

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

**EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PREEMERGENTES EN
FRIJOL DE GRANO NEGRO; SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA
TESIS DE GRADO**

CARLOS RICARDO PALMA PALMA
CARNET 56373-95

ZACAPA, MAYO DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS**

**EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PREEMERGENTES EN
FRIJOL DE GRANO NEGRO; SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA
TESIS DE GRADO**

**TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

**POR
CARLOS RICARDO PALMA PALMA**

**PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
HORTÍCOLAS**

**ZACAPA, MAYO DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA**

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. CÉSAR AUGUSTO PALMA ESPINA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
ING. ÁNGEL OTTONIEL CORDÓN GARCÍA
ING. EDGAR ROLANDO GUIROLA OSORIO
ING. MYNOR OLIVERIO MATTA MORALES

Zacapa, mayo de 2015

Honorable

Comisión de Trabajos de Graduación
Universidad Rafael Landívar
Campus Central

Honorable Comisión de Trabajos de Graduación.

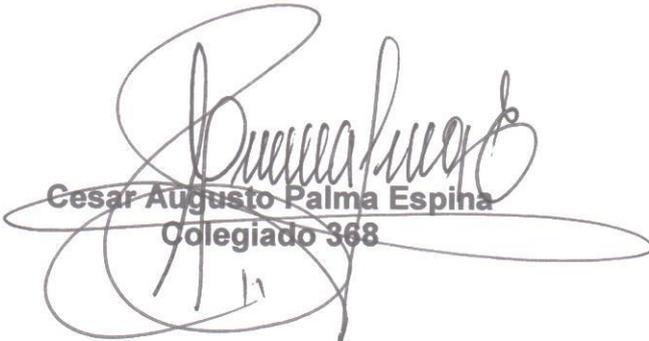
Respetuosamente y de conformidad con lo establecido por las normas del Programa de Tesis de la Universidad Rafael Landívar, por este medio tengo el honor de informar que asesore al estudiante Carlos Ricardo Palma Palma, Carné 56373-95, en la elaboración del informe final de tesis titulado:

EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PREEMERGENTES EN FRIJOL DE GRANO NEGRO; SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.

Como requisito previo a optar al título de Licenciado en Ciencias Hortícolas en el grado de Ingeniero Agrónomo.

Muy agradecido por la atención prestada al mismo

Atentamente:


Cesar Augusto Palma Espina
Colegiado 368



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06296-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante CARLOS RICARDO PALMA PALMA, Carnet 56373-95 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0642-2015 de fecha 2 de mayo de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PREEMERGENTES EN
FRIJOL DE GRANO NEGRO; SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 12 días del mes de mayo del año 2015.



ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios Todopoderoso que me dio la vida, la sabiduría, la fe, las bendiciones infinitas y la paciencia de triunfar.

Mis padres por su sacrificio y dedicación en transmitir las virtudes y educación.

Mi esposa e hijos por su comprensión y apoyo.

La universidad Rafael Landívar, por brindarme la enseñanza y formación universitaria.

Mi asesor Ing. Agr. Cesar Augusto Palma Espina por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

DEDICATORIA

A

Dios: Quien siempre me da su infinito amor, fuerza, paciencia e inteligencia de completar mis estudios universitarios y bendiciones a toda la gente que me rodea.

Mis Padres: Erika Berali Palma Vasqu ez y Ricardo Palma Espina por darme el don de la vida, mostrarme el camino del bien, esfuerzo e interés que dedicaron a mis estudios.

Mi esposa: Mayra Leticia Palma de Palma por su comprensión y apoyo en los momentos difíciles de mi carrera universitaria.

Mis hijos: Marcy Maylet, Erika Marcelina, Carlos Emanuel por motivarme a seguir adelante.

Mis hermanos: Erika Mariela, Yadira Guadalupe, David Rogelio por su amistad, cariño y buenos momentos que hemos pasado juntos.

Mis abuelos: Carlos Palma Cabrera (Q.E.P.D.) y Ruperta Vasqu ez Escobar (Q.E.P.D.); Víctor Manuel Palma Cabrera (Q.E.P.D.) y Marcelina Espina Duque (Q.E.P.D.) por su apoyo incondicional en toda mi vida.

Mis familiares y amigos: por la amistad y el apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 IMPORTANCIA DE LAS MALEZAS EN LOS CULTIVOS	3
2.1.1 Generalidades sobre la maleza	3
2.1.2 Inventario de malezas y dinámica poblacional	4
2.1.3 Características bio-ecológicas de especies de malezas predominantes	4
2.1.4 Período crítico de la competencia de malezas y umbrales económicos	5
2.1.5 Interacción de las malezas con otras plagas	6
2.1.6 Métodos de control de malezas	6
2.1.7 Control químico de malezas	7
2.1.8 Clasificación de herbicidas	8
2.2 HERBICIDAS	10
2.2.1 Método de uso de los herbicidas	10
2.2.2 Época de aplicación de los herbicidas	10
2.3 LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	13
2.3.1 Problemas de malezas en frijol	14
2.3.2 Control de malezas en el cultivo de frijol	15
2.4 HERBICIDAS A EVALUAR EN EL CULTIVO DE FRIJOL	18
2.4.1 Dual Gold 96 EC (S-Metolacoloro)	18
2.4.2 Alanex 480 EC (Alacloro)	19
2.4.3 Prowl 400 EC (Pendimentalina)	20
2.5 ESTUDIOS DE MALEZAS EN FRIJOL	21
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	23
3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTGACIÓN	23
IV. OBJETIVOS	25
4.1 OBJETIVO GENERAL	25
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
V. HIPOTESIS	26
VI. METODOLOGIA	27
6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO	27
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	28
6.3 FACTORES ESTUDIADOS	29
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	29
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	30
6.6 MODELO ESTADÍSTICO	30
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	31

CONTENIDO	PÁGINA
6.8 CROQUIS DE CAMPO	32
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO	33
6.10 VARIABLES RESPUESTA	34
6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	36
6.11.1 Análisis estadístico	36
6.11.2 Análisis económico	37
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
7.1 EVALUACIÓN DE LOS HERBICIDAS EN EL CAMPO	38
7.1.1 Control de malezas	38
7.1.2 Control de malezas a los 15 días después de la siembra de frijol	45
7.1.3 Control de malezas a los 25 días después de la siembra de frijol	47
7.1.4 Control de malezas a los 35 días después de la siembra de frijol	48
7.1.5 Grado de toxicidad de los herbicidas sobre las variedades de frijol	49
7.1.6 Determinación de los porcentajes de cobertura de malezas	51
7.1.7 Densidad de malezas por hectárea	51
7.2 RENDIMIENTO DE FRIJOL	53
7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL	55
VIII. CONCLUSIONES	
IX. RECOMENDACIONES	
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	PÁGINA
1	Herbicidas selectivos en frijol.	16
2	Características del herbicida Dual Gold 960 EC (S-Metolaclo).ro).	18
3	Características del herbicida Alaclor (Alanex) 480 EC.	19
4	Características del herbicida Prowl 400 EC (Pendimentalina).	21
5	Descripción de los tratamientos de la combinación de herbicidas y variedades.	30
6	Escala ALAM para la evaluación de daño al cultivo por efecto del herbicida.	35
7	Malezas presentes en las parcelas experimentales de tres variedades de frijol combinadas con tres herbicidas químicos.	38
8	Análisis de varianza de individuos de la maleza güisquelete en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	38
9	Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza güisquelete en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	39
10	Análisis de varianza de individuos de la maleza de verdolaga en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	40
11	Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza verdolaga en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	40
12	Análisis de varianza de individuos de la maleza campanita en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	41
13	Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza campanita en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	41

