el tema **“EVALUACIÓN DE TRES MARCAS COMERCIALES DE HERBICIDA PARA EL CONTROL DE MALEZA DE HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)”** y determinó que dan cumplimiento con los requisitos establecidos, se les notifica que tienen la autorización para su impresión definitiva y digitalización.

Sin otro particular quedo de usted.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica®  
Educando para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro*

**C. MARÍA ISABEL BECERRA RODRÍGUEZ  
DIRECTORA DEL PLANTEL**



C.c.p.- Coordinación de Apoyo a la Titulación. - Edificio  
C.c.p.- Minutario. -

MIBR/AIBR/ALGC/mjhc





Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **10/FEBRERO/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/DCA/055/2023  
ASUNTO: Liberación de proyecto para  
la titulación integral.

**ICE. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**P R E S E N T E**

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:</b>	ERNESTO ALONSO AVALOS HERRERA
<b>NO. DE CONTROL:</b>	18940222
<b>PRODUCTO:</b>	OPCIÓN I ( TESIS )
<b>CARRERA:</b>	INGENIERÍA EN AGRONOMIA
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	<b>"EVALUACIÓN DE TRES MARCAS COMERCIALES DE HERBICIDA PARA EL CONTROL DE MALEZA DE HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i>)"</b>

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

**ATENTAMENTE**

Excelencia en Educación Tecnológica®  
Educando para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro



*Miguel Hernandez Flores*  
**ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES**  
**RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO**  
**DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

<i>[Signature]</i> <b>DRA. SARAI MONSERRAT CUETO MEDINA</b> Nombre y firma del asesor	<i>[Signature]</i> <b>DR. PEDRO YESCAS CORONADO</b> Nombre y firma del revisor	<i>[Signature]</i> <b>MC. FERNANDO ALCALA GARCIA</b> Nombre y firma del revisor
---	--	---

C.c.p.- Expediente.  
MHF/mjhc\*



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la empresa en general de Corteva Agriscience™ por haberme aceptado y ser parte de ella y abrir paso para el desarrollo de esta investigación y culminar esta etapa. A mis asesores tanto interno como externo siendo la Dra. Saraí Monserrat Cueto Median y al MC. Fernando Alcalá García respectivamente por su confianza, paciencia y sobre todo disposición para guiarme paso a paso en el desarrollo de cada una de las etapas de este proyecto y a la culminación del mismo.

No obstante, agradezco a mis amigos/as y familiares que brindaron su ayuda y consejos a lo largo de todo proceso.

## **DEDICATORIAS**

A mis padres Hugo Francisco Avalos Rodríguez y Martha Rosario Herrera Barajas quienes fueron el pilar fundamental de mi formación profesional, por no haberme dejado caer en el abandono de la carrera y siempre estuvieron ahí para levantarme, a mis hermanos que siempre me apoyaron en lo que necesitaba.

## RESUMEN

La presente investigación planteó como objetivo identificar cuál de las tres marcas comerciales tiene el mínimo número de maleza de hoja ancha, en el cultivo de maíz, siendo que en la producción de cultivos de tipo gramíneas, es necesario llevar un adecuado manejo de los posibles organismos que pueden afectar el rendimiento de los cultivos, donde se debe destacar el manejo de especies consideradas maleza, las cuales, algunas tienen efectos alelopáticos que impiden el desarrollo normal del cultivo por nutrientes, agua, luz, espacio e incluso, etc. Aplicado en el campo experimental perteneciente a la empresa Corteva Agriscience™, en la localidad de San Lucas Evangelista, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México donde se utilizó el diseño experimental completamente al azar estructurado de 4 tratamientos; tres herbicidas pre-emergentes de mismo ingrediente activo (Atrazina) pero diferente casa comercial y un testigo absoluto, con cuatro repeticiones, y con un marco de 0.50 x 0.50 mts; donde se hizo la evaluación de cada tratamiento, en un periodo de 42 días con un total de 6 evaluaciones, basado en el Escala de la Asociación Latinoamericana de Arvenses. Los resultados permiten evidenciar que los tres tratamientos en comparación del testigo no muestran diferencia estadísticamente significativa, sin embargo, el tratamiento Calibre 90<sup>DF</sup> (T3) en cuestión numérica muestra una pequeña diferencia en comparación a los dos tratamientos restantes, donde el análisis económico resulto ser más viable en comparación con el producto Gesaprim Calibre 90<sup>GDA</sup>, obteniendo un ahorro mensual de \$2,840 pesos en aplicaciones.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIAS .....	ii
RESUMEN .....	iii
ÍNDICE .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo General .....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
3. HIPÓTESIS.....	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
4.1. Antecedentes .....	4
4.2. Marco teórico .....	12
4.2.1. El Maíz .....	12
4.2.2. Arvenses .....	13
4.2.3. Control de arvenses .....	14
4.2.4. Definición de herbicida.....	14
4.2.5. Registro y aprobación de herbicidas.....	19
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
5.1. Área experimental .....	33
5.2. Diseño experimental.....	34
5.3. Factor de estudio.....	34
5.4. Tratamientos estudiados .....	34
5.5. Especificaciones del experimento .....	35
5.6. Manejo del experimento .....	35
5.7. Análisis de costo y eficacia .....	39
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
7. CONCLUSIONES .....	43
8. RECOMENDACIONES.....	44
9. LITERATURA CITADA .....	45
10. ANEXOS.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Análisis de varianza (toma 1) Porcentaje .....	51
Figura 2 Gráfico de barras (toma 1) Porcentaje .....	51
Figura 3 Análisis de varianza (toma 1)N° Plantas .....	52
Figura 4 Gráfico de barras (toma 1) N° Plantas .....	52
Figura 5 Análisis de varianza (toma 2) Porcentaje .....	53
Figura 6 Gráfico de barras (toma 2) Porcentaje .....	53
Figura 7 Análisis de varianza (toma 2) N° Plantas .....	54
Figura 8 Gráfico de barras (toma 2) N° Plantas .....	54
Figura 9 Análisis de varianza (toma 3) Porcentaje .....	55
Figura 10 Gráfico de barras (toma 3) Porcentaje .....	55
Figura 11 Análisis de varianza (toma 3) N° Plantas .....	56
Figura 12 Gráfico de barras (toma 3) N° Plantas .....	56
Figura 13 Análisis de varianza (toma 4) Porcentaje .....	57
Figura 14 Gráfico de barras (toma 4) Porcentaje .....	57
Figura 15 Análisis de varianza (toma 4)N° Plantas .....	58
Figura 16 Gráfico de barras (toma 4)N° Plantas .....	58
Figura 17 Análisis de varianza (toma 5) Porcentaje .....	59
Figura 18 Gráfico de barras (toma 5) Porcentaje .....	59
Figura 19 Análisis de varianza (toma 5)N° Plantas .....	60
Figura 20 Gráfico de barras (toma 5)N° Plantas .....	60
Figura 21 Análisis de varianza (toma 6) Porcentaje .....	61
Figura 22 Análisis de varianza (toma 6) Porcentaje .....	61
Figura 23 Análisis de varianza (toma 6) N° Plantas .....	62
Figura 24 Gráfico de barras(toma 6) N° Plantas .....	62



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación toxicológica de herbicidas.....	19
Cuadro 2. Toxicidad en los mamíferos de herbicidas representativos y productos químicos de referencia comunes en orden decreciente de DL50. oral aguda para ratas -mg/kg de peso corporal (adaptado de Worthington y Hance 1991 y Graham-Bryce 1989).....	20
Cuadro 3: Muestra valores de humedad relativa y temperatura, las distintas combinaciones dan las diferentes condiciones para aplicar (verde: aplicación sin restricción, amarillo: aplicación con restricciones y rojo: no aplicar) (Etchegoyen, 2017).....	24
Cuadro 4. Herbicidas inhibidores del fotosistema II. ....	29
Cuadro 5. Condiciones agro-climáticas.....	33
Cuadro 6. Análisis de Varianza (ANOVA) .....	34
Cuadro 7. Muestra los tratamientos y sus nombres comerciales, con su respectivo origen.....	34
Cuadro 8. Se presentan las especificaciones de cada unidad experimental.....	35
Cuadro 9. Escala de la Asociación Latinoamericana de Arvenses (ALAM) .....	38
Cuadro. 10. Costo mensual de los tres tratamientos.....	39
Cuadro. 11. Diferencia de costo mensual con el tratamiento de más elevado precio (Gesaprim Calibre 90 <sub>GDA</sub> ).....	39
Cuadro. 12. Diferencia mensual entre los tratamientos de precios equivalentes ..	39

# 1. INTRODUCCIÓN

La producción de gramíneas en México es una de tantas actividades agrícolas rentables en el país, donde destacan cultivos como el maíz, arroz, centeno, avena y sorgo. Por lo tanto, el control de maleza, la cual muchas de las veces son hospederas de plagas de importancia y que además compiten con el cultivo, es importante para asegurar la calidad de los productos cosechados (Labrada, 2016).

Las áreas destinadas para la producción de este tipo de cultivos, por lo general, son de bastante amplitud. Por ello, es necesario llevar un adecuado manejo de los posibles organismos que pueden afectar el rendimiento de los cultivos, donde se debe destacar el manejo de especies consideradas maleza, las cuales compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz, espacio e incluso algunas tienen efectos alelopáticos que impiden el desarrollo normal del cultivo. De acuerdo con Pimentel (2009), las mermas potenciales que pueden causar la maleza sobre el rendimiento de los cultivos pueden llegar hasta un 13 %. El número de especies consideradas como maleza es de alrededor de 8, 000 especies, pero sólo 200 de ellas son reconocidas de importancia económica a nivel mundial. Estas no solo compiten con el cultivo, demeritando la calidad de los productos cosechados en cuanto a tamaño, sino que también son hospederas de plagas y enfermedades que demeritan el valor comercial de los cultivos (Rosales, 2016).

Existen varios factores que se deben conocer o manejar para hacer un buen Manejo Integrado de Maleza (MIM). Inicialmente se debe evitar la diseminación de semillas de la maleza a través de la maquinaria utilizada para las labores del cultivo o la misma cosechadora. El manejo integrado de maleza incluye la prevención, manejo y control:

Labores preventivas. El uso de semilla certificada libre de maleza y la limpieza de la maquinaria son prácticas necesarias para evitar la proliferación de una mayor cantidad de semillas de maleza dentro de los terrenos agrícolas.

Control físico. Incluye los métodos o procedimientos de arranque manual, escarda con azadón, corte con machete u otras herramientas y labores de cultivo.

Control químico. Aunque la gama de herbicidas altamente selectivos es limitada, hay algunos que pueden ser útiles para ciertas hortalizas. De hecho, las siembras directas requieren un temprano manejo de maleza, que sólo es posible con el uso de estos herbicidas. Estas sustancias deben ser aplicadas a lo largo del surco de cultivo en bandas con un ancho de 20 cm. La aplicación en bandas reduce hasta en un 75 % el consumo de herbicidas. Con la aplicación en bandas, la maleza a lo largo del surco es eliminada y las que quedan entre surcos se eliminan mediante labores mecánicas tempranas del cultivo. Los herbicidas tienen un rango limitado de control, por lo que es muy importante la identificación de la maleza presente y de ser necesario, se deberá aplicar dos herbicidas en mezcla con diferente espectro de control de maleza (Rosales, 2017).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Evaluar tres marcas comerciales de herbicida con la finalidad de conocer con que marca se observa un mínimo número de maleza de hoja ancha, en el cultivo de maíz.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la eficacia de la marca comercial “Gesaprim Calibre 90<sub>GDA</sub>” en el control de maleza de hoja ancha.
- Evaluar la eficacia de la marca comercial “Atrafix 90<sub>WDG</sub>” en el control de maleza de hoja ancha.
- Evaluar la eficacia de la marca comercial “Calibre 90<sup>DF</sup>” en el control de maleza de hoja ancha.

## **3. HIPÓTESIS**

La aplicación de Gesaprim Calibre 90<sub>GDA</sub>, tiene un mayor porcentaje en el efecto de control de maleza de hoja ancha en el cultivo de maíz superando a Atrafix 90<sub>WDG</sub> y Calibre 90<sup>DF</sup>.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Antecedentes

Matheus “*et al*” (2004), evaluaron el efecto de tres herbicidas en comparación con el desyerbe manual, durante el establecimiento en campo de plantas in vitro de yuca. Los ensayos se realizaron en San Pablo, Edo. Yaracuy, Venezuela. Se usó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones en el análisis estadístico de S.A.S. y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 3 tratamientos más el testigo (Metolaclor, Fluomenturón y Pendimetalín) consiguiendo un total de 16 unidades experimentales, de la cual el tratamiento de Metolaclor con una dosis de 1,01 l i.a./ha), mostró el mayor control en maleza de hoja ancha, en comparación del testigo, mientras que los otros tratamientos no se encontraron diferencias significativas en comparación del testigo.

Los resultados de Soltero-Díaz (2010), para determinar la eficiencia de 5 herbicidas, aplicados en preemergencia en el control de maleza de hoja ancha en el cultivo de garbanzo, durante los ciclos otoño-invierno en Chapala, Jalisco, México. Utilizó un diseño de Bloques al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones en el análisis estadístico de MSTAT y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 6 tratamientos más el testigo (Pendimetalina, Alaclor, Prometrina, Alaclor, Prometrina + Alaclor Trifluralina, Oxyfluorfen), haciendo un total de 28 unidades experimentales; los tratamientos más eficaces fueron pendimetalina y trifluralina con una dosis de 3.5 L/Ha, con porcentajes de control del 77 a 95. Así demostró la alta atribución de los herbicidas en el impacto económico del garbanzo, incrementando así su rendimiento.