CUADRO	CONTENIDO	PÁGINA
14	Análisis de varianza de individuos de la maleza flor amarilla por metro cuadrado en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	42
15	Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza flor amarilla en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	43
16	Análisis de varianza de individuos de la maleza zacate por metro cuadrado en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	43
17	Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza zacate en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	44
18	Análisis de varianza de individuos de la maleza coyolillo por metro cuadrado en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	44
19	Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza coyolillo en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.	45
20	Análisis de varianza del control de malezas a los 15 días después de la siembra del cultivo de frijol.	46
21	Análisis de medias de Tukey en el control de malezas a los 15 días después de la siembra del cultivo de frijol.	46
22	Análisis de varianza del control de malezas a los 25 días después de la siembra de frijol.	47
23	Análisis de medias de Tukey en el control de malezas a los 25 días después de la siembra del cultivo de frijol.	48
24	Análisis de varianza del control de malezas a los 35 días después de la siembra de frijol.	48
25	Análisis de medias de Tukey en el control de malezas a los 35 días después de la siembra del cultivo de frijol.	49

CUADRO	CONTENIDO	PAGINA
26	Análisis de varianza para el grado de toxicidad en tres variedades de frijol combinado con tres productos herbicidas.	50
27	Análisis de medias de Tukey, para el porcentaje de toxicidad causada por la aplicación de herbicidas en el cultivo de frijol.	50
28	Promedio de cobertura de maleza por especie y tratamiento con respecto al control manual, en la evaluación de tres variedades de frijol y tres herbicidas químicos.	52
29	Densidad de maleza por especie y tratamiento con respecto al control manual, en la evaluación de tres variedades de frijol y tres herbicidas químicos.	54
30	Rendimiento de granos de frijol, en la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.	55
31	Análisis de medias de Tukey para el rendimiento de frijol, en la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.	55
32	Análisis de los costos que varían, ingreso bruto y neto, en la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.	56
33	Análisis de dominancia del rendimiento en los tratamientos, de la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.	57
34	Análisis de dominancia de los tratamientos, de la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PÁGINA
1	Localización del área de trabajo.	27
2	Diseño de la unidad experimental en la evaluación de herbicida combinado con una variedad de frijol.	31
3	Croquis de campo.	32

EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PRE EMERGENTES EN FRIJOL DE GRANO NEGRO, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar tres herbicidas pre emergentes en el control de malezas en tres variedades de frijol de grano negro (*Phaseolus vulgaris*), en Santa Catarina Mita, Jutiapa. El diseño experimental utilizado fue un diseño en bloques completos al azar, con arreglo de parcelas divididas con doce tratamientos y tres repeticiones. Las variedades de frijol evaluadas fueron: ICTA Ostúa, ICTA Santa Gertrudis e ICTA Ligerito, así como; los herbicidas Pendimetalin, S-Metolachlor y Alacloro. Las variables evaluadas fueron: control de malezas medida con la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM); grado de toxicidad de los herbicidas sobre las plantas de frijol; porcentajes de cobertura total y por especie de malezas; densidad de malezas; rendimientos y costos e ingresos. Los resultados mostraron que las especies presentes en el estudio fueron: *Amaranthus hybridus* L., *Portulaca oleracea* L., *Ipomoea nil* (L.) Roth, *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard) D., *Panicum purpurascens* (Raddi) y *Cyperus rotundus* (L.). El tratamiento que presentó mejor control, menor cobertura y densidad de malezas, mayor rendimiento y tasa marginal de retorno en que se utilizó la variedad ICTA Ostúa con la aplicación del herbicida Alacloro 480 EC. En lo referente a la toxicidad de los herbicidas químicos sobre las plantas de frijol, los efectos fueron leves. Para los productores de frijol de la zona de Santa Catarina Mita, Jutiapa, se recomienda utilizar la variedad ICTA Ostúa y el herbicida pre-emergente Alacloro 480 EC que presentaron los mejores resultados en la presente investigación.

EVALUATION OF PRE-EMERGENCE HERBICIDES IN BLACK BEAN, SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate three pre-emergence herbicides in weed control, on three varieties of black bean (*Phaseolus vulgaris*), in Santa Catarina Mita, Jutiapa. A complete randomized block design, in a split plot arrangement, with twelve treatments and three replicates was used. The evaluated bean varieties were: ICTA Ostúa, ICTA Santa Gertrudis, and ICTA Ligero; the following herbicides were also evaluated: Pendimetalin, S-Metolachlor, and Alacloro. The evaluated variables were: weed control, measured through the scale proposed by the *Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM)* [Latin American Weed Association]; herbicide toxicity level on the bean plants; percentage of total coverage and by weed species; weed density; yields, and costs and income. The results showed that the species observed in the study were: *Amaranthus hybridus* L., *Portulaca oleracea* L., *Ipomoea nil* (L.) Roth, *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard) D., *Panicum purpurascens* (Raddi), and *Cyperus rotundus* (L.). The treatment that showed the best control, less weed coverage and density, higher yield, and greater marginal rate of return was the ICTA Ostúa variety, applying the Alacloro 480 EC herbicide. Regarding the toxicity of the chemical herbicides on bean plants, minimum effects were observed. For the bean producers in the area of Santa Catarina Mita, Jutiapa, it is recommended to use the ICTA Ostúa variety and the Alacloro 480 EC pre-emergence herbicide, which showed the best results in this research study.

III. INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la agricultura los productores han luchado por eliminar a las plantas diferentes al cultivo en explotación (Cano y López, 1996). De acuerdo Zimdahl (1993), la maleza o mala hierba se define como aquella planta que crece en un lugar donde no es deseada y que interfiere con los intereses del hombre. Dentro de la maleza que se asocia a un cultivo deben considerarse tanto a las especies silvestres, como a los cultivos voluntarios indeseables. Así pues, tanto una planta de sorgo como bleo son una mala hierba en un campo de frijol (Valentín, Esquivel, Cano, y López, 1997).

La presencia constante de la maleza en los agroecosistemas contrasta con la ocurrencia casual de insectos plaga y los agentes causales de enfermedades (Gámez, 2002). Las malezas compiten con los cultivos por factores básicos para el desarrollo de éstas, como luz, agua y nutrientes, reducen el rendimiento y la calidad de los productos cosechados, por lo que el control de maleza es una parte esencial en la producción de cultivos. El manejo de las poblaciones de maleza es una de las prácticas más antiguas en la agricultura, sin embargo, en muchas ocasiones no se le otorga la importancia debida. Se estima que la interferencia de maleza causa una disminución del 10% de la producción agrícola mundial y puede llegar a un 25% en países en desarrollo como Guatemala (Zimdahl, 1993).

Para el frijol existen varios herbicidas selectivos que pueden ser utilizados en preemergencia, dentro de los cuales destacan por su eficiencia en el control de malezas y selectividad al cultivo, linurón (Obando, 1981), alacloro (Wilson, Wicks y Fenster, 1980) y la mezcla de alacloro + cianazina (Esqueda, Acosta y Durán, 1981).

En postemergencia, herbicidas como bentazón (García y Barrales, 1988) y fomesafén (Romero y Alemán, 1990) representan una buena alternativa para el control de la maleza de hoja ancha. Fluazifop-butil es utilizado cuando el problema es la infestación de gramíneas tanto anuales como perennes (Thomson, 1993),

siendo comúnmente aplicado en mezcla con fomesafén para combatir poblaciones de malezas tanto de hoja ancha como gramíneas (Romero y Alemán, 1990).

En las siembras de frijol que se establecen en el municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, el control de malezas se lleva a cabo de alguna de estas formas: manualmente, con herbicidas y de forma combinada. En el caso del uso de herbicidas para el manejo de malezas solamente se aplica en una ocasión durante el ciclo del cultivo, especialmente en las etapas pre y post emergente.

Debido a que el uso de herbicidas puede ser una buena opción para el control de las malezas del frijol en el municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, se establecerá la evaluación de herbicidas, con el objetivo de determinar él o los tratamientos más eficientes para controlar las malezas en tres variedades de frijol.

Los resultados del estudio mostraron que las especies de malezas presentes fueron: *Amaranthus hybridus* L., *Portulaca oleracea* L., *Ipomoea nil* (L.) Roth, *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard) D., *Panicum purpurascens* (Raddi) y *Cyperus rotundus* (L.). El tratamiento con mejor control, menor cobertura y densidad de malezas, mayor rendimiento y tasa marginal de retorno fue cuando se utilizó la variedad ICTA Ostúa con la aplicación del herbicida alacloro 480 EC. En lo referente a la toxicidad de los herbicidas químicos sobre las plantas de frijol, los efectos leves. Por lo que se recomienda a todos los productores de frijol de la zona de Santa Catarina Mita, Jutiapa, para la producción de granos del cultivo utilizar la variedad ICTA Ostúa y aplicar el herbicida alacloro 480 EC.

II. MARCO TEORICO

2.1 IMPORTANCIA DE LAS MALEZAS EN LOS CULTIVOS

Las malezas son plantas indeseables que crecen como organismos macroscópicos junto con las plantas cultivadas, a las cuales interfieren su normal desarrollo. Son una de las principales causas de la disminución de rendimientos de los cultivos, debido a que compiten por agua, luz solar, nutrientes y bióxido de carbono; segregan sustancias alelopáticas; son albergue de plagas y patógenos, dificultando su combate y, finalmente, obstaculizan la cosecha, bien sea ésta manual o mecanizada. Actualmente existen sustancias químicas o biológicas que se aplican, sobre el suelo o las malezas, para prevenir o retardar su germinación o crecimiento. En el transcurso de las últimas cinco décadas se han venido logrando significativos avances científicos y tecnológicos para obtener sustancias químicas o biológicas que sean menos tóxicas al hombre, menos agresivas al ambiente y, al mismo tiempo, más selectivas respecto a los cultivos donde se usen. La interferencia de las malezas genera en la agricultura pérdidas, tanto en calidad como en cantidad, de los alimentos y otros rubros producidos, desperdiándose enormes cantidades de energía, sobre todo no renovable. Los costos del combate y los efectos sobre los rendimientos son muy variables, pues dependen del agricultor, del manejo de las especies de malezas predominantes, de la superficie sembrada y de las condiciones agroecológicas de la unidad de producción, entre otros factores (Lara, 2008).

2.1.1 Generalidades sobre la maleza

De acuerdo con López (2007), la palabra maleza se deriva del latín malitia que se traduce como maldad. El mismo autor citando a Barcia (1902), en el primer Diccionario general etimológico de la Lengua Española la define así: Maleza, femenino anticuado de maldad. La abundancia de hierbas malas que perjudican a los sembrados.

López (2007), citando a Mercado (1979), señala que la maleza ha sido definida de varias maneras, entre ellas plantas que interfieren con el hombre o área de su interés. Trujillo (1981), define las malezas como plantas que interfieren negativamente con las actividades productivas y recreativas del hombre y Rodríguez (1988), señala maleza como término genérico antrópico, que califica o agrupa aquellas plantas que, en un momento o lugar dado y en un número determinado, resultan molestas, perjudiciales o indeseables en los cultivos o en cualquier otra área o actividad realizada por el hombre.

2.1.2 Inventario de malezas y dinámica poblacional

Una base fundamental para un correcto manejo de malezas es conocer las especies presentes y su nivel de infestación. La identificación de malezas, sobre todo perennes y parásitos, debe ser precisa, ya que estas especies no suelen responder a las prácticas tradicionales de combate. La identificación de las especies anuales es primordial en áreas sometidas a aplicaciones de herbicidas y al conocer los componentes de la flora y su nivel de infestación, se estará en mejor posición para seleccionar el compuesto químico a utilizar. Los niveles exactos de infestación son esenciales en áreas donde se aplica el criterio de umbral económico (Koch 1989).

La identificación de las especies de malezas puede realizarse con la ayuda de los manuales existentes y publicados en muchos países y regiones del mundo. Los métodos para evaluar los niveles de infestación pueden ser visuales, estimando el nivel de cobertura de las malezas o a través de conteos (Labrada 1992). Estos métodos deben ser practicados cuidadosamente, pero no deben ser prolongados en el tiempo de su ejecución (Koch 1989).

2.1.3 Características bio-ecológicas de especies de malezas predominantes

Es vital conocer las características de las distintas fases de desarrollo de las especies de malezas más importantes. Estas fases incluyen: latencia, germinación,

desarrollo de la plántula, emergencia, crecimiento vegetativo, floración, fructificación, madurez y dispersión de semillas. La influencia favorable o desfavorable de los factores bióticos y abióticos sobre cada fase debe ser también estudiada. Toda esta información, obtenida por observación directa o a través de la literatura existente, contribuirá a un mejor diseño de las medidas de combate (Labrada, 1992).