Cabrera en el 2016 realizó estudios de herbicidas para el control de maleza en el cultivo de ajo, durante los meses de julio-diciembre en “La Molina”. Donde manejó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro repeticiones, con la prueba de Duncan con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 4 tratamientos más el testigo (Pendimethalin, Oxyfluorfen, Pendimethalin + Oxyfluorfen, y Linuron), dando un total de 20 unidades experimentales; el tratamiento Pendimethalin +

Oxyfluorfen en una dosis de 3.0 y 2.5 L/Ha respectivamente tuvo un mayor control y poder residual en maleza de hoja ancha y algunas de hoja angosta por un mayor tiempo. De esta manera la combinación de 2 herbicidas funcionó mucho mejor y a distintas dosis que cada uno por separado, teniendo una mayor eficacia en el cultivo de ajo, dando así un mejor rendimiento.

Desde el punto de vista Rodríguez (2017); estipuló variables para medir el efecto de algunos herbicidas en nuevas líneas de maíz, valorando su selectividad y el espectro de control en el municipio de Ibagué, Tolima. En el cual utilizó el diseño de franjas divididas con tres repeticiones en el análisis estadístico de S.A.S. y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 5 tratamientos más el testigo (PSI S-Metolaclo 3,52; PSI S-Metolaclo 7,04; Acetaclo+Pendimetalina 3,2+2,4; Acetaclo+Pendimetalina 1,6+1,2 y Acetaclo+Pendimetalina 6,4+3) con un total de 18 unidades experimentales, de esta manera el tratamiento Metolaclo en una dosis de 4.4 L/Ha en PSI en la pre-emergencia de maleza. Dicho esto, los tratamientos que se aplicaron en PSI mostraron un buen control en la primera semana, pero al paso del tiempo el efecto fue disminuyendo.

Metzler y Ahumada (2016), demostraron el comportamiento de herbicidas residuales reemergentes en el control de *Echinochloa crus-galli*, en la provincia de Entre Ríos. En el cual utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones en el análisis estadístico de INFOSTAT y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 26 tratamientos más el testigo con un total de 81 unidades experimentales, de esta manera el tratamiento con mayor control de maleza fue el Clomazone en una dosis de 2000 g/ml p.c ha<sup>-1</sup>.

Lescano en el 2017, determinó la eficacia de herbicidas residuales sobre *Chloris virgata*, selectivos para los cultivos de soja y maíz, aplicados en preemergencia de la maleza en el pueblo de Muños, Santa Fe, Argentina. Así mismo utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones en el análisis estadístico de INFOSTAT y la prueba de Fisher con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 8 tratamientos más el testigo (Sulfometuron-metil + Clorimuron-etil, Diclosulam+s-metolaclo; Flumioxazin+acetoclo; Flumioxazin+ S-metolaclo;

Atrazina 90%+S-Metolacloro; Clomazone; Thiencarbazone-isoxaflutole; Dimetenamida; Iodosulfuron-metil-thiencarbazone-metil) con un total de 36 unidades experimentales, concluyendo que el tratamiento Atrazina 90%+s-Metolacloro fue de menor control en porcentajes de 55%, siendo que los demás alcanzaron un nivel superior al 85% de control hasta los 45 días después de la aplicación. Siendo así los resultados arrojados propician una herramienta útil para el manejo adecuado de *Chloris virgata*.

Pinto-Ruiz (2017), demostró el efecto de varios herbicidas en altura y el stand de las plantas y su grado de fitotoxicidad en el cultivo de mandioca en Corrientes, Argentina. En el cual utilizó el diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones en el análisis estadístico de INFOSTAT y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 4 tratamientos más el testigo (Diuron, Linuron, S-Metolacloro y Pendimetalin) obteniendo así un total de 15 unidades experimentales, de la cual todos los tratamientos presentaron fitotoxicidad en las hojas del cultivo, pero sin afectar la altura y el stand respecto al testigo. Sin embargo, estos resultados no son malos, al contrario, ya que ayudarán a continuar los ensayos de la selectividad con diferentes dosis para cada tratamiento, mejorando así el cultivo de mandioca.

Sabando en el 2018 estableció la efectividad de herbicidas pre-emergentes en el control de maleza y determinó los herbicidas de acción post-emergente temprana de maleza de hoja angosta en el cultivo de girasol, en la finca "La María", Ecuador. De tal forma utilizó el diseño de Bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones en el análisis estadístico de INFOSTAT y la prueba de Duncan con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 8 tratamientos (Pedimentalin, Butachlor, Clethodim, Haloxyfop-R, Pedimentalin + Clethodim, Pedimentalin + Haloxyfop-R, Butachlor + Clethodim, Butachlor + Haloxyfop-R) donde tuvo un total de 24 unidades experimentales, donde el tratamiento Pedimentalin + Haloxyfop-R en una dosis de 2.5 y 2.0 L/Ha logró el mayor porcentaje de control hasta los 21 días después de la aplicación con 79.2%. De esta manera se pudo demostrar que la combinación de

un herbicida pre y post emergente actúan de buena manera para obtener mejor rendimiento en nuestro cultivo, evitando tanta maleza.

En 2018, Quello valoró el efecto de herbicidas pre-emergentes en el control de maleza en el cultivo de albahaca, bajo condiciones de irrigación en La Joya, Arequipa. En el cual utilizó en diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones en el análisis estadístico de S.A.S. y la prueba de Duncan con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 9 tratamientos más el testigo (Proturon 800, Proturon 700, Proturon 600, Sellador 5, Sellador 4, Sellador 3, Goal 320, Goal 240, Goal 160) obteniendo un total de 30 unidades experimentales, de esta manera los tratamientos de Proturon con una dosis de 700 y 800 gramos/Ha ejercieron un mayor control de las maleza y poder residual en el suelo, sin embargo, afectaron la emergencia del cultivo. Asimismo, se logró percatarse de las dosis utilizadas, para así realizar nuevos ensayos en donde nos sea exitoso el resultado pero que también no afecte la emergencia del cultivo para tener un mejor rendimiento del mismo.

En 2018, Yennicani evaluó tratamiento de herbicidas pre-emergentes para analizar el nivel de control de maleza y los efectos fitotóxicos en el cultivo de arveja, en la CEI Barrow. Donde utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones en el análisis estadístico de INFOSTAT y la prueba de Fisher con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 9 tratamientos más el testigo (Imazetapir, Imazetapir + Flumioxazin, Imazetapir + Sulfentrazone-Metribuzin, Imazetapir + S-metolaclo, Imazetapir + Atrazina, Imazetapir + Trifluralina, Atrazina, Sulfentrazone-Metribuzin, Pyroxasulfone + Flumioxazin) con la cual obtuvo un total de 30 unidades experimentales, sin embargo, los tratamientos de mezclas con Flumioxazin, Atrazina y Sulfentrazone-metribuzin permitieron ampliar el espectro de control de la Imidazolinona. De tal forma, se pudo afirmar que cualquiera de estos pre-emergentes resulta óptimo para el control de maleza en el cultivo de arveja, de igual manera se podría elaborar un estudio económico de la cual resulte el herbicida de mayor control y con menor gasto al productor.



Meza (2019) evaluó herbicidas de tipo pre-emergente en el cultivo de maíz sembrado en la finca “La María”, en época seca. Por su parte utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones con la prueba de Tukey a un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 3 tratamientos más el testigo (Stom Aqua, Prowl Top y Pelion) de la cual se obtuvieron 16 unidades experimentales, siendo así el tratamiento de Stom Aqua con una dosis de 200 L/Ha logró obtener el mejor resultado con un promedio de 23 maleza a los 45 días después de la aplicación con respecto al testigo. De esta manera se logró obtener el mejor herbicida pre-emergente en el cultivo de maíz, que ayudará a aumentar el rendimiento y bajar costos de producción.

Rosetti (2019) evaluó diferentes herbicidas de tipo pre-emergente para el control de maleza y el nivel de fitotoxicidad en el cultivo de maíz en la EEA INTA Rafaela. De tal manera probó el diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones en el análisis estadístico de LSD y la prueba de Fisher con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 12 tratamientos más el testigo (Atrazina, Heat, Glifosato, S-Metolacloro, S-Metolacloro 1.5, Dash MSO Max, Flumioxazin, Adengo, Piroxasulfone, Experimental Vul, Piroxasulfone 200 y Piroxasulfone 160) con un total de 39 unidades experimentales, dando un resultado favorable a que ningún tratamiento presentó fitotoxicidad en el cultivo y el tratamiento de Atrazina + Glifosato + S-Metolacloro y Dash obtuvo el mejor control de maleza con un porcentaje del 95% en todas las evaluaciones realizadas en el cultivo de maíz, mejorando así su rendimiento y evitando pérdidas.

López (2020) determinó la combinación de herbicidas pre-emergentes en el control de maleza para un mejor rendimiento en el cultivo de cebolla, en el ciclo otoño-invierno, en Culiacán, Sinaloa, México. Por lo que utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones en el análisis estadístico de Xlstat y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 15 tratamientos más el testigo (Pendimethalin + Oxifluorfen, Pendimethalin + Acetochlor, Pendimethalin + Oxadiazon, Pendimethalin + Flumioxazin, Pendimethalin, Oxifluorfen + Acetochlor, Oxifluorfen + Oxadiazon, Oxifluorfen + Flumioxazin,

Oxifluorfen, Oxifluorfen, Acetochlor + Oxadiazon, Acetochlor + Flumioxazin, Acetochlor, Oxad + Flumioxazin, Oxadiazon, Flumioxazin) dando un total de 48 unidades experimentales, en donde el tratamiento de Pendimethalin y Acetochlor con una dosis de 1.365 y 1.5 grs/Ha respectivamente fue donde el rendimiento consiguió 2.97 kg/m<sup>2</sup>, siendo el valor más alto de los tratamientos, siendo también el tratamiento que mayor control de maleza obtuvo. De esta manera, los herbicidas juegan un papel importante en el rendimiento del cultivo de la cebolla, ahora se le podría agregar el realizar un análisis económico con todos los tratamientos, esto para ayudar en los costos de producción.

En 2021, Katherine determinó el efecto de tres herbicidas pre-emergentes para el control de maleza en el cultivo de arroz en la hacienda “El Porvenir”, en la provincia de Los Ríos. De tal manera utilizó un diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con 8 repeticiones en el análisis estadístico de INFOSTAT y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 3 tratamientos más el testigo (Butachlor, Pendimetalina y Gamit) con un total de 32 unidades experimentales, siendo así, todos los tratamientos lograron controlar la proliferación de maleza en comparación del testigo, sin embargo, el tratamiento Pendimetalina logró obtener un rendimiento de 5496.37 kg/Ha en una dosis de 2 L/Ha. Por lo consiguiente la aplicación de estos tratamientos ha sido base para obtener mejores resultados de los cultivos, siempre para obtener mayores y mejores costos de producción.

Herrera y Picado (2021); identificaron herbicidas de tipo pre-emergentes para controlar *Oryza latifolia* y el tiempo de espera para sembrar el cultivo de arroz comercial en el periodo de abril-octubre en Alajuela, Costa Rica. Así mismo utilizaron el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 repeticiones en el análisis estadístico de INFOSTAT y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 15 tratamientos más el testigo (Oxifluorfen 480, 720 y 960 g i.a. ha<sup>-1</sup>; Oxadiargil 300, 400 y 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>; Pretilaclor 1000, 1500 y 2000 g i.a. ha<sup>-1</sup>; Atrazina 1500, 2000 y 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup>; Acetochlor 1500, 2000 y 2500 g i.a. ha<sup>-1</sup>) con un total de 80 unidades experimentales, en donde el tratamiento Oxifluorfen en una dosis de 96g grs/Ha mostró el mayor control con 100% de eficacia en la maleza,

seguido de la Atrazina a 2000 g i.a. ha<sup>-1</sup> con 80 %; sin embargo, ambos herbicidas causaron daños de leves a moderados en la variedad de arroz cuando se aplicaron entre 0 y 4 semanas antes de la siembra. sin embargo, no se logró determinar el tiempo de espera para poder sembrar.

En el año 2021, Pinto Ruiz evaluó el grado de fitotoxicidad de herbicidas y el efecto de la cobertura en los grupos de semejanza y peso seco de maleza en el cultivo de mandioca, realizado en Corrientes, Argentina. De esta manera optó por utilizar el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones en el análisis estadístico de INFOSTAT y la prueba de Duncan con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 5 tratamientos más el testigo (S-Metolacoloro, Clomazone, Pendimetalin, S-Metolacoloro + Clomazone, S-Metolacoloro + Clomazone + Pendimetalin) dando como resultado un total de 24 unidades experimentales, en donde el tratamiento de S-Metolacoloro con una dosis de 1920 g i. a ha<sup>-1</sup>, no hubo presencia de *Cyperaceae* y con Clomazone se observaron bajos valores para *Poaceae*, dichos resultados se complementaron con la mezcla S- Metolacoloro y Clomazone. La abundancia-cobertura de *Poaceae* fue mayor con la triple mezcla que con Clomazone o S-Metolacoloro/Clomazone. Con estos resultados se logró observar que no siempre la combinación de herbicidas logra un buen efecto, ya que como en este caso el tratamiento S-Metolacoloro + Clomazone ocasionó una fitotoxicidad a los 45 días después de la aplicación.

Murillo (2022), evaluó la acción de los herbicidas comerciales en el control y la residualidad en maleza de hoja ancha y angosta en el cultivo de banano, realizado en “La María” vía Mocache perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Donde al final utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones en el análisis estadístico de INFOSTAT y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 11 tratamientos más el testigo (Glifosato 2 L, Glifosato 1,5 l + Heat 50 g, Glifosato 2 l + Heat 50 g, Basta 2 L, Basta 1.5 l + Heat 50 g, Basta 1 l + Heat 50 g, Antorch 1.5, Explorer 1.5, Pantanal 1.5, Fascinate 1.07 l, Basta 1.5) con un total de 48 unidades experimentales, en donde el tratamiento Basta con una dosis de 2 L/Ha obtuvo un alto porcentaje de control en

maleza con un 96.75% con respecto al testigo, sin embargo el tratamiento Basta en una dosis de 1.5 L/Ha fue el que presentó una alta residualidad.

En 2022, Munive Zabaleta; evaluó el efecto en la aplicación de herbicidas de tipo pre y post emergente en tres variedades nuevas en el cultivo de arroz, realizado en el Centro Integral de Desarrollo Agrícola y Forestal de la Universidad del Magdalena ubicada en el Distrito de Santa Marta, departamento del Magdalena, en el cultivo de arroz. De esta manera utilizó el diseño factorial 4x6 con cuatro repeticiones donde factor A las cuatro variedades y el factor B las seis dosis de los herbicidas. Estas corresponden a dosis crecientes de los dos herbicidas, 0X, 0,25X, 0,5X, 1X, 1,5X y 2X, donde X correspondía a la dosis comercial de cada ingrediente activo (i.a.) de acuerdo con el producto comercial utilizado. De este modo, la dosis recomendada para propanil fue de 4,3 L/Ha (2064 g i.a.) y para Clomazone de 1,3 L/Ha (624 g i.a.). en el análisis estadístico de RStudio 3.5.2. y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza. De esta manera en el tratamiento de Clomazone las nuevas variedades mostraron fitotoxicidad en mayor medida al séptimo día después de la aplicación y hasta los 14 días, de igual manera redujo la altura y peso seco de las plantas siendo que al incrementar la dosis del tratamiento el daño a las plantas aumentaba considerablemente. Con estos resultados se observó que el tratamiento Propanil de post emergencia tuvo un mejor resultado que el de pre-emergencia, demostrando la alta tolerancia del herbicida en el cultivo de arroz.

En el año 2022, Sánchez determinó las dosis óptimas de herbicidas en el control de maleza en el cultivo de plátano durante la época lluviosa, en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Así mismo optó por el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco repeticiones y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 3 tratamientos (Glifosato, Glufosinato y Paraquat con 0.25, 0.5, 1 y 2 L/Ha) consiguiendo un total de 15 unidades experimentales, de esta manera el tratamiento de Glufosinato en control visual alcanzó el 90% de eficacia con dosis de 2.60 L/Ha mientras que controles del 85% se logró con dosis de 1.72 L/Ha. Gracias a estos ensayos se logró demostrar la dosis óptima en el uso de estos herbicidas

para obtener un mejor rendimiento en nuestro cultivo, no obstante es conveniente realizar el mismo ensayo pero en otros cultivos para poder comparar los resultados.

Vargas “*et al*” (2022); determinaron las dosis óptimas de herbicidas en el control de maleza en el cultivo de plátano de alta densidad, en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. De esta manera utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco repeticiones en el análisis estadístico R y la prueba de Tukey con un nivel de  $\alpha = 0.05$  de confianza con 2 tratamientos (Glifosato y Paraquat con 0.25, 0.5, 1 y 2 L/Ha + Ametrina 1L/Ha) logrando así un total de 10 unidades experimentales, en donde el tratamiento de Paraquat y Ametrina en una dosis de 2 y 1 L/Ha respectivamente fue la más efectiva en el control de maleza en el cultivo de plátano ya que mantuvo el 90% de control de maleza con respecto al testigo durante un lapso de 28 días. Sin embargo, este ensayo se podría realizar en diferentes cultivos para así tener una referencia en el control de maleza de cada uno, aumentando y mejorando el rendimiento de cada uno de estos.

## **4.2. Marco teórico**

### **4.2.1. El Maíz**

En general, solo *Zea mays* se considera como una especie de gran importancia económica dentro de las Maydeas (Paliwal, 2001a). Su clasificación taxonómica está bien estudiada (GBIF, 2013).

Reino *Plantae*

División: Magnoliophyta *Cronquist*, 1966.

Clase: Liliopsida

Orden: Poales Small 1903

Familia: Poaceae Barnhart

La planta del maíz es una monocotiledónea anual de elevado porte (60-80 cm de altura), frondosa, con un sistema radicular fibroso y un sistema caulinar con pocos macollos. Las yemas laterales en la axila de las hojas de la parte superior de la

planta formarán una inflorescencia femenina (mazorca) cubierta por hojas y que servirán como reserva (Paliwal, 2001).

Las mazorcas son espigas de forma cilíndrica con un raquis central donde se insertan las espiguillas por pares estando cada espiguilla con dos flores postiladas, una fértil y otra abortiva, en hileras paralelas. Las hojas que se desprenden de los nodos son alternas, lanceoladas y acuminadas, con pequeñas lígulas, naciendo en los nudos de forma alternada. Los entrenudos y las yemas florales están cubiertos por una vaina. La parte superior de la planta está compuesta de una espiga central con algunas ramificaciones laterales que es donde se producirán los granos de polen (Inflorescencia masculina en panícula dominante) (Paliwal, 2001 b).

El polen es trinuclear conteniendo numerosos granos de almidón y dos capas resistentes (exina e intina). Los estambres están cubiertos por tricomas abiertos reteniendo los granos de polen eficazmente. El fruto es indehisciente, cada grano se denomina cariósido, no presentando latencia la semilla. El pericarpio está fundido con la testa de la semilla formando la pared del fruto. El fruto maduro consta de pared, embrión diploide y endosperma triploide (Paliwal, 2001).

#### **4.2.2. Arvenses**

Se conoce como arvenses a toda aquella planta perjudicial, dañina o mala hierba que invaden los cultivos en general ya que empiezan a competir por luz, agua y nutrientes, factores de vital importancia para el normal desarrollo de las plantas, llegando a afectarlos de tal forma que se ve reflejado en términos de pérdidas económicas para el productor. De no llevar a cabo un control óptimo de arvenses, las pérdidas oscilan desde el diez por ciento hasta su pérdida total (Escobedo, *et al.* 2017).

### **4.2.3. Control de arvenses**

Con el único propósito de evadir o minimizar todos aquellos inconvenientes provocados por las arvenses, se justifica la necesidad de utilizar métodos que resulten eficaces, ya sea en su prevención o en su control (Ortigoza, 2019).

Para el control de las arvenses existen métodos, tales como: mecánicos, culturales, biológicos o químicos, y a su vez también la integración de todos los ya mencionados. El control químico se realiza con productos herbicidas, los cuales tienen como función en las arvenses interrumpiendo e inhibiendo el correcto desarrollo o crecimiento y desarrollo de una planta, siendo así hoy en día uno de los controles usado como mejor herramienta en la agricultura moderna (Rosales y Sánchez, 2006).

### **4.2.4. Definición de herbicida**

Los herbicidas pueden ser clasificados de diferentes formas; una de ellas los define como compuestos complejos cuya tarea, por su capacidad tienen el combatir o controlar a las plantas no deseadas o arvenses en determinado cultivo. Otro de las definiciones básicas dice que el herbicida básicamente es un químico que como efecto de su acción tiende a ocasionar la obstrucción o disrupción en el metabolismo o fisiología de determinada planta en un considerable tiempo como durante sus primeros estadios. Para reducir su crecimiento y acabar con la vida de dicha planta (Anzalone, 2017).

Ahora etimológicamente la palabra herbicida está compuesta de los vocablos *herbr*: Hierba, Vegetal, y *cida*: Matar, muerte (IMA, 2006).

### **Nomenclatura de un herbicida**

Todo herbicida posee diferentes formas de denominación, las cuales se presentan a continuación:

#### **Nombre técnico:**

Hace referencia al ingrediente activo (i.a.) contenido en el producto comercial. El nombre técnico es aquel aprobado por organizaciones de estandarización

reconocidas, siendo la más aceptada la ISO (International Standardization Organisation). En las fases experimentales del desarrollo de un herbicida el nombre técnico puede ser el código de referencia que le asigne el fabricante. Su uso es importante para la comunicación de información de tipo técnica y científica (Álvaro, 2017).

### **Nombre químico:**

Se refiere al nombre de la molécula química del ingrediente activo del herbicida. Sigue las normas y regulaciones de la nomenclatura química para compuestos orgánicos dictadas por la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) (Álvaro, 2017).

### **Nombres o denominaciones comerciales:**

En este caso se hace referencia al nombre que ha sido aprobado para su comercialización. Este nombre puede estar sujeto a algunas normas por la legislación de cada país. Un mismo ingrediente activo puede poseer diferentes nombres comerciales (Álvaro, 2017).

Como ejemplo de las diferentes formas en que puede denominarse un herbicida, podemos observar el siguiente caso:

Nombre técnico: setoxidim

Nombre químico: {2-(etoximino-butil)-5-{2-(etiltio)-propil}-3-hidroxi-2-ciclohexeno-1-ona}

Nombre comercial: NABU-S

### **Clasificación de los herbicidas**

Existen varias formas de clasificar los herbicidas, incluyendo cómo se usan, sus propiedades químicas y su modo de acción.



## Modo Acción

- Herbicida total

Es aquel producto fitosanitario que se aplica con la finalidad de controlar la totalidad de las malas hierbas existentes, sin discriminación. Los herbicidas totales, son generalmente utilizados para limpieza de terrenos. Con ellos se consigue el control total de especies de maleza anuales y perennes. Se suelen comercializar en formato líquido y su dosis variará por el tipo de mala hierba y la dimensión de la misma. La materia activa presente en la mayoría de estos herbicidas es el glifosato. Normalmente son utilizados para terrenos sin cultivos, zonas industriales, carreteras etc. Si se aplican en terrenos con cultivos deben aplicarse de modo que no afecten al mismo. La selectividad del cultivo y el espectro de control de maleza se usan a menudo en la clasificación de herbicidas, por ejemplo, herbicidas para cereales y herbicidas para maleza de hoja ancha (Grossbard E, 2010).

- Herbicida selectivo

Es aquel que se utiliza para eliminar un tipo concreto de mala hierba, preservando el resto de cultivo sobre el que se aplica.

Por ejemplo, para la maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) o la de hoja estrecha (Cynodon, Cyperus, etc.). Los herbicidas selectivos de hoja ancha se aplican principalmente en los meses de primavera y otoño. Los herbicidas selectivos de hoja estrecha deben repetir su aplicación entre 2 y 3 veces.

Esta distinción, selectivo o total, depende de la concentración o dosis de uso, ya que un herbicida total puede convertirse en selectivo a bajas concentraciones y uno selectivo a dosis elevadas puede eliminar cualquier tipo de planta (Grossbard E, 2010).

## Aplicación

Los herbicidas pueden ser residuales o de suelo y foliares o de hojas.

- Herbicidas residuales

Son aquellos que se emplean para eliminar las malas hierbas del pie de los árboles.

No son muy utilizados en jardinería, centrándose principalmente en la fruticultura. Destaca su aplicación en el olivar. El herbicida residual o de suelo, como su nombre indica, se aplica directamente sobre el suelo, creando una película que, al ser traspasada por las malas hierbas, les provoca la muerte. En principio no afecta a aquellas malas hierbas que ya existen, sino a las que vayan a germinar.

Su efecto en el suelo suele durar semanas o meses, así que aproximadamente al mes y medio se puede repetir la aplicación. Normalmente no son activos sobre especies perennes y sí sobre aquellas que nacen de semillas (Robles, 2006).

- Herbicida foliar, de hoja o follaje

Se clasifica en:

- Contacto

Se centra en la destrucción de hojas y tallos donde se aplica el mismo, no afectando en ningún momento a la raíz.

Ejemplo: Paraquat (para Gramíneas) o Diquat (para hoja ancha).

- Sistémico

Se aplican, al igual que los foliares de contacto, sobre las hojas y tallos, pero con la diferencia que estos son absorbidos y la savia trasladada hasta la raíz de la misma para que la totalidad de la planta muera.

Ejemplo: Glifosato o Sulfosato. Son los que pueden con las malas hierbas perennes (Robles, 2006).

Cuando hablamos de sistémicos y foliares, se utiliza el término translocación, para definir que el herbicida se trasloca a otras zonas a través de la planta en el caso de los sistémicos o no lo hace, en el caso de los foliares. Esta translocación se realiza a través del floema, que es el tejido conductor encargado del transporte de nutrientes orgánicos e inorgánicos -especialmente azúcares- producidos por la parte aérea fotosintética y autótrofa, hacia las partes basales subterráneas, no fotosintéticas, heterótrofas de las plantas vasculares (Pinto, 2013).

## Momento

Se clasifican en:

- Pre-siembra

Se le conoce a aquel aplicado sobre el terreno desnudo.

Se recomiendan cuando se practica siembra directa sobre rastrojo y es necesario destruir la maleza antes de la siembra del cereal (por término medio un mes antes de comenzar la siembra, dependerá siempre del producto utilizado, tipo de suelo, etc.) (Kappler, 2004).

- Pre-emergencia

Es aquel que se aplica antes de la emergencia de las malas hierbas, no siempre coincide con la emergencia del cultivo, aunque éste ya esté sembrado.

Normalmente se recomiendan cuando en la parcela haya habido anteriores casos de malas hierbas.

Hay que poner especial atención al estado del terreno, ya que, si tras la aplicación del producto se produce una sequía prolongada, puede verse reducida su eficacia. Donde mejores resultados muestran son en regadío o en secano de carácter húmedo (Kappler, 2004).

- Post-emergencia

Es aquel que se aplica después de la emergencia de la mala hierba. La post-emergencia propiamente dicha es una práctica dirigida al control de las malas hierbas en estado de plántula más o menos desarrollada que han escapado a una aplicación de pre-siembra o preemergencia. Estos herbicidas suelen ser de acción foliar, bien por contacto o sistémicos y algunos también con acción residual (Kappler, 2004).

## Toxicología

La clasificación toxicología se define a través de la dosis letal media (DL50). La DL50 es la dosis de un compuesto ingerida, inhalada o absorbida a través de la piel que es letal para el 50 % de los animales de experimentación de una población

uniforme. Esto indica que a menor DL50 mayor riesgo de toxicidad. La legislación venezolana exige al fabricante que la categoría toxicológica se exprese en el envase del producto, tanto de forma escrita como a través de una franja de color particular para cada categoría (Kappler, 2004).