2.1.4 Período crítico de la competencia de malezas y umbrales económicos

Como resultado de la competencia de la maleza el desarrollo y rendimiento de los cultivos se reduce. La intensidad de la competencia entre maleza y cultivo depende de factores como especies de maleza y cultivo presentes, densidad de población del cultivo y la maleza, época de emergencia de la maleza, sistema de siembra, condición de humedad, nivel de fertilidad del suelo, duración del período de competencia, entre otros (Radosevich, Holt y Ghersa, 1997).

En general, la competencia es más crítica durante la primera parte del desarrollo vegetativo del cultivo. Lo anterior ha dado como resultado la definición de este lapso como el período crítico de competencia (PCC), el tiempo máximo que el cultivo tolera la competencia de maleza sin reducciones significativas de su rendimiento y el tiempo mínimo de ausencia de maleza que requiere el cultivo para expresar su máximo rendimiento (Anderson, 1996).

En este aspecto, se considera que las reducciones significativas o umbral económico ocurren cuando las pérdidas de rendimiento igualan al costo de control de maleza. Con fines prácticos se ha considerado un 5% de reducción de rendimiento como el umbral económico en maíz y otros cultivos anuales (Ghosheh, Holshouser y Chandler, 1996).

Según Van Heemst (1985), señala que el sorgo, el periodo crítico de competencia (PCC) de malezas se ha señalado como el 20% inicial de su ciclo de desarrollo. Este período equivale a los primeros 20 a 30 días de desarrollo de la mayoría de los

híbridos de sorgo para grano.

De acuerdo a Tamayo (1991), en maíz la competencia de la maleza es también crítica en los primeros 20 a 30 días del desarrollo del cultivo. En la mayoría de las regiones productoras de maíz en México, la competencia de maleza durante los primeros 30 días del desarrollo del cultivo causa en promedio una reducción de 24% del rendimiento.

2.1.5 Interacción de las malezas con otras plagas

Para Settele y Braun (1986), han identificado las especies de malezas que sirven de hospederas alternativas de distintas especies de insectos es importante a fin de definir los efectos directos de estas plantas indeseables sobre las poblaciones de insectos. Las malezas también hospedan varios patógenos dañinos a las plantas cultivables. La conformación de una lista de las especies de malezas con el nombre de las especies de insectos, ácaros y patógenos que hospedan es algo deseable a disponer en cada región agrícola.

La interacción entre las malezas y las plagas asociadas debe ser objeto de correcta comprensión para el mejor desarrollo de las prácticas de MIP. A veces es aconsejable dejar una pequeña población de ciertas especies de malezas a fin de garantizar el desarrollo de depredadores importantes de insectos. Sin embargo, la práctica demuestra que por lo general el control de malezas suele reducir la incidencia de otras plagas y enfermedades (Settele y Braun 1986).

2.1.6 Métodos de control de malezas

De acuerdo a Labrada (1992), existen varios métodos para el control de las malezas o para reducir su infestación a un determinado nivel, entre estos:

1. Preventivos, que incluyen los procedimientos de cuarentena y para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular.
2. Físicos: arranque manual, escarda con azada, corte con machete u otra herramienta y labores de cultivo.
3. Culturales: rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos, acolchado y manejo de agua.
4. Químico a través del uso de herbicidas.
5. Biológico a través del uso de enemigos naturales específicos para el control de especies de malezas.
6. Otros métodos no convencionales, p.ej. la solarización del suelo.

Ninguno de estos métodos debe ser perdido de vista en un sistema agrícola de producción, ya que los mismos pueden resultar efectivos técnica y económicamente a los pequeños agricultores. Incluso el arranque manual, considerado correctamente como labor tediosa y penosa, es una práctica vital complementaria, aun cuando los herbicidas sean utilizados, ya que previene el aumento de poblaciones resistentes o tolerantes de las malezas. Esta práctica es también la más pertinente en áreas, donde el nivel de infestación de malezas es bajo y se necesita la prevención del aumento del banco de semillas de malezas en el suelo (Labrada, 1992).

2.1.7 Control químico de malezas

El control químico de malezas en los cultivos se efectúa por medio del uso de productos químicos comúnmente llamados herbicidas que inhiben el desarrollo o matan a las plantas indeseables. El uso de herbicidas debe efectuarse sólo cuando los otros métodos de control no son factibles de utilizarse o cuando su uso representa una ventaja económica para el productor. Por eso este tipo de control requiere de conocimientos técnicos para la elección y aplicación eficiente y oportuna de un herbicida. El control químico tiene ventajas importantes sobre los otros métodos de control de maleza: oportunidad en el control maleza, pues la elimina

antes de su emergencia o en sus primeras etapas de desarrollo; amplio espectro de control, es decir se pueden controlar varias especies con una sola aplicación de herbicida; control de maleza perenne con reproducción vegetativa por medio de estolones, bulbos o rizomas; control residual de la maleza, ya que existen herbicidas capaces de controlar varias generaciones de maleza durante el desarrollo del cultivo. El uso inapropiado de los herbicidas representa algunos riesgos a la agricultura. Sin embargo, todos estos daños son posibles de evitar con una buena selección y aplicación de estos productos y con el conocimiento de sus características específicas. Algunos de los posibles riesgos por el uso inadecuado de herbicidas son: daños al cultivo en explotación por dosis excesiva o a cultivos vecinos por volatilización o acarreo por viento del herbicida; daños a cultivos sembrados en rotación por residuos de herbicidas en el suelo; cambios en el tipo de maleza por usar continuamente un herbicida; aparición de biotipos de malas hierbas resistentes a herbicidas.

Los sistemas de labranza de conservación requieren un uso más frecuente de los herbicidas principalmente al iniciar este sistema de producción de cultivos. Por lo anterior, es indispensable contar con información básica para la selección del herbicida adecuado a las condiciones prevalecientes y el uso futuro del lote a tratar (Anderson, 1992).

2.1.8 Clasificación de herbicidas

Para Alstrom (1990), es necesario conocer las características básicas de los herbicidas para identificar sus alcances y limitaciones. Los herbicidas pueden ser clasificados de acuerdo a su selectividad, tipo y modo de acción época de aplicación y familia química.

De acuerdo Alstrom (1990), por su selectividad los herbicidas pueden ser clasificados como:

Selectivos: herbicidas que a ciertas dosis, formas y épocas de aplicación eliminan a algunas plantas sin dañar a otras.

No selectivos: aquellos herbicidas que ejercen su toxicidad sobre toda clase de vegetación y deben utilizarse en terrenos sin cultivo.

De acuerdo a Alstrom (1990), por su tipo de acción los herbicidas pueden ser:

De contacto: herbicidas que eliminan sólo los tejidos con los que entran en contacto y tienen un transporte limitado dentro de la planta.

Sistémicos: herbicidas que se aplican al suelo o al follaje y son absorbidos y transportados a toda la planta incluyendo sus raíces y otros órganos subterráneos.

La clasificación de los herbicidas en familias químicas se basa en características químicas afines en los diferentes compuestos usados como herbicidas. En la actualidad existen alrededor de 140 herbicidas como ingrediente activo y más de 300 como herbicidas comerciales disponibles en el mercado. La presentación comercial de un herbicida consiste del ingrediente activo en un porcentaje conocido en formulaciones sólidas o en gramos por litro en formulaciones líquidas, además de un material inerte o disolvente y en algunas ocasiones coadyuvantes. Es importante conocer el ingrediente activo de un herbicida, ya que puede presentarse en forma comercial con varios nombres, tal es el caso del 2,4 -D amina que se comercializa con nombres como Hierbamina, Weedar 64, DMA 6M, Formula 48 y otros (Alstrom, 1990).

Alstrom (1990), define el modo de acción de los herbicidas como la interacción bioquímica y fisiológica del herbicida con la planta. El conocimiento del modo de acción de un herbicida es importante en su selección y uso, ya que de éste dependen los síntomas mostrados y el tiempo necesario para el control de la maleza. Es necesario evitar el uso continuo de herbicidas con el mismo modo de

acción para evitar el desarrollo de resistencia de la maleza a los herbicidas

2.2 HERBICIDAS

Según Caseley (1997), los herbicidas son productos fitosanitarios utilizados para eliminar plantas indeseadas. Algunos actúan interfiriendo con el crecimiento de las malas hierbas y se basan frecuentemente en las hormonas de las plantas.

2.2.1 Método de uso de los herbicidas

Los herbicidas se pueden aplicar al follaje o al suelo. Los que se aplican al follaje y afectan solamente la parte tratada se describen como herbicidas de contacto, mientras que aquellos que se trasladan fuera del follaje tratado hacia un punto de acción en otro lugar de la planta se denominan herbicidas sistémicos. Los herbicidas de aplicación al suelo que generalmente afectan la germinación de las malezas, tienen que persistir por algún tiempo para ser efectivos y se denominan herbicidas residuales. Algunos herbicidas residuales tienen acción de contacto y afectan las raíces y los tallos en la medida en que emergen de la semilla, mientras que otros entran en la raíz y las partes subterráneas de la planta y se translocan a su punto de acción (Caseley, 1997).

2.2.2 Época de aplicación de los herbicidas

Según Caseley (1997), los herbicidas también pueden agruparse de acuerdo a su época de aplicación basada en el estado de desarrollo del cultivo y/o maleza. A continuación se discuten estos efectos de acuerdo al tipo de herbicidas, en relación a su época de aplicación.

Herbicidas de pre siembra foliares: en sistemas de labranza de conservación es común que la labranza primaria sea sustituida por la aplicación de herbicidas para el control de la maleza presente antes de la siembra de los cultivos. El glifosato, el

paraquat, y el 2,4-D son los herbicidas comúnmente aplicados en esta época. Los primeros dos herbicidas no son selectivos y no dejan residuos en el suelo, lo que hace posible su uso sin afectar a los cultivos sembrados posteriormente. El paraquat es un herbicida de contacto y glifosato es sistémico. El 2,4-D tiene acción sistémica sobre maleza de hoja ancha tanto anual como perenne y no tiene efecto sobre zacates. Un programa frecuentemente usado en sistemas de labranza de conservación es la aplicación de glifosato durante el invierno para el control de maleza anual y perenne y posteriormente la aplicación de paraquat mezclado con herbicidas pre-emergentes al momento de la siembra (Caseley, 1997).

Herbicidas de pre siembra al suelo: estos herbicidas son aplicados antes de la siembra del cultivo. Los más comunes son los herbicidas que requieren incorporación mecánica al suelo para situarse a cierta profundidad y evitar su degradación por la luz o su volatilización. Por lo general son herbicidas con poca solubilidad en agua, por lo que la lluvia o riegos no los lixivian o mueven en el suelo. Este tipo de herbicidas afecta a las semillas de maleza al germinar o emerger sin afectar al cultivo. La incorporación mecánica de los herbicidas se realiza por medio de un paso de rastra de discos o cultivadora rotativa y se logra una mejor distribución de los productos en suelo seco. Este tipo de herbicidas tiene un uso limitado en sistemas de labranza de conservación pues la incorporación mecánica afectaría la disposición de los residuos de cosecha sobre la superficie del suelo. Un buen ejemplo de este tipo de herbicidas es la trifluralina (Treflan o Tretox) de amplio uso en frijol y soya y el EPTC (Eptam) en maíz (Caseley, 1997).

Herbicidas pre-emergentes: son los herbicidas que se aplican después de la siembra, pero antes de que emerjan la maleza y el cultivo. Los herbicidas pre-emergentes requieren de un riego o precipitación para situarse en los primeros 5 cm de profundidad del suelo, de donde emerge la mayor parte de la semilla de maleza. Este tipo de herbicidas eliminan a las malas hierbas en germinación o recién emergidas, sin que ocurran daños por competencia al cultivo. Por lo general la semilla de los cultivos se sitúa por debajo de la zona de suelo con alta concentración

de herbicida y la selectividad al cultivo puede ser tanto física como fisiológica. Los herbicidas pre-emergentes presentan una gran interacción con algunas características del suelo como son: textura, pH y materia orgánica que pueden afectar la cantidad de herbicida disponible en el suelo para controlar la maleza. Por lo general la dosis de este tipo de herbicidas se ajusta según el tipo de suelo y materia orgánica, requiriendo una mayor dosis en suelos arcillosos y con alto contenido de materia orgánica (Anderson, 1996).

Herbicidas post-emergentes: Es común que después de las aplicaciones de herbicidas de pre-embra y pre-emergencia se presenten fallas en el control debido a la presión de altas poblaciones de maleza, factores climáticos que limitan su acción y por fallas en su aplicación. Debido a esto, es común que se requiera la aplicación de herbicidas post-emergentes para eliminar la maleza que haya escapado y evitar su competencia con los cultivos y producción de semilla. Es importante señalar que la aplicación de herbicidas post emergentes debe realizarse sobre maleza en sus primeros estados de desarrollo (5 cm de altura) cuando es más susceptible a los herbicidas y su competencia con el cultivo es mínima (Caseley, 1997).

Los herbicidas post emergentes pueden ser más económicos para el productor al utilizarse sólo donde se presenta la maleza. La actividad de los herbicidas post emergente depende de factores como su grupo químico, especies de maleza presente y condiciones de clima como velocidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa y presencia de lluvia. Estos factores determinarán un cubrimiento uniforme de la aspersion sobre la maleza y su posterior absorción. Obviamente el cubrimiento adecuado de la maleza es más crítico con el uso de herbicidas post emergentes de contacto que con los de acción sistémica. Las condiciones óptimas para lograr un buen control de maleza con los herbicidas post emergentes son: maleza en sus primeras etapas de desarrollo y en crecimiento activo, temperatura del aire de 25 a 30° C, humedad relativa mayor de 60%, buena humedad del suelo y ausencia de lluvias por 4 a 6 horas después de la aplicación (Caseley, 1997).