Cuadro 1. Clasificación toxicológica de herbicidas.

Clasificación	DL50 (mg·kg-1 de peso vivo)	Color de la Franja
Extremadamente Tóxico	1 – 100	ROJA
Altamente Tóxico	101 – 250	AMARILLA
Moderadamente Tóxico	251 – 1400	AZUL
Ligeramente Tóxico	>1400	VERDE

#### 4.2.5. Registro y aprobación de herbicidas

Los países industrializados y muchos en desarrollo actualmente desarrollan esquemas de registro para los plaguicidas, y, organizaciones internacionales, tales como el Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de las Naciones Unidas, han elaborado guías detalladas de los datos que se exigen para el registro, incluyendo la toxicología, la posible acumulación en el suelo y en las cadenas alimenticias y los tiempos de su descomposición (Caseley, 2018).

En cierto punto la toxicología se refiere a que antes de que un nuevo herbicida pueda venderse en cualquier país, tienen que suministrarse datos adecuados que demuestren que es seguro para que sea manipulado por el operador, y que los consumidores de los cultivos tratados no están bajo riesgo. Las toxicidades relativas se pueden comparar en forma de DL50 oral o dérmica aguda para ratas (dosis ingerida o absorbida a través de la piel que es letal en el 50% de un grupo de animales uniformes). Mientras que la DL50 aguda para ratas es útil para establecer comparaciones generales entre compuestos, es ampliamente aceptado que presenta limitaciones y, por lo tanto, no se puede asumir que un alta (segura) LD50 para ratas sea segura para los humanos. Consecuentemente, también se realizan

pruebas toxicológicas con otros mamíferos, incluyendo perros y primates. Con pocas excepciones, tal como Paraquat, la mayoría de los herbicidas son de muy baja toxicidad, presentando muchos compuestos valores de DL50 superiores a productos comúnmente consumidos, incluyendo aspirina, cafeína y sal común. La formulación de un herbicida puede afectar su DL50. Así, Bromoxynil es más tóxico que Bromoxynil octanoato (Devine, 2019).

En muchos países existe legislación para controlar los niveles máximos de residuos (MRL) de plaguicidas en alimentos humanos y animales, así como en los cultivos. Los herbicidas son los plaguicidas más usados en la Comunidad Europea, pero menos del 10% de los plaguicidas incluidos en la legislación sobre MRL son herbicidas. Esto refleja la baja toxicidad para los mamíferos de la mayoría de los herbicidas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Toxicidad en los mamíferos de herbicidas representativos y productos químicos de referencia comunes en orden decreciente de DL50. oral aguda para ratas -mg/kg de peso corporal (adaptado de Worthington y Hance 1991 y Graham-Bryce 1989)

Herbicida	DL <sub>50</sub>	Herbicida	DL <sub>50</sub>
<b>Toxicidad Alta</b>			
Paraquat	120	Endotal amina	206
Bromoxynil	190	Diquat	231
Bromoxynil octonoato	a 365	Cyanazina	288
<b>Toxicidad Moderada</b>			
Diclofop-metil	563-693	Propanil	1870
2, 4 D sal sódica	666-805	Glufosinato	2000
2, 4 D isopropil	700	Fenoxaprop-etil	2357
CDAA	750	Metolaclor	2828
MCPA	800	Atrazina	3080
Metribuzin	1090	Diuron	3328
EPTC	1652	Fluazifop-butyl	3330
Alachlor	1800	Acifluofen	3460

<b>Baja Toxicidad</b>			
Asulam	>5000	Imazethapyr	>5000
Dalapon	>5000	Simazina	>5000
Glifosato	>5000	Sulfometuron-metil	>5000
<b>Productos químicos comunes</b>	<b>DL<sub>50</sub></b>	<b>Toxicidad</b>	
Nicotina	50	Muy Alta	
Cafeína	200	Alta	
Aspirina	1750	Moderada	
Sal común	3000	Moderada	

Adaptado a las guías de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE. UU.

#### **4.2.6. Formulación, mezclas y coadyuvantes**

##### **Formulación.**

Es la forma en la que se presenta un herbicida para su preparación y uso práctico. Esta incluye el ingrediente activo y materiales inertes como solventes, diluyentes y adyuvantes que contribuyen a la acción del ingrediente activo. El tipo y las características de las formulaciones juegan un papel importante en la acción de los herbicidas y demás plaguicidas, por lo que su conocimiento y adecuada elección debe ser un punto de consideración a la hora de utilizar estos productos (Cudney, 2016).

##### **Tipos de formulaciones.**

En general hay dos tipos básicos de formulaciones de herbicidas: líquidas y sólidas. Las formulaciones gaseosas son de poco uso. Cada tipo de formulación suele ser expresada con un código o abreviatura (entre paréntesis en la clasificación que se presenta a continuación), que puede estar o no presente dentro de la denominación comercial del producto (Cudney, 2016).

Entre las formulaciones sólidas de herbicidas más comunes tenemos:

- Polvo humectable (WP ó PM)
- Polvo seco (DP)
- Gránulo o Tableta dispersable en agua (DF ó WG)
- Gránulo (G ó GR)
- Gránulo o tableta soluble (SG)
- Polvo solubles (SP)

Por su parte, entre las formulaciones líquidas más comunes encontraremos:

- Concentrado soluble (SL)
- Concentrado emulsionable (EC)
- Suspensión concentrada (SC)
- Suspensión encapsulada (CS) (Cudney, 2016).

### **Mezclas.**

Mientras que algunos productos son formulaciones de un solo ingrediente activo (por ej., glifosato), la mayoría de los productos formulados son mezclas de dos o más ingredientes activos. Las mezclas aumentan el espectro de maleza controladas y/o combinan la actividad de contacto o sistémica con la residual (por ej., 2, 4-D más atrazina). En los productos formulados, los componentes de la mezcla han sido evaluados por su compatibilidad física y química en el tanque de aspersión, por efectos adversos sobre la fitotoxicidad contra la maleza y por su selectividad en los cultivos (Komives, 2012).

Las mezclas de tanques consisten en la unión en el tanque de aspersión de dos o más productos herbicidas formulados independientemente y otros plaguicidas. Los beneficios de las mezclas de tanque son los ahorros que se pueden hacer en el tiempo consumido para la aplicación y menor cantidad necesaria del vehículo del asperjado (agua). Además, a menudo dosis reducidas de los herbicidas individuales

son efectivas. Sin embargo, algunas mezclas han resultado antagónicas. Es de la mayor importancia cumplir las instrucciones de las etiquetas con respecto a las mezclas de tanque, y si se contemplan mezclas "no incluidas en la etiqueta", se debe evaluar su efectividad y seguridad para el cultivo antes de su uso rutinario. Como regla general, surgen más problemas con las mezclas de tanque de herbicidas de aplicación foliar que con los de aplicación al suelo (Komives,2012).

### **Coadyuvantes.**

Los productos herbicidas comúnmente contienen tensoactivos o surfactantes y otros componentes para asegurar buenas características de almacenaje y facilitar su mezcla con el agua en el tanque de la aspersora. Estos formulantes también ayudan a la retención sobre y la penetración dentro de la maleza objeto de la aplicación. Para cierta maleza y bajo determinadas condiciones climáticas, se puede aumentar la acción del herbicida mediante tensoactivos o tensoactivo o surfactantes o coadyuvantes oleosos, que se mezclan en el tanque con el herbicida (Holloway, 2013).

Los aceites vegetales contienen de 1 a 2% de tensoactivos o surfactantes y los concentrados de aceite vegetal contienen 15-20% de éstos y se usan a alrededor de 5 y de 1% del volumen de aspersión, respectivamente. Los componentes oleosos pueden ser de origen mineral o vegetal. Un coadyuvante inadecuado puede provocar la pérdida de la actividad fitotóxica y/o daños al cultivo, por lo tanto, sólo deben usarse los coadyuvantes recomendados en la etiqueta del producto para cada herbicida, maleza y situación de cultivo, o por un asesor local experto. Se recomienda enfáticamente la evaluación de los coadyuvantes bajo condiciones locales (Holloway, 2013).

#### **4.2.7. Condiciones para la aplicación eficiente de herbicidas**

Es determinante poder dimensionar las condiciones ambientales imperantes al momento de la aplicación ya que este punto será una de las claves del éxito o fracaso del control realizado. Es muy importante tener en cuenta que la medición de las condiciones ambientales debe hacerse en el sitio de aplicación y a la altura de



trabajo del botalón. Las condiciones informadas por servicios meteorológicos pueden variar considerablemente con las del lote a tratar (López, 2013).

Existen tres factores principales que se deben verificar al respecto: temperatura, humedad relativa y velocidad de viento. Los mismos pueden medirse en el campo utilizando un termómetro, un higrómetro y un anemómetro, respectivamente.

Una elevada temperatura, en combinación con una baja humedad relativa son condiciones que tienden a incrementar la evaporación de las gotas y por ende pérdida de ingrediente activo con consecuencias negativas para la tarea de control y para el ambiente. La medición de la humedad relativa a campo es particularmente importante ya que existen casos donde, si bien la temperatura no es tan elevada como para generar derivas, su combinación con una baja humedad relativa genera que aumenten los riesgos, afectando la calidad de la aplicación por pérdida de gotas (Etchegoyen, 2017).

Cuadro 3: Muestra valores de humedad relativa y temperatura, las distintas combinaciones dan las diferentes condiciones para aplicar (verde: aplicación sin restricción, amarillo: aplicación con restricciones y rojo: no aplicar) (Etchegoyen, 2017).

	Temperatura								
H.R.	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	32.5	35.0
100	<b>Aplicación no recomendada por riesgos de lluvia y lavado de agroquímicos</b>								
90	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
80	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
70	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo
60	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo
50	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
40	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
30	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo
20	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
10	Amarillo	Amarillo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo

El viento es un aliado de las aplicaciones, por lo cual nunca se deberá aplicar sin él. El rango adecuado deberá encontrarse entre 5 y 15 km/h, teniendo en cuenta no solo los promedios sino también las ráfagas de velocidad máxima. Velocidades

menores a las indicadas no generarán el correcto movimiento de la gota impidiendo que la misma penetre en el cultivo (Etchegoyen, 2017).

### **Forma de aplicación**

Los herbicidas generalmente se aplican en solución o suspensión acuosa, como una nube de gómulas dirigida hacia el objetivo de la aplicación. La concentración del ingrediente activo en la solución de aspersión varía típicamente desde 0.1 a 10% y el volumen de aplicación desde 100 hasta 400 l/ha, dependiendo del producto y del método de aplicación. Sin embargo, con la aplicación mediante discos giratorios, a veces se usan volúmenes de hasta 10 l/ha y concentraciones de hasta 50% (Matthews, 2014).

- Asperjadoras de tipo mochila.

El equipo más extensamente usado para aplicar herbicidas es la asperjadora de tipo mochila, accionada por palanca. Está consiste de un tanque plástico, o menos comúnmente de metal, que se situará de forma erecta sobre el suelo para su llenado y que se ajusta cómodamente sobre la espalda del operador. La capacidad del tanque típicamente varía de 10 a 20 litros, pero el peso total de la mochila llena no debe exceder de 20 kg (Becerril, 2012).

Para facilitar el llenado y la limpieza, el tanque debe tener una apertura amplia (90-100 mm de diámetro), que a menudo tiene acoplado un filtro grueso. La tapa debe tener un ajuste hermético y debe poseer un respiradero, con una válvula para evitar goteo del líquido de aspersión.

- Mochilas accionadas por palanca

Las llevan por encima o por debajo del brazo. Las primeras son más fáciles de operar cuando se camina a través de vegetación alta, que se cruza sobre el entresurco, pero su uso es muy fatigoso y son más comunes las palancas debajo del brazo. La palanca acciona una bomba de tipo diafragma o de pistón. Las primeras son preferidas para bombear materiales abrasivos, como los polvos humedecibles, y las últimas se recomiendan para aspersiones de alta presión (Becerril, 2012).

- Bomba de diafragma

Es más usada para aplicación de herbicidas y típicamente es operada a presiones entre 100 y 300 K Pa (1 y 3 bar). Para mantener la presión de operación en la cámara la palanca debe ser accionada regularmente (aproximadamente 30 brazadas/minuto), pero si se usa un aguilón (boom) multiboquillas o una boquilla de alta entrega de líquido se debe aumentar la frecuencia del bombeo. Se mantiene una presión constante dentro de la cámara de presión mediante una válvula de escape de presión, que en algunas mochilas se puede ajustar cuando se requieren presiones de aspersión alternativas (Becerril, 2012).

- Mochila de compresión

Se presuriza el tanque con una bomba de aire antes de la aplicación. Se deja un espacio de aproximadamente 25-35% de espacio de aire sobre el líquido y la bomba de aire, a menudo, se acopla a la tapa. Las desventajas de este tipo de aspersión incluyen: la caída de la presión en la medida que el líquido se va distribuyendo y que se tiene que tener gran cuidado al desenroscar la tapa para aliviar la presión interna del tanque (Becerril, 2012).

- Lanzas manuales

Incluyen un mecanismo de gatillo y un filtro y, en algunos casos una pieza en forma de T, para acoplar una válvula de presión, especialmente útil en una asperjadora de compresión, que alerte al operador cuando se produce una caída de la presión. En dependencia del uso pretendido la lanza puede acoplarse a una sola boquilla o a un aguilón (boom) portando tres o cuatro boquillas (Matthews, 2014).

- Otros equipos

Los equipos de aplicación de granulados están compuestos por una tolva, un mecanismo de medición y un dispositivo de distribución. Para tratamientos por manchones de la maleza se sostiene manualmente la tolva y el gatillo permite que un pequeño volumen de gránulos caiga a través de un tubo rígido que los descarga sobre la maleza. Para la aplicación de los granulados en bandas el dispositivo medidor comúnmente consiste en un rotor acanalado o estriado accionado por una rueda terrestre motriz. Los gránulos caen por gravedad en los canales o estrías y

se descargan a través de los tubos de distribución. Este tipo de dispositivo se puede acoplar a una sembradora. Para distribución total (al voleo, sobre todo el área) los gránulos se proyectan sobre una boquilla de impacto y se dispersan mediante una corriente de aire producida por un ventilador accionado por motor. Algunos herbicidas granulados se pueden aplicar a mano (Komives, 2012).