Por otra parte, la mayoría de los herbicidas post emergentes requieren del uso de coadyuvantes para maximizar sus efectos. Los coadyuvantes pueden estar incluidos en la formulación comercial del herbicida o bien se requiere agregarlos a la solución asperjada. La acción básica de los coadyuvantes es aumentar la superficie de contacto entre el herbicida y el follaje de la maleza al disminuir la tensión superficial de la solución herbicida, aumentar el tiempo que la solución permanece en fase líquida sobre las hojas y finalmente aumentar la penetración. El uso de los coadyuvantes adquiere mayor importancia cuando las condiciones ambientales promueven una rápida desecación de la solución herbicida o bien un aumento de las ceras cuticulares de las hojas. En todos los casos, el uso de los coadyuvantes en la solución herbicida agua deberá hacerse de acuerdo a las especificaciones de la etiqueta del herbicida utilizado (Caseley, 1997).

En sistemas de labranza de conservación, el uso de herbicidas POST es más común que los herbicidas PRE debido a la presencia de los residuos de cosecha sobre el suelo que afectan su acción. Sin embargo, la presencia de residuos en el suelo puede afectar también la acción de los herbicidas POST, principalmente los que tienen acción de contacto. Finalmente, ningún herbicida controla a todas las malas hierbas y es común que debido al espectro de acción de los herbicidas POST se requiera el uso de mezclas, o aplicaciones secuenciales de herbicidas de acuerdo a la maleza presente (Caseley, 1997).

2.3 LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes, que sirve de alimento a la población de muchos países. En América Central hay cerca de 350,000 hectáreas del cultivo con rendimientos de sólo 660 kg/ha, o sea con sólo un 30% del potencial productivo de las variedades disponibles (Anon, 1987).

Existen varios sistemas de cultivo del frijol. En algunas áreas, se cultiva intercalado principalmente con maíz o, en ciertas situaciones, con cultivos perennes, tales como la caña de azúcar, árboles frutales y café. En áreas de El Salvador, Guatemala y

Honduras, el frijol se cultiva después del maíz, lo que permite la utilización racional de las lluvias al final del año. En la zona occidental de Cuba, el frijol se siembra después de la cosecha del arroz, lo que facilita la reducción de las infestaciones de arroz. En Costa Rica, el 63% de las áreas de frijol se desarrolla bajo el sistema de acolchado, el que consiste en la siembra al voleo de las semillas de frijol en las áreas con malezas, las que son poco después cortadas. Este sistema es principalmente practicado en finca o predios pequeños, pero también en áreas de hasta 20 hectáreas (Alfaro 1984). En todas estas áreas, el frijol se cosecha al momento de la madurez completa o, a veces antes debido a la incidencia de la pudrición de las vainas provocada por fuertes ataques de enfermedades foliares y favorecidas por altas infestaciones de malezas en el campo (Anon, 1987).

2.3.1 Problemas de malezas en frijol

Según Nieto, Brondo, y González (1968), la flora de plantas indeseables predominante en frijol es muy parecida a la que existe en muchos cultivos anuales. Las especies principales de malezas de hoja ancha son: *Amaranthus* spp., *Baltimora recta* L., *Bidens pilosa* L., *Melampodium dívaricatum* DC., *Tridax procumbens* L., *Chamaesyce hirta* (L.) Milisp, *Euphorbia heterophylla* L., *Mimosa pudica* L., *Portulaca oleracea* L., *Parthenium hysterophorus* L., *Solanum nígrum* L. entre otras. Las gramíneas y ciperáceas incluyen *Cenchrus* spp., *Digitada* spp., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Echinochloa colona* (L.) Link, *Setaria* spp., *Ixophorus unisetus* (Presl) Schlecht, *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton, *Sorghum halepense* (L.) Pers, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Cyperus esculentum* L. y *C. rotundus* L.

Período crítico de la competencia de malezas. El frijol, como muchos otros cultivos anuales, es altamente susceptible a la competencia temprana de las malezas, pero su producción puede ser igualmente afectada por la emergencia tardía de malezas, favorecida por la pérdida del follaje de la planta cultivable durante el período de su reproducción. El período crítico de competencia se halla entre los 10 y 30 a 40 días después de la emergencia de la planta cultivable (Nieto *et al.* 1968). Durante este

período, las malezas pueden extraer 42, 6 y 36 kg de N, P y K/ha, respectivamente (Labrada y García 1978). Este período se reduce si la distancia de siembra se reduce igualmente.

2.3.2 Control de malezas en el cultivo de frijol

Es difícil establecer un patrón general de manejo de malezas en las áreas de frijol debido a la diversidad de sistemas de cultivo. Sin embargo, algunos principios generales pueden ser aplicados. Un aspecto, a ser considerado en cualquier programa de manejo de malezas en frijol, es el uso de cultivares competitivos, o sea de aquellos capaces de crecer rápidamente durante estadios tempranos y de producir abundante follaje. Si el cultivar carece de esta característica, lo más aconsejable, siempre que sea posible, será reducir la distancia tanto de las plantas en la hilera como la distancia entre las hileras, para así aumentar su competencia con las malezas (Zaffaroni, Burity, Locatelli y Shenk, 1999).

La preparación del terreno. La cero-labranza es de valor para prevenir la erosión del suelo y debe ser practicada siempre que el frijol se cultive en suelos, donde la labranza y la aplicación de herbicidas pre-emergentes no son opciones prácticas. En esta situación, la opción es aplicar herbicidas foliares no residuales en el suelo, tales como glifosato, aplicado sobre las malezas antes de la siembra o en post-emergencia de forma dirigida sobre las malezas en los espacios entre las hileras del cultivo. Rendimientos aceptables del frijol se han obtenido con estos métodos en sistemas de cero-labranza. Cuando las malezas perennes predominan, la combinación de la labranza profunda y pase de rastra debe ser utilizado (Zaffaroni, Burity, Locatelli y Shenk, 1999).

Cultivos intercalados. El frijol es usualmente intercalado con maíz, cuyo método tiende a reducir la densidad de las malezas. Sin embargo, el control de malezas se debe desarrollar en estadios tempranos del cultivo, ya que el frijol sufre bastante la incidencia temprana de las malezas (Zaffaroni *et al.*, 1999).

Las labores de cultivo entre hileras son útiles para el control de malezas durante el primer mes después de la emergencia de la planta cultivable y puede ser combinada con la aplicación de un herbicida selectivo a lo largo de las hileras de ésta (Zaffaroni *et al.*, 1999).

El control químico. Algunos herbicidas pueden ser utilizados selectivamente en frijol (Cuadro 1). La factibilidad de su uso dependerá de la economía del agricultor. Las aplicaciones pre- o post-emergentes a lo largo de las hileras del cultivo, o sea una franja de aspersion de 20 cm de ancho, combinado con labores de cultivo entre hileras es muchas veces económicamente viable para el pequeño agricultor. Los tratamientos de pre-siembra son menos apropiados para los pequeños agricultores debido a la necesidad de incorporación mecánica al suelo inmediatamente a la aplicación herbicida (Zaffaroni *et al.*, 1999).

Cuadro 1. Herbicidas selectivos en frijol.

Herbicida	Dosis kg i.a./ha	Tratamiento	Observaciones
Trifluralin	1.0-1.5	Pre siembra o incorporados	malezas anuales y <i>S. halepense</i> a altas dosis
Pendimetalin	1.0-1.32	Pre emergente	gramíneas anuales
S-Metolachlor	2.0-2.5	Pre emergente	ídem, inefectivo contra <i>R. cochinchinensis</i>
Vernolate	2.9-3.6	Pre siembra o incorporados	malezas anuales y ciperáceas
EPTC	3.6-4.8	Pre siembra o incorporados	ídem, también efectivo contra <i>S. halepense</i>
Linuron	0.5-1.0	Pre emergente	malezas de hoja ancha
Metobromuron	0.75-1.0	Pre emergente	malezas de hoja ancha
Fomesafen	0.25-0.38	Post emergente	malezas de hoja ancha
Diclofop-metil	1.1-1.44	Post emergente	gramíneas anuales
Fluazifop-butil	0.25-0.38	Post emergente	gramíneas anuales
Fenoxaprop-etil	0.12-0.18	Post emergente	gramíneas anuales
Quizalofop-etil	0.10-0.15	Post emergente	gramíneas anuales
Haloxyfop-metil	0.25-0.38	Post emergente	gramíneas anuales
Sethoxydim	0.27-0.36	Post emergente	gramíneas anuales

(Zaffaroni *et al.*, 1999).

Las gramíneas anuales son bien eliminadas con el uso de los herbicidas del grupo de las dinitroanilinas, tales como trifluralin y pendimetalin, ambos eficaces contra yerba conocida como caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*). Trifluralin también usado en dosis de hasta 1.44 kg i.a./ha, reduce el crecimiento de *Sorghum*

halepense proveniente de rizomas. Además, pendimetalin puede ser selectivamente usado en frijol intercalado con maíz, mientras que trifluralin puede tener similar uso en el frijol intercalado con una plantación de fomento de caña de azúcar. S-Metolachlor se puede aplicar con éxito en el frijol intercalado con maíz, pero aunque efectivo sobre gramíneas anuales, es inefectivo contra la caminadora (Labrada, 1992).

Vernolate y EPTC son aplicables para la eliminación de *Cyperus rotundus* (Labrada *et al.* 1985; WSSA 1989), mientras que el último indicado también ofrece un control temporal de *S. halepense* proveniente de rizomas (Campeggia 1988).

Los herbicidas descritos anteriormente tienden a ser menos efectivos contra malezas anuales de hoja ancha, por lo que su aplicación exige la adición de otro herbicida realmente efectivo contra las especies dicotiledóneas. Comúnmente, la dosis de cada componente herbicida en la mezcla puede ser reducida sustancialmente, algunas veces hasta un 30% de la dosis normal de uso (Zaffaroni *et al.*, 1999).

Los herbicidas más efectivos para el control de especies dicotiledóneas son metobromuron, linuron y fomesafen, todos ellos con buen efecto sobre *Parthenium hysterophorus*, especie altamente tolerante a las dinitroanilinas y acetanilidas. Linuron no es selectivo en todos los cultivares de frijol, por lo que sólo debe ser aplicado en frijol cultivado en suelos de textura pesada o media, y pruebas previas sobre los cultivares locales deben ser realizadas antes de proceder a su uso comercial. Fomesafen es efectivo cuando se aplica en el estadio de 2 a 3 hojas de las malezas (Labrada 1992).

Bentazon se utiliza como tratamiento de post-emergencia temprana para la eliminación de malezas de hoja ancha y algunas ciperáceas selectivamente en frijol, pero aplicaciones tardías resultan inefectivas. En frijol cultivado en vertientes, donde el desyerbe mecánico o manual es difícil, la aplicación foliar de herbicidas con efecto gramínicida, tales como fenoxaprop-etil, haloxyfop-metil, fluazifop-butil, quizalofop-

etil, sethoxydim y diclofop-metil puede ser utilizada con éxito durante el ciclo de la planta (Labrada 1992).

2.4 HERBICIDAS A EVALUAR EN EL CULTIVO DE FRIJOL

2.4.1 Dual Gold 96 EC (S-Metolacoloro)

En el cuadro 2, se presenta las principales características de Dual Gold 96 EC (S-Metolacoloro) (Syngenta, 2003).

Cuadro 2. Características del herbicida Dual Gold 960 EC (S-Metolacoloro).

Nombre comercial	Dual Gold 96 EC
Nombre común	S-Metolacoloro
Nombre químico	(S)-2-cloro-N-(2-etil-6-metilfenil)-N-(2-metoxi-1-metiletil)-acetamida y enantiómeros R.
Grupo químico	Acetanilidas
Fórmula química	$C_{15}H_{22}ClNO_2$
Formulación	Emulsión concentrada que contiene 960 g de i.a. por cada 1,000 cc de producto
Registrado por:	Syngenta S.A.

(Syngenta, 2003)

De acuerdo a Syngenta (2003), S-Metolacoloro, es un herbicida de presembrado y selectivo, para el control de malezas de hoja angosta (gramíneas) y algunas de hoja ancha anuales en cultivos de remolacha, maíz, frijol, papa y tabaco y en hortalizas como ajo, cebolla, pimentón, tomate y crucíferas. La formulación del herbicida contiene una alta proporción del isómero más activo de S-Metolacoloro, lo cual permite un control efectivo de las malezas para las cuales se recomienda, utilizando una menor cantidad de ingrediente activo por unidad de superficie.

S-Metolacoloro, es absorbido por las estructuras de la semilla en germinación (coleoptilo) y por las raíces de las malezas, controlándolas antes, durante o inmediatamente después de su emergencia. Actúa sobre las malezas inhibiendo la síntesis de proteínas. También previene la formación de ácidos grasos de cadena larga, a través de la inhibición de enzimas elongasas. Debido a esto, las plantas no son capaces de sintetizar ceras ni lípidos necesarios para la formación de

membranas, por lo tanto se interrumpe la división y elongación celular, deteniéndose el crecimiento.