- Frotadores, rodillos, mechas y sogas

En estos dispositivos una solución moderadamente concentrada de herbicida alimenta una superficie absorbente, la cual es frotada o rodada sobre la maleza objeto de control. Solamente se trata un área limitada de la maleza, por lo que esta técnica solamente se puede usar con herbicidas fácilmente translocables, como glifosato. El tratamiento puede ser selectivo donde la maleza sea más alta que el cultivo. El traslado del ingrediente activo al objetivo es muy efectivo, pero existen pocos herbicidas adecuados y limitadas situaciones cultivo/maleza para esta técnica (Komives, 2012).

- Regaderas

Podría ser el único equipo disponible para aplicación de herbicidas en algunas fincas o predios pequeños, pero cuando se le acopla una roseta fina se puede usar para aplicar herbicidas (Komives, 2012).

### **Puntos de acción de los herbicidas**

La mayoría de los grupos de herbicidas afectan, bien la fotosíntesis o la división celular y el crecimiento, pero algunos herbicidas parecen afectar más de un punto. Los herbicidas de un mismo grupo químico generalmente tienen el mismo sitio de acción, pero esto no siempre es así (Álvaro, 2007).

#### Herbicidas que interfieren con la fotosíntesis.

Alrededor del 35% de todos los herbicidas disponibles comercialmente interfieren con la fotosíntesis, que es el proceso involucrado en la conversión de energía luminosa en energía química, para así producir la liberación de oxígeno y la transformación del CO<sub>2</sub> en azúcares (Álvaro, 2007).

### Herbicidas del Fotosistema 1 (FS1)

Estos son los compuestos Bipiridílicos, Diquat y Paraquat, que desvían el flujo de electrones en el extremo terminal del Fotosistema 1. La acción de estos herbicidas es, por lo tanto, dependiente de la luz para promover el flujo de electrones y del oxígeno para producir el superóxido fitotóxico, peróxido de hidrógeno, y el altamente dañino radical libre: Hidroxil (Álvaro, 2007).

Estos radicales fitotóxicos interactúan rápidamente con los lípidos de las membranas y con los aminoácidos de las proteínas y ácidos nucleicos enzimáticos, produciendo rápida filtración de las membranas y destrucción del tejido foliar, lo que da una apariencia de mojado por agua, que es seguida de necrosis y desecación (Álvaro, 2007).

### Inhibidores del Fotosistema 2 (FS2).

Estos bloquean el transporte de electrones mediante la interacción con un polipéptido en la membrana de los cloroplastos. La especificidad de este sitio de acción requiere del elemento estructural  $-\text{CO}-\text{N}<$  o  $-\text{N} = \text{C}-\text{N}<$  para la acción inhibitoria y éstos se encuentran en la mayoría de los herbicidas de este grupo (De Prado, 2005).

Cuando la clorofila absorbe la energía luminosa para activar el flujo de electrones desde el agua, ésta se excita hasta un denominado "estado de singlete" ( $^1\text{C1}$ ). Si la energía de excitación no es utilizada porque el flujo de electrones está detenido, puede excitar al oxígeno a un "estado de singlete" ( $^1\text{O2}$ ). Esta forma altamente dañina de oxígeno puede interactuar con los lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y otras moléculas celulares para causar la desorganización celular y, como consecuencia, la muerte de la planta. Esto se refleja en la aparición de síntomas fitotóxicos, como la clorosis y la necrosis (De Prado, 2005).

Cuadro 4. Herbicidas inhibidores del fotosistema II.

Grupo HRAC	Familia química	Ingredientes activos
C1	Triazinas	Ametrina Atrazina Cyanazina Desmetrina Dimetametrina Prometon Prometrina Propazina Simazina Simetrina Terbumeton Terbutilazina Terbutrina Trietazina
	Triazinonas	Hexazinona Metamitron Metribuzina
	Uracilos	Bromacil Lenacil Terbacil
	Triazolinonas	Amicarbazone
	Piridazinonas	Pirazon-cloridazon
	Fenilcabamatos	Desmedifam Fenmedifam

C2	Ureas	Clorobromuron Clorotoluron Cloroxuron Diuron Etidimuron Fenuron Fluometuron (grupo F3) Isoproturon Isouron Linoron Metabenzthiazuron Metobromuron Monolinuron Neburon Siduron Tebutiuron Tidiazuron
C2	Amidas	Propanil Pentaclor
C3	Nitrilos	Bromofenoxin (grupo M) Bromoxinil (grupo M) Ioxinil (grupo M)
	Benzotiadiazinonas	Bentazon
	Fenil-piridazinas	Piridato Piridatol

HRAC= Comité de Acción de Resistencia de Herbicidas

En general existe una diversidad de herbicidas con distintos efectos a la planta, haciendo que esta muera por los distintos puntos de acción de cada uno de ellos, por ejemplo:

- Desviadores del fotosistema 1: Bipiridilos
- Inhibidores del fotosistema 2: Triazinas
- Inhibidores del fotosistema 2: Ureas sustituidas y uracilos
- Inhibidores del fotosistema 2: Miscelaneos de acción foliar.
- Inhibidores de la síntesis de clorofila: Difenil éteres
- Inhibidores de la síntesis de carotenoides.
- Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: Derivados clorados de ácidos alcanoicos.
- Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: Oximas
- Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: Ésteres de ácidos ariloxi-fenoxialcanoicos.

- Inhibidores de la biosíntesis de lípidos: Tiolcarbamatos
- Inhibidores de la división celular: Cloroacetamidas.
- Inhibidores de la división celular: Dinitroanilinas
- Inhibidores de la división celular: Carbamatos.
- Herbicidas de tipo auxina: Ácidos ariloxi-alcanoicos
- Herbicidas de tipo auxina: Ácidos aril-carboxílicos
- Herbicidas de tipo auxina: Ácidos quinolino carboxílicos
- Inhibidores de la síntesis de aminoácidos aromáticos: Glifosato
- Inhibidores de la síntesis de glutamina: Glufosinato
- Inhibidores de la síntesis de aminoácidos de cadena ramificada: Sulfonilureas.
- Inhibidores de aminoácidos de cadena ramificada: Imidazolinonas (Arevalo, 2022).

#### **4.2.8. Efectos al medio ambiente**

Los efectos indeseables de los plaguicidas sobre el ambiente se pueden agrupar en aquellos que ocurren: a corto plazo en el ambiente cercano, a largo plazo en el ambiente cercano y a largo plazo en el ambiente lejano (Nivia, 2000).

- Efectos adversos a corto plazo en el ambiente cercano

Los herbicidas actúan a corto plazo sobre el ambiente cercano al lugar donde se aplican. Esto causa, por un lado, la contaminación inmediata del ambiente abiótico suelos, aguas superficiales y subterráneas y aire y por otro, la muerte de diversos organismos sensibles a los que no se deseaba afectar, como los insectos que son enemigos naturales de las plagas o los que el hombre considera como benéficos (Arias, 2019).

- Efectos adversos a largo plazo en el ambiente cercano

Cuando los plaguicidas son persistentes o permanentes y se utilizan con frecuencia, el problema se complica, pues con cada aplicación, además del daño inmediato, se agregan al ambiente, nuevos contaminantes que requerirán años para degradarse. Así, aunque el producto deje de usarse en un lugar determinado, por sus características de persistencia o las de sus productos de transformación, isómeros o impurezas contaminan los suelos, los sedimentos y los mantos freáticos, los que permanecerán así hasta que se tomen medidas drásticas, como el dragado integral



de un río o el cierre de todos los pozos de una región, lo cual no siempre es costeable o factible, sobre todo para los países en desarrollo (Arias, 2019).

Aire: El aire es una ruta importante para el transporte y la distribución de herbicidas a sitios muy diversos y distantes de aquél donde se aplicaron originalmente. Los residuos de plaguicidas pueden encontrarse en el aire en forma de vapor, como aerosoles/ó bien, asociados con partículas sólidas. Una vez en el aire, están sujetos a transformaciones químicas y fotoquímicas debido a la presencia de agentes oxidantes y catalíticos, a la luz solar y a la de otros reactivos (Sierra, 2021).

Agua: Muchos plaguicidas organoclorados o sus productos de transformación que se encuentran en el aire y el suelo, llegan eventualmente a los ecosistemas acuáticos. Una vez en ellos, pueden ser degradados parcial o totalmente, permanecer sin cambios, regresar a la atmósfera por volatilización, o bioacumularse en los organismos de dichos ecosistemas. Los efectos adversos de los plaguicidas en los ecosistemas acuáticos dependen no sólo de las características del tóxico y de su concentración, sino también de la naturaleza del ecosistema. Los principales efectos ocurren sobre el agua, el sedimento y la biota del sistema (Sierra, 2021).

Suelo: En los últimos años ha surgido una gran preocupación en torno a los efectos de los plaguicidas sobre la fertilidad del Suelo. Esta fertilidad está en función directa de los organismos vivos (bacterias, hongos y gusanos del suelo) y de su interacción en los suelos con los materiales orgánicos e inorgánicos que forman parte de ellos. Se ha demostrado que muchos plaguicidas pueden destruir la fauna y la flora del suelo o impedir los procesos biológicos necesarios para mantener la fertilidad (Sierra, 2021).

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Área experimental

#### Ubicación.

El experimento se realizó en los meses de agosto a diciembre de 2022, en un campo experimental perteneciente a la empresa Corteva Agriscience™, en la localidad de San Lucas Evangelista, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México.

Con las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 20°24'41.605" N

Longitud: 103°20'50.58" O

1,585 metros sobre el nivel de mar

#### Datos meteorológicos

Los siguientes datos se tomaron de la estación meteorológica de Instituto de Astronomía y Meteorología UdeG

Cuadro 5. Condiciones agro-climáticas

Parámetros	Valores
Temperatura máxima	26° C
Temperatura mínima	7° C
Temperatura promedio	18° C
Humedad relativa máxima	83 %
Humedad relativa mínima	62%
Humedad relativa promedio	76%
Precipitación	80 mm

Fuente: Estación Meteorológica de Instituto de Astronomía y Meteorología UdeG (IAM, 2022)

Durante el experimento, la temperatura mínima fluctuó en 7°C y la máxima a 26° C. La humedad relativa mínima presentó valor de 62% y máxima de 83%. La precipitación promedio fue de 80 mm, pero alcanzó niveles altos en el mes de agosto y septiembre de 140 mm.

## 5.2. Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó el diseño experimental completamente al azar (DCA) estructurado de 4 tratamientos (tres herbicidas pre-emergentes, un testigo absoluto) y cuatro repeticiones.

Los datos obtenidos fueron tabulados mediante análisis de varianza y a la prueba de TUKEY al 95% de probabilidad, sumatorias, y comparaciones de media.

### 5.2.1. ANOVA

Cuadro 6. Análisis de Varianza (ANOVA)

Fuente de variación	Grados de Libertad	
Bloques	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	3
Error	(t-1)(r-1)	9
Total	(tr-1)	15

## 5.3. Factor de estudio

Son tres herbicidas pre-emergentes de la familia química triazinas: atrazina de diferentes empresas agroquímicas (Syngenta, Ducor y Ansa).

## 5.4. Tratamientos estudiados

Los tratamientos que se estudiaron en las unidades experimentales están establecidos en el cuadro 3 de herbicidas pre-emergentes. Los herbicidas fueron distribuidos en unidades experimentales diferentes.

Cuadro 7. Muestra los tratamientos y sus nombres comerciales, con su respectivo origen.

TRATAMIENTOS	NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVOS Y PORCENTAJES	ORIGEN
1	Gesaprim Calibre 90 <sub>GDA</sub>	Atrazina (90%), Inerte (10%)	Syngenta
2	Atrafix 90 <sub>WGD</sub>	Atrazina (90%), Inerte (10%)	Ducor
3	Calibre 90 <sup>DF</sup>	Atrazina (90%), Inerte (10%)	Ansa
4	-----		-----

### 5.5. Especificaciones del experimento

En el siguiente cuadro se describen las especificaciones de las unidades experimentales y las medidas de cada una de sus partes. Los valores son los que se utilizaron para establecer cada unidad experimental y sus respectivos puntos de evaluación del proyecto de investigación.

Cuadro 8. Se presentan las especificaciones de cada unidad experimental.

<b>Especificación</b>	<b>Unidad</b>
Superficie de la unidad experimental	2.90 m x 1.10 m
Superficie del área experimental	29.28 m x 9 m
Superficie del de evaluación	0.50 m x 0.50 m
Numero de tratamientos	4
Numero de repeticiones	4
Área total del experimento	265.8 m <sup>2</sup>
Numero de surcos	12

### 5.6. Manejo del experimento

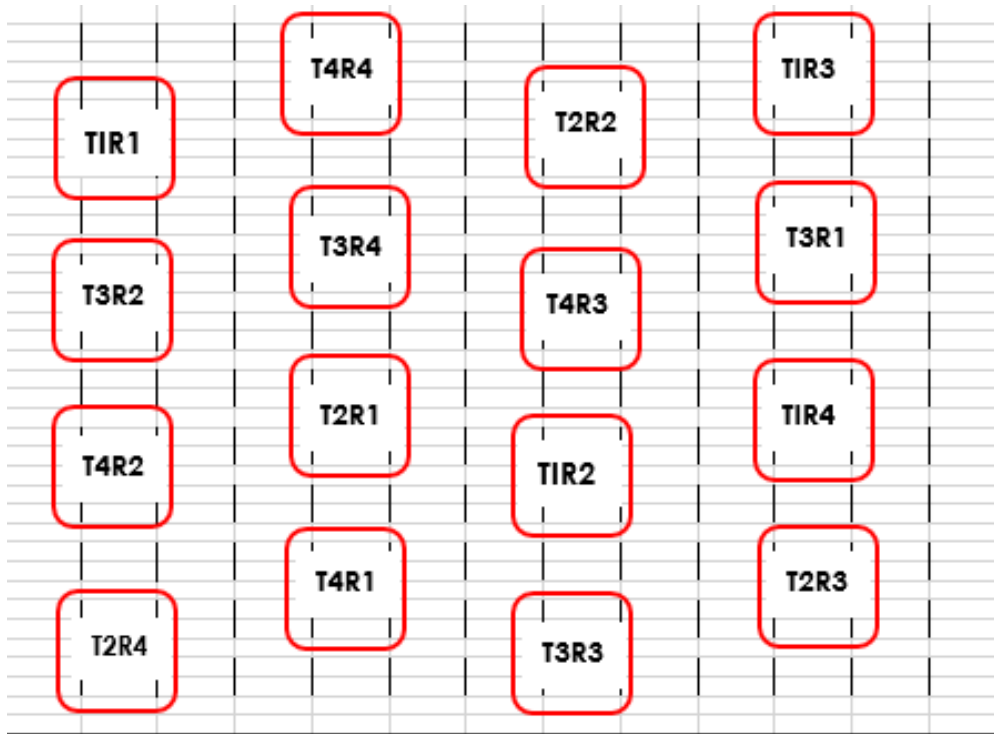
- Preparación del suelo

Se dio un paso de rastra, después se hizo el surcado en todo el lote experimental con un distanciamiento de 75 cm entre surcos.

Nota: Cabe señalar que el área experimental no se realizó dentro de un cultivo de maíz, sin embargo, el suelo donde se hizo la evaluación, se destina para esos fines y a escasos metros estaba otro lote de maíz.

- Delimitación de las unidades experimentales

Cada surco se fraccionó en 12 partes iguales con una medida de 2.90 metros, usando para esto, estacas y encalado, ubicando 4 puntos que delimitarían cada unidad experimental, abarcando un total de 2 surcos y 2 partes de las fraccionadas en el surco. Se dejó un surco de separación, consiguiendo un total de 16 unidades (de manera intercalada), como se muestra a continuación:



**Figura 1** Acomodo de las unidades experimentales

- Aplicación de tratamientos

Una vez teniendo los tratamientos (moléculas químicas) para su aplicación, se procedió a calibrar la bomba de aspersión.

- Calibración de la bomba de aspersión

Se revisó la etiqueta de cada producto y se utilizó la dosis máxima (2.5 kg/ha) ya que coincidía con los demás tratamientos.

Se definió una distancia de 20 surcos y se contabilizó el tiempo que se tardó en recorrerlos con la bomba a una presión normal, con un total de 10 segundos.

Para determinar el área, se procedió a multiplicar la separación entre surcos (0.75 m) por la cantidad de surcos definida anteriormente y por último multiplicar la separación entre surcos.

$$(0.75 \text{ m})(20 \text{ surcos})(0.75 \text{ m})= 11.0 \text{ m}^2$$

De los 10 segundos que se tardó en recorrer los 20 surcos, con una probeta se midió la cantidad de mililitros (ml) que tiraba la bomba en esa cantidad de tiempo, en promedio (10 veces) la cantidad arrojada fue de 340 ml.

La cantidad que tiraba la bomba se dividió entre el área total que nos resultó del paso anterior.

$$\frac{340 \text{ ml}}{11 \text{ m}^2} = 30.9090 \text{ ml/m}^2$$

Ese resultado fue la cantidad de mililitros que la bomba tira por m<sup>2</sup>, pero se requirió convertirlo a Litros/Ha, para ello el resultado se multiplico por 10,000 y se dividió entre 1000.

$$\frac{\left(30.9090 \frac{\text{ml}}{\text{m}^2}\right) (10,000 \text{ m}^2)}{1000 \text{ L}} = 309.90 \frac{\text{L}}{\text{Ha}}$$

Por último, se tomaron en cuenta los gramos que serán para la dosis de cada producto (2,500 g) y se dividió entre el resultado anterior.

$$\frac{2,500 \text{ grs}}{309.90 \text{ L/Ha}} = 8 \text{ grs/L/Ha}$$

El resultado obtenido, son los gramos que requirió 1 litro por cada hectárea, se procedió a calcular los litros que se requirieron por cada tratamiento (3 litros) y se multiplico por la cantidad de gramos que resulto.

$$(3 \text{ litros})(8 \text{ gramos}) = 24 \text{ gramos/Litro}$$

Se pesó en una báscula la cantidad de 24 gramos por cada producto que se va a aplicar.

- Aplicación

Se procedió a vestir y utilizar el equipo de protección necesario para la aplicación de los tratamientos, siendo guantes de nitrilo, lentes, mascarilla, botas de hule y tyvek.

A la bomba de aspersión se le añadió la cantidad de agua definida (3 litros) y la cantidad de producto (previamente pesado), se agito para homogenizar la mezcla y se procedió a aplicar en las unidades experimentales definidas para ese tratamiento

Cada que se utilizó la bomba para un nuevo tratamiento se tuvo que enjuagar bien con agua limpia, para que no quedaran residuos del producto anterior.

- Evaluación de los tratamientos

A partir de la fecha de aplicación de los tratamientos, se procedió a evaluar cada semana (7 días) hasta observar la pérdida total en el efecto del herbicida, con un total de 6 semanas, ya que el efecto del mismo vencía a los 40 día de la aplicación, dicho en la etiqueta de cada producto.

- Establecimientos de puntos evaluación

Con la ayuda de un marco de 0.50 m x 0.50 m, se utilizó como medida estándar para la evaluación de cada unidad experimental, aventando este de forma aleatoria dentro de cada una de las unidades.

- Porcentaje de Control de Maleza

Para el dato, de la evaluación, se lo determinó con la utilización de la escala ALAM (2016), luego de previa comparaciones con el testigo.

Cuadro 9. Escala de la Asociación Latinoamericana de Arvenses (ALAM)

Índice	Nivel de Control (%)	Descripción
0	0-40	Ninguno a Pobre
1	41-60	Pobre
2	61-70	Regular
3	71-80	Bueno
4	81-90	Muy bueno
5	91-100	Excelente

Fuente: ALAM (2016), citada por Finol, *et al.*, y Palacios, 2016

Al término de las 6 semanas de evaluación, con un conteo dentro del marco con las medidas establecidas, se determinó en base a una regla de tres, en comparación al

valor más alto de maleza (testigo) el índice y nivel de control que le perteneció a cada unidad experimental.

### 5.7. Análisis de costo y eficacia

Este análisis se realizó con base al costo de los tres herbicidas utilizados (Gesaprim Calibre 90<sub>GDA</sub>, Atrafix 90<sub>WGD</sub> y Calibre 90<sup>DF</sup>), de acuerdo a la dosis indicada de cada producto y a una proyección semanal y mensual de cada uno de ellos, definiendo una aplicación de 5 Has por semana en promedio.

Cuadro. 10. Costo mensual de los tres tratamientos

Producto	Dosis en Kg/Ha	Precio por 1 kilogramo	Costo a 1 Hectárea	Costo Semanal	Costo Mensual
Gesaprim Calibre 90 <sub>GDA</sub>	2.5	\$ 290.00	\$ 725.00	\$ 3,625.00	\$14,500.00
Calibre 90 <sup>DF</sup>	2.5	\$ 233.20	\$ 583.00	\$ 2,915.00	\$11,660.00
Atrafix 90 <sub>WGD</sub>	2.5	\$ 225.19	\$ 562.98	\$ 2,814.88	\$11,259.50

Cuadro. 11. Diferencia de costo mensual con el tratamiento de más elevado precio (Gesaprim Calibre 90<sub>GDA</sub>)

Producto	Diferencia por Kilogramo	Diferencia a 1 Ha	Diferencia semanal	Diferencia mensual
Calibre 90 <sup>DF</sup>	\$ 56.80	\$ 142.00	\$ 710.00	\$ 2,840.00
Atrafix 90 <sub>WGD</sub>	\$ 64.81	\$ 162.03	\$ 810.13	\$ 3,240.50

Cuadro. 12. Diferencia mensual entre los tratamientos de precios equivalentes

Diferencia por Kilogramo	Diferencia a 1 Ha	Diferencia semanal	Diferencia mensual
\$ 8.01	\$ 20.03	\$ 100.13	\$ 400.50



## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras (2 y 3) se muestran los resultados del número de maleza que se obtuvieron en seis evaluaciones realizadas a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días después de la aplicación de los tratamientos, así mismo se promediaron y fueron transformados en porcentaje de acuerdo con la escala de la Asociación Latinoamericana de Arvenses en donde el número más cercano al 100 obtuvo un mejor control de maleza, mostrada en el cuadro 9.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.85	0.81	11.41

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4674.19	3	1558.06	22.28	<0.0001
Columnal	4674.19	3	1558.06	22.28	<0.0001
Error	839.25	12	69.94		
Total	5513.44	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=17.55641

Error: 69.9375 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.
CALIBRE 90	86.75	4	4.18 A
GESAPRIM	86.25	4	4.18 A
ATRAFIX	75.50	4	4.18 A
TESTIGO	44.75	4	4.18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 2 Análisis de varianza del promedio en Porcentaje sobre el control de maleza a los 42 días

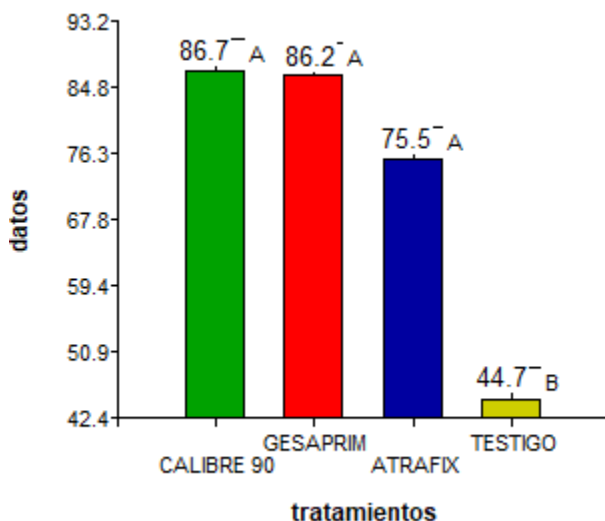


Figura 3 Gráfico de barras del promedio en Porcentaje sobre el control de maleza a los 42 días

En el análisis estadístico, Tukey, también representado de forma gráfica en la figura 3 reveló que en la aplicación de los tratamientos Calibre 90<sup>DF</sup> (T3) con valor del 86.7%, Gesaprim Calibre 90<sup>GDA</sup> (T1) con 86.2% y Atratrix 90<sup>WGD</sup> (T2) con el 75.5%, no existe ninguna diferencia significativa y que el tratamiento sin aplicación (Testigo) muestra una diferencia significativa en cuanto a la presencia de maleza siendo este tratamiento en donde el porcentaje de control disminuye considerablemente.

Los tratamientos aplicados en la preemergencia del control de maleza, obtuvieron resultados positivos en cuanto al porcentaje de control el cual varió entre el 75 y 86%, lo cual concuerda con los datos presentados por Herrera y Picado (2021), quienes obtuvieron entre el 70 y 80% de control de maleza con atrazina.

Por otra parte, los resultados arrojados por Rosetti (2019), menciona que, entre 13 tratamientos combinados, el tratamiento de Atrazina + Glifosato + s-metolacoloro y Dash obtuvo el mejor control de maleza con un porcentaje del 95% en todas las evaluaciones realizadas en un cultivo de maíz.

No obstante, Lescano (2017) presento resultados no favorables con la atrazina, ya que en combinación de s-metolacoloro, a los 45 y 67 días de evaluación, presentó un bajo control con porcentajes de 44 y 51%, en comparación a los 8 tratamientos más con distintos ingredientes activos que alcanzaron porcentajes arriba del 80%.

Ante lo revisado y expuesto en este trabajo, se determinó que en los tratamientos evaluados de las tres casas comerciales no existe diferencia estadística entre ellos, por lo cual la hipótesis que enunciaba que Gesaprim Calibre 90<sup>GDA</sup> mostraría mayor porcentaje de control es rechazada.

Aunque cabe señalar que numéricamente el T2 (Atratrix 90<sup>WGD</sup>) muestra menor porcentaje de control de maleza de hoja ancha, llegando a tener porcentajes cercanos al testigo, a diferencia del T3 (Calibre 90<sup>DF</sup>) el cual mostró un mayor porcentaje de control.

Tomando en cuenta lo anterior y que los productos cumplen con su objetivo de controlar maleza de hoja ancha, y con base al análisis económico realizado Gesaprim Calibre 90<sup>GDA</sup> es el más caro de los tres productos y al utilizarlo

mensualmente generaría un costo total de \$14,500 pesos en la aplicación, comparativamente el ahorro mensual sería de \$3,240.50 con Atrifix 90<sub>WGD</sub> y de \$2,840 pesos con Calibre 90<sup>DF</sup>.

## 7. CONCLUSIONES

- En los tratamientos evaluados de las tres casas comerciales no existe diferencia estadística entre ellos y cualquier tratamiento que se aplique controlará de forma efectiva la maleza de hoja ancha.
- El tratamiento aplicado con Calibre 90<sup>DF</sup> presenta una pequeña diferencia numérica entre los otros dos tratamientos.
- La diferencia numérica es importante para el análisis económico del cual se concluye que Calibre 90<sup>DF</sup> es una opción económicamente más rentable, por su mayor porcentaje de control de maleza y el ahorro de \$2,840 en 20 Has.

## **8. RECOMENDACIONES**

Se sugiere realizar otros ensayos con distintos ingredientes activos de diferentes marcas comerciales, e incluso, hacer una combinación de cada uno de ellos junto con la misma Atrazina y comparar si existe un mayor porcentaje de control pre emergente de maleza de hoja ancha en el cultivo de maíz.

## 9. LITERATURA CITADA

- Álvaro, A. (2007). Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en plantas. Universidad Centro Occidental" Lisandro Alvarado"(UCLA). Recuperado de <https://www.researchgate.net/.../259175751> Herbicidas Modos y mecanismos de a.
- Anzalone, A. (2017). Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en las plantas. UCLA
- Arévalo Coello, P. F. (2022). Fisiología y mecanismos de acción de herbicidas utilizados en el control de maleza del cultivo de banano (*Musa AAA*) en Ecuador (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).
- Arias, D. M., Mora, R. E. G., & Romero, O. S. D. (2019). Uso de herbicidas en el control de maleza. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia Brava*, 11(1), 204-210.
- Becerril, J., 2012. Modo de acción de los herbicidas. En: Memorias del Congreso 2012 de la Sociedad Española de Malherbología. Sociedad Española de Malherbología. España.
- Cabrera Qquellhua, G. (2016). Herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) cv." Napurí" bajo condiciones de La Molina.
- Caseley, J.C., B.J. Wilson, E. Watson y G. Arnold 2018. Mejora del control mecánico de maleza mediante dosis subletales de herbicida. Actas Simposio de la Sociedad Europea de Investigación de Maleza Braunschweig, en imprenta.
- Cudney, D., 2016. Por qué los herbicidas son selectivos. Consejo de plantas de plagas exóticas de California. 2016 Actas del simposio.
- De Prado, R., & Cruz-Hipolito, H. (2005). Mecanismos de resistencia de las plantas a los herbicidas. Seminario-Taller Iberoamericano" Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos" INIA, FAO, Facultad de Agronomía, 1-14.

- Devine MD 2019. Influencias ambientales en el rendimiento de los herbicidas: una evaluación crítica de las técnicas experimentales. Actas Simposio EWRS Factores que afectan la actividad y selectividad de los herbicidas'. Wageningen, Holanda. págs. 219-226.
- Escobedo, H., Alvarado, C., & Castolo, E. (2017). Manejo integrado de MALEZAS. (G. Bram, Ed.) ENLACE (38).
- Etchegoyen, J. 2017. Recomendaciones técnicas para aplicaciones eficientes. <http://tropfen.com.ar/recomendaciones-tec/>.
- Grossbard E. y D. Atkinson 2010. El herbicida glifosato. Butterworths, Londres, Reino Unido, 490 pp.
- Holloway P.J. (2013). Adyuvantes para agroquímicos: ¿por qué los necesitamos? Anuncios de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Gante.
- IMA. (2006). Uso de herbicidas en el cultivo del olivo en la provincia de Jaén. (D. P. Jaén, Ed.) Jaén.
- Kappler, B., & Namuth, D. (2004). Clasificación de los herbicidas.
- Katherine, E. M. R. (2021). Efecto de tres preemergentes en el cultivo de arroz en la hacienda el provenir provincia los ríos (Doctoral dissertation, universidad agraria del ecuador).
- Komives T. 2012. Protectores de herbicidas: química, modo de acción, aplicación. Resúmenes de maleza 41: 553-560.
- Labrada, R.; Caseley, J.C.; Parker, C. 2016. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. Ed. FAO. Roma, Italia. 403
- Lescano, M. C., 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.
- López, F., & Villalba, J. (2013). Efecto del horario de aplicación y el tamaño de gota en la eficiencia de glifosato. Canqué, 13, 19-24.

- López-Urquídez, G. A., Murillo-Mendoza, C. A., Martínez-López, J. A., Ayala-Tafoya, F., Yañez-Juárez, M. G., & López-Orona, C. A. (2020). Efecto de herbicidas preemergentes en el control de malezas y el desarrollo de cebolla bajo condiciones de fertirriego. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(5), 1149-1161.
- Matheus, J., Romay, G., & Santana, M. A. (2004). Efecto de tres herbicidas pre-emergentes en el establecimiento en campo de plantas in vitro de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Acta Científica Venezolana*, 55, 191-197.
- Matthews G. A. 2014. Métodos de aplicación de plaguicidas. 2da edición. Longman, Harlow, RU 405 págs.
- Metzler, M. J., & Ahumada, M. (2016). Evaluación de herbicidas residuales preemergentes para el control de *Echinochloa crus-galli* en Entre Ríos. Argentina: INTA, 1-14.
- Meza Méndez, J. L. (2019). Evaluación de tres herbicidas pre-emergentes aplicados al cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en la finca experimental “La María” en época seca (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Munive Zabaleta, J. L., & Ortiz Armando, J. (2022). Sensibilidad de nuevas variedades de arroz a los herbicidas clomazone y propanil.
- Murillo De León, M. O. (2022). Evaluación de herbicidas en el control de malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de Banano (*Musa acuminata*) (Bachelor's thesis, Quevedo-Ecuador).
- Nivia, E. (2000). Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato. Recuperado de <http://www.glifocidio.org/docs/impactos%20generales/ig1.pdf>.
- Paliwal, R. L. (2001) a. Introducción al Maíz y su importancia. En: Paliwal, R. L.; Granados, G.; Lafitte, H. R.; Violic, A.,D. y Marathée, J. P. (Eds.). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y



Protección Vegetal 28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp. 1-3.

Paliwal, R. L. 2001 b. Morfología del maíz tropical. En: Paliwal, R. L.; Granados, G.; Lafitte, H. R.; Volic, A. D. y Marathée J. P. (Eds.). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp. 13-19.

Papa, J. C. (2012). Maleza tolerantes y resistentes a herbicidas. Actas del Seminario Sustentabilidad de la Producción Agrícola. INTA, JICA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.

Picado-Arroyo, G., & Herrera-Murillo, F. (2022). Eficacia de herbicidas preemergentes en el control de *Oryza latifolia* Desv.(arroz pato). *Agronomy Mesoamerican*, 47610-47610.

Pinto Ruiz, G. A., Tarragó, J., Burgos, A. M., & Medina, R. D. (2018). Evaluación preliminar de la selectividad de herbicidas: pre-emergentes en el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

Pinto, M. J., Serrano, H. C., Branquinho, C., & Martins-Loução, M. A. (2013). Éxito en la translocación de una planta con restricciones dispersivas. *Conservación Vegetal*.

Quello Huamani, A. A. (2018). Tres herbicidas pre-emergentes en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Labrada, R.; Caseley, J.C.; Parker, C. 2016. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. Ed. FAO. Roma, Italia. 403 p

Rausch, a., martoglio, m., demichelis, g., & caporgno, j. (2019). Evaluación de cultivares de girasol (*Heliantus annus* L.) En la localidad de Ceres, Santa Fe. Campaña. Información técnica de cultivos de verano, 16.

Robles, E. R., & de la Cruz, R. S. (2006). Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. SAGARPA.

- Rodríguez, W. M. C. (2017). Evaluación de herbicidas en líneas de maíz. *Revista de Investigaciones Agroempresariales*, 4, 57-74.
- Rosales, R.E. (2016). Manejo Integrado de Malezas en Soya. Curso Producción de Sorgo y Soya de Alto Rendimiento.
- Rosales, R.E. (2017). Manejo Integrado de Malezas en Maíz. 4º Curso Internacional sobre Producción de Maíz de Alto Rendimiento.
- Rosales, E., & Sánchez, R. (2006). Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. INIFAP.
- Rosetti, L. 2019, Evaluación de híbridos de maíz en fechas de siembra temprana y tardía en Inta Rafaela durante la campaña 2018/19 información técnica de cultivos de verano, campaña 2018-19 Publicación Miscelánea - Año VII N° 3.
- Ruiz, g. A. P., tarrago, j., burgos, á. M., Echeverria, r. L., & medina, r. D. Efectividad de mezclas de herbicidas pre-emergentes y su efecto sobre el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).
- Sabando Cantos, I. A. (2018). Determinación de la eficiencia en el control de malezas con herbicidas pre emergentes y post emergentes en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) en la zona de Quevedo (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Sánchez, M., Daniel, B., Guamán, R., Alfredo, B., Cortázar, U., & Miguel, S. Determinación de las dosis óptimas de glifosato, glufosinato y paraquat para el control de malezas en plátano, en época lluviosa.
- Sierra, R. H., Luzón, D. G., & Zepeda, H. R. (2021). Uso del glifosato en México. *Revista Iberoamericana de Bioética*, (17).
- Soltero-Díaz, L., Pérez-Domínguez, J. F., & Valencia-Botín, A. J. (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), 85-88.

Vargas, L., Bryan, R., Zambrano Angulo, F. R., & Ulloa Cortázar, S. M. Determinación de las dosis óptimas de glifosato y paraquat aplicados en mezcla con ametrina para el control de malezas en plátano de alta densidad.

Yennicani, H. J., & López, Z. B. (2018). Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2015/16. Ediciones INTA.

## 10. ANEXOS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.55	0.43	4.40

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	260.69	3	86.90	4.81	0.0200
Columnal	260.69	3	86.90	4.81	0.0200
Error	216.75	12	18.06		
Total	477.44	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=8.92215

Error: 18.0625 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.
CALIBRE 90	100.00	4	2.13 A
ATRAFIX	99.75	4	2.13 A
GESAPRIM	97.00	4	2.13 A B
TESTIGO	90.00	4	2.13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 1 Análisis de varianza (toma 1) Porcentaje

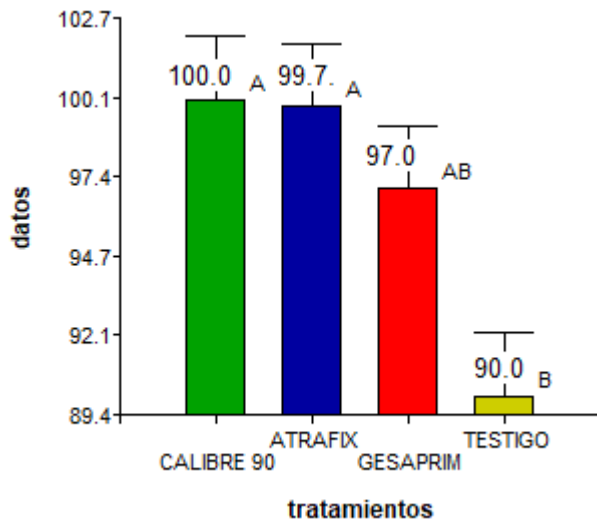


Figura 2 Gráfico de barras (toma 1) Porcentaje

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.62	0.52	97.98

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.25	3	2.42	6.44	0.0076
Columnal	7.25	3	2.42	6.44	0.0076
Error	4.50	12	0.38		
Total	11.75	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.28557

Error: 0.3750 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	1.75	4	0.31	A
GESAPRIM	0.50	4	0.31	A B
ATRAFIX	0.25	4	0.31	B
CALIBRE 90	0.00	4	0.31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 3 Análisis de varianza (toma 1) N° Plantas

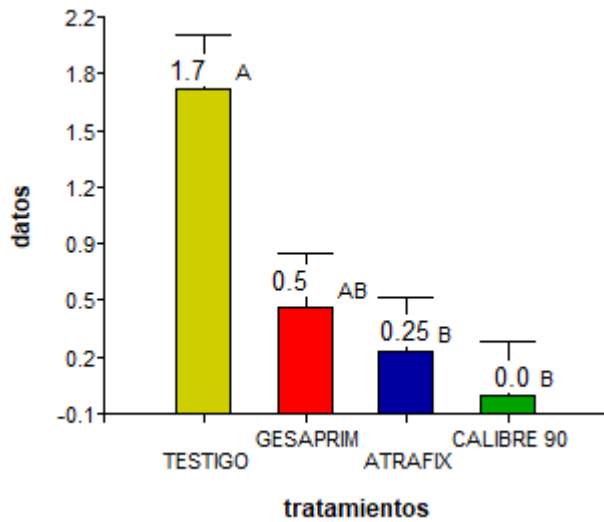


Figura 4 Gráfico de barras (toma 1) N° Plantas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.73	0.67	12.24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3788.50	3	1262.83	10.95	0.0009
Columnal	3788.50	3	1262.83	10.95	0.0009
Error	1384.50	12	115.38		
Total	5173.00	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=22.54948

Error: 115.3750 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.
GESAPRIM	99.25	4	5.37 A
CALIBRE 90	95.50	4	5.37 A
ATRAFIX	95.00	4	5.37 A
TESTIGO	61.25	4	5.37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 5 Análisis de varianza (toma 2) Porcentaje

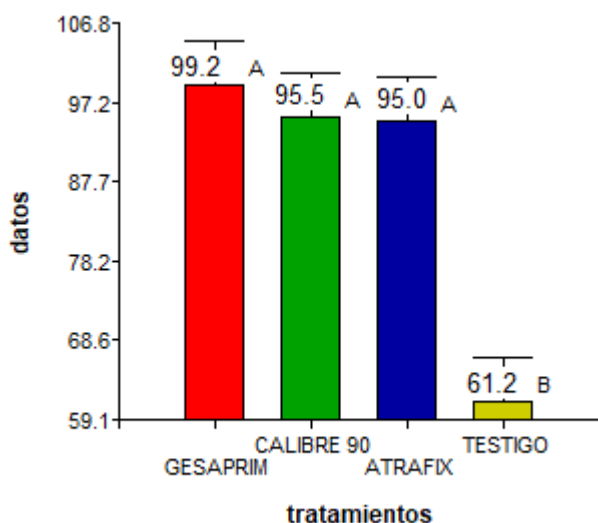


Figura 6 Gráfico de barras (toma 2) Porcentaje

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.71	0.64	75.90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	86.00	3	28.67	9.83	0.0015
Columnal	86.00	3	28.67	9.83	0.0015
Error	35.00	12	2.92		
Total	121.00	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.58529

Error: 2.9167 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	6.25	4	0.85	A
ATRAFIX	1.25	4	0.85	B
GESAPRIM	0.75	4	0.85	B
CALIBRE 90	0.75	4	0.85	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 7 Análisis de varianza (toma 2) N° Plantas

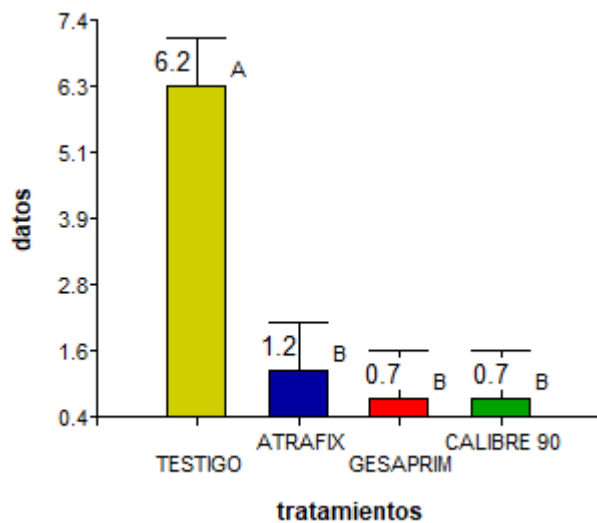


Figura 8 Gráfico de barras (toma 2) N° Plantas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.81	0.77	16.39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7388.69	3	2462.90	17.59	0.0001
Columnal	7388.69	3	2462.90	17.59	0.0001
Error	1679.75	12	139.98		
Total	9068.44	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=24.83776

Error: 139.9792 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.
CALIBRE 90	91.00	4	5.92 A
GESAPRIM	86.00	4	5.92 A
ATRAFIX	75.50	4	5.92 A
TESTIGO	36.25	4	5.92 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 9 Análisis de varianza (toma 3) Porcentaje

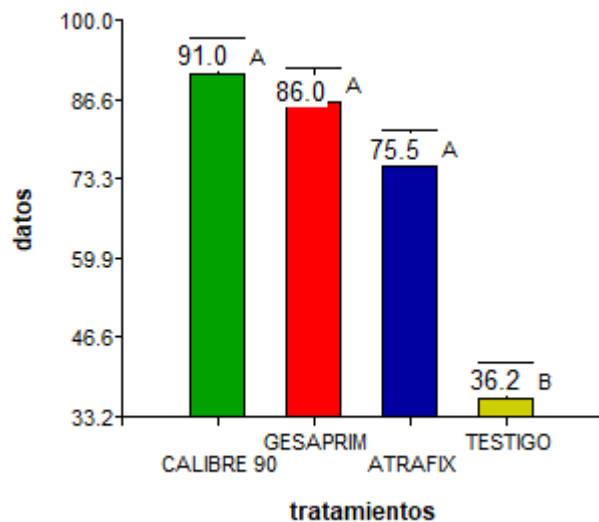


Figura 10 Gráfico de barras (toma 3) Porcentaje



Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.82	0.77	40.39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	185.19	3	61.73	18.18	0.0001
Columnal	185.19	3	61.73	18.18	0.0001
Error	40.75	12	3.40		
Total	225.94	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.86860

Error: 3.3958 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	10.25	4	0.92	A
ATRAFIX	4.00	4	0.92	B
GESAPRIM	2.50	4	0.92	B
CALIBRE 90	1.50	4	0.92	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 11 Análisis de varianza (toma 3) N° Plantas

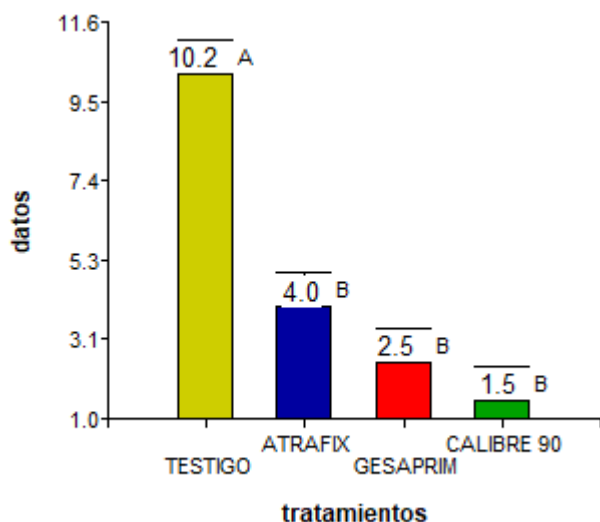


Figura 12 Gráfico de barras (toma 3) N° Plantas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.61	0.52	25.08

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5826.50	3	1942.17	6.35	0.0080
Columnal	5826.50	3	1942.17	6.35	0.0080
Error	3672.50	12	306.04		
Total	9499.00	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=36.72578

Error: 306.0417 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.
CALIBRE 90	87.75	4	8.75 A
GESAPRIM	86.00	4	8.75 A
ATRAFIX	64.50	4	8.75 A B
TESTIGO	40.75	4	8.75 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 13 Análisis de varianza (toma 4) Porcentaje

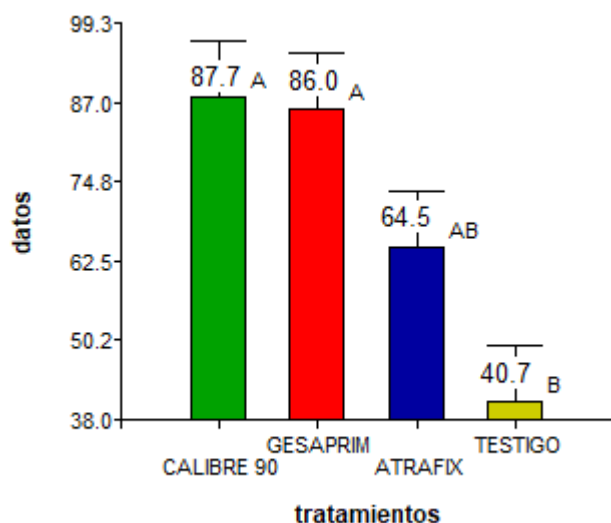


Figura 14 Gráfico de barras (toma 4) Porcentaje

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.61	0.51	54.62

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	138.50	3	46.17	6.19	0.0087
Columnal	138.50	3	46.17	6.19	0.0087
Error	89.50	12	7.46		
Total	228.00	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.73326

Error: 7.4583 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	9.50	4	1.37	A
ATRAFIX	5.75	4	1.37	A B
GESAPRIM	2.50	4	1.37	B
CALIBRE 90	2.25	4	1.37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 15 Análisis de varianza (toma 4) N° Plantas

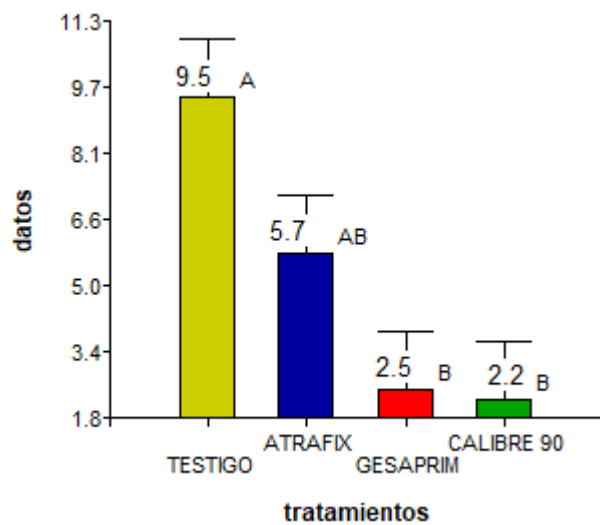


Figura 16 Gráfico de barras (toma 4) N° Plantas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.68	0.59	27.46

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7808.19	3	2602.73	8.34	0.0029
Columnal	7808.19	3	2602.73	8.34	0.0029
Error	3743.25	12	311.94		
Total	11551.44	15			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=37.07785**

Error: 311.9375 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.
GESAPRIM	84.25	4	8.83 A
CALIBRE 90	80.25	4	8.83 A
ATRAFIX	64.50	4	8.83 A B
TESTIGO	28.25	4	8.83 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 17 Análisis de varianza (toma 5) Porcentaje

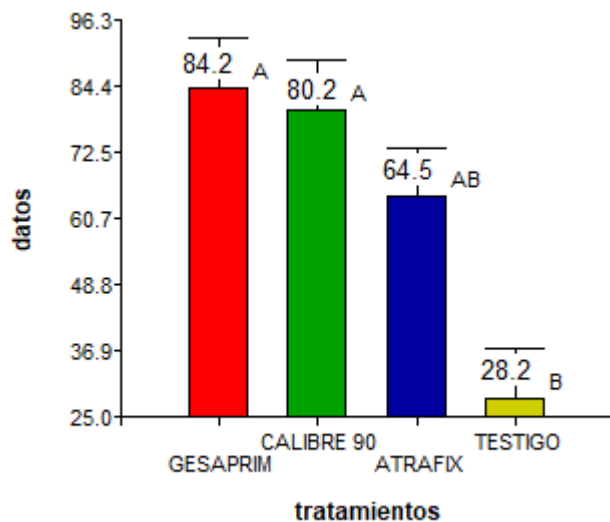


Figura 18 Gráfico de barras (toma 5) Porcentaje

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.68	0.60	47.44

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	193.19	3	64.40	8.47	0.0027
Columnal	193.19	3	64.40	8.47	0.0027
Error	91.25	12	7.60		
Total	284.44	15			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.78904**

Error: 7.6042 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.
TESTIGO	11.50	4	1.38 A
ATRAFIX	5.75	4	1.38 A B
CALIBRE 90	3.25	4	1.38 B
GESAPRIM	2.75	4	1.38 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 19 Análisis de varianza (toma 5) N° Plantas

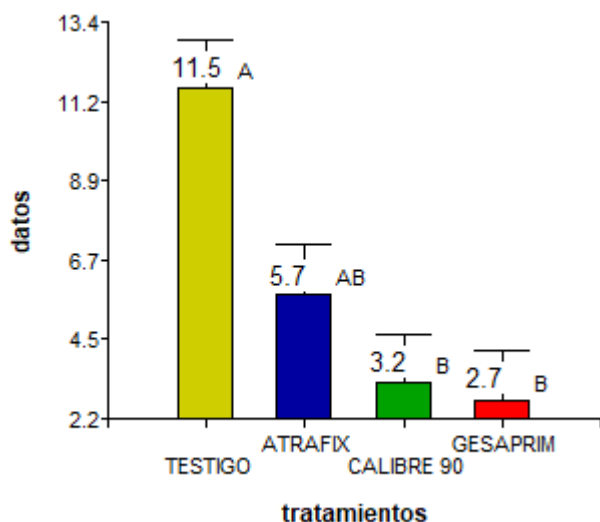


Figura 20 Gráfico de barras (toma 5) N° Plantas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.71	0.63	31.86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7611.50	3	2537.17	9.61	0.0016
Columnal	7611.50	3	2537.17	9.61	0.0016
Error	3168.50	12	264.04		
Total	10780.00	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=34.11277

Error: 264.0417 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.
CALIBRE 90	67.50	4	8.12 A
GESAPRIM	67.25	4	8.12 A
ATRAFIX	55.00	4	8.12 A
TESTIGO	14.25	4	8.12 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 21 Análisis de varianza (toma 6) Porcentaje

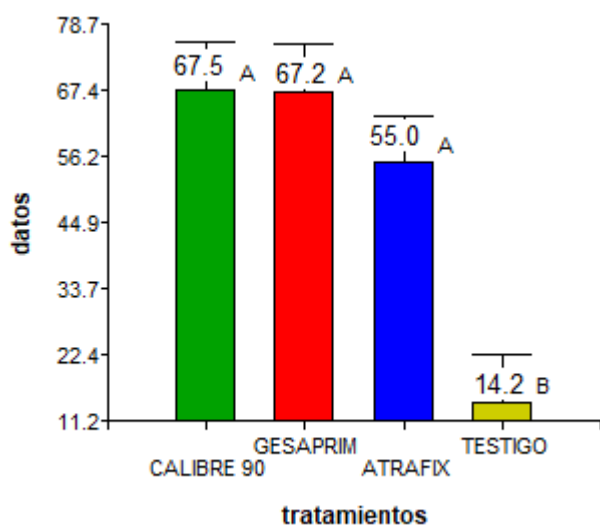


Figura 22 Análisis de varianza (toma 6) Porcentaje

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Columna2	16	0.73	0.66	32.79

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	203.19	3	67.73	10.66	0.0011
Columnal	203.19	3	67.73	10.66	0.0011
Error	76.25	12	6.35		
Total	279.44	15			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.29188

Error: 6.3542 gl: 12

Columnal	Medias	n	E.E.
TESTIGO	13.75	4	1.26 A
ATRAFIX	6.75	4	1.26 B
CALIBRE 90	5.25	4	1.26 B
GESAPRIM	5.00	4	1.26 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 23 Análisis de varianza (toma 6) N° Plantas

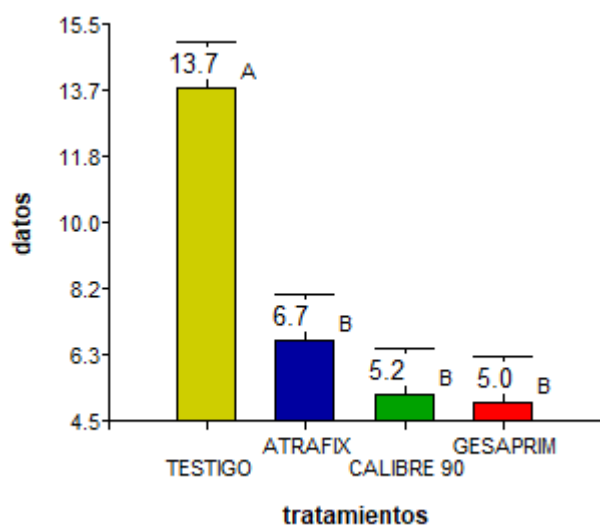


Figura 24 Gráfico de barras (toma 6) N° Plantas