Es muy importante aplicar el producto antes de la emergencia de las malezas y permanece activo por 10 a 12 semanas y se descompone sin dejar residuos que puedan afectar otros cultivos en el mismo terreno (Syngenta S. A., 2003).

(Syngenta S. A. (2003), recomienda para el control de malezas en frijol la aplicación de 2.0 a 3.0 l/ha de S-Metolacoloro en 200 a 400 l de agua/ha de la forma siguiente: aplicar una vez en presiembra, sobre suelo bien preparado, libre de terrones y con buena humedad. Incorporar con rastra o con un riego en cobertura total.

2.4.2 Alanex 480 EC (Alacloro)

En el cuadro 3, se presenta las principales características de alacloro (Proficol, 2010).

Cuadro 3. Características del herbicida Alanex 480 EC (Alacloro).

Nombre comercial	Alanex
Nombre común	Alacloro
Nombre químico	2-Cloro-2',6'-dietil- <i>N</i> -metoximetilacetanilida
Grupo químico	Cloroacetamidas
Fórmula química	$C_{14}H_{20}ClNO_2$
Formulación	Emulsión concentrada que contiene 480 g de i.a. por cada 1,000 cc del producto
Registrado por:	Proficol

Fuente: Proficol.

De acuerdo a Proficol (2010), alacloro es un herbicida pre-emergente selectivo, que inhibe la división celular y el crecimiento de las malezas. Actúa sobre malezas en germinación. No tiene acción foliar. Los cultivos emergen libres de competencia y se pueden desarrollar rápidamente.

Además inhibe la síntesis de proteínas, lípidos, ácidos grasos, pigmentos y algunas sustancias promotoras del crecimiento de las malezas. Con estas múltiples acciones impide la elongación de raíces. Es absorbido en las gramíneas por el coleóptilo y en las hojas anchas tanto por el hipocótilo como por el epicotilo, las plantas afectadas no pueden emerger y mueren rápidamente (Proficol, 2010).

Alacloro es compatible con la mayoría de herbicidas e insecticidas comúnmente aplicados en el cultivo de frijol. Sin embargo, se recomienda bajo responsabilidad del usuario, que en casos de mezclas de tanque con otros plaguicidas, se realice previamente una prueba de compatibilidad, observando las plantas tratadas en los tres días siguientes a la aplicación para determinar los aspectos físicos y las reacciones a efectos fitotóxicos (Proficol, 2010).

Proficol (2010), recomienda para el control de malezas en el cultivo de frijol la aplicación de 4.0 a 5.0 l/ha de Alacloro, en 150 a 200 l de agua/ha (80 a 100 ml de Alacloro en una mochila de 15 litros de agua para cubrir 200 m² de suelo) de la forma siguiente: aplicar una vez en pre siembra, sobre suelo bien preparado, libre de terrones y con buena humedad.

2.4.3 Prowl 400 EC (Pendimentalina)

De acuerdo a BASF (2007), pendimentalina es un herbicida no sistémico pre-emergente que controla eficazmente la mayoría de las gramíneas anuales y las principales malezas de hoja ancha en hortalizas y frutales. Actúa inhibiendo la división celular en los puntos de crecimiento de las raíces (meristemas), en el suelo es fuertemente retenido por los coloides del suelo en los primeros centímetros, con una mínima probabilidad de lixiviación o escurrimiento. Por su modo de acción no controla malezas ya establecidas ni ciperáceas.

En el cuadro 4, se presenta las principales características de pendimentalina (BASF, 2007).

BASF (2007), recomienda para el control de malezas en el cultivo de frijol la aplicación de 5.0 a 6.0 l/ha de pendimentalina, en 150 a 200 l de agua/ha (100 a 120 ml en una mochila de 15 litros para cubrir 200 m² de suelo) de la forma siguiente: aplicar una vez en presiembra, sobre suelo bien preparado, libre de terrones y con buena humedad.

Cuadro 4. Características del herbicida Prowl 400 EC (Pendimentalina).

Nombre comercial	Prowl [®] 400 EC
Nombre común	Pendimentalina
Nombre químico	N- (1 - etilpropil)- 2,6-dinitro-3,4-xilidina.
Grupo químico	Dinitroacetamina
Fórmula química	C ₁₃ H ₁₉ N ₃ O ₄
Formulación	Emulsión concentrada que contiene 40 g por cada 100 cc
Registrado por:	BASF

(BASF, 2007).

2.5 ESTUDIOS DE MALEZAS EN FRIJOL

De acuerdo a Esquivel, Cano y López (1997), realizaron el estudio de control químico de malezas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el estado de Veracruz, México. En los ciclos agrícolas 1990-91 y 1991-92, se condujeron dos experimentos de evaluación de herbicidas con el objeto de determinar los mejores tratamientos pre emergentes y/o pos emergentes en el control de las especies de malezas dominantes en el cultivo de frijol de humedad residual. Los experimentos se establecieron en la región central del estado de Veracruz y tuvieron un diseño experimental de bloques al azar, con 12 tratamientos y cuatro repeticiones. La flor amarilla (*Melampodium divaricatum*) y el coquillo (*Cyperus rotundus*) se presentaron como especies dominantes en las dos localidades, mientras que la leche de sapo (*Euphorbia heterophylla*) y el zacate Johnson (*Sorghum halepense*) fueron dominantes en una localidad cada uno. En preemergencia, los mejores controles de *M. divaricatum* se obtuvieron con alacloro (2 kg i.a./ha) y linurón (2 kg/ha), siendo también este último tratamiento eficiente para controlar *E. heterophylla*. En postemergencia, Fomesafén (0,25 kg/ha) tuvo un eficiente control de estas dos especies. Ninguno de los tratamientos controló a *C. rotundus*, y *S. halepense* sólo

fue controlado con el único tratamiento que incluyó al herbicida Fluazifop-butil. Linurón y alacloro ocasionaron toxicidad al frijol cuando la humedad residual del terreno fue alta, sin embargo, al contrario de estos dos herbicidas, Fomesafén causó mayor toxicidad cuando la humedad residual fue baja.

Amador, Ramírez, Acosta, Escobedo y Gutiérrez (2004), condujeron un estudio de campo durante 1993 y 1994 en Calera V. R., Zacatecas, México, para determinar la eficacia de los herbicidas Fomesafen, Prometryn y DCPA en aplicación pre emergente combinados con una o dos limpieas en frijol de la variedad Flor de Mayo sembrado bajo condiciones de temporal. En 1994, parcelas con dos limpieas tuvieron una menor población de malezas y un control de malezas del 92% a los 90 DDS en comparación a parcelas con una limpia. En 1993, la densidad de malezas y rendimientos de grano de frijol no fueron diferentes entre tratamientos con una limpia produjo un rendimiento similar al rendimiento obtenido con dos limpieas. En 1994, dos limpieas produjeron los mayores rendimientos de grano. En 1994, parcelas tratadas con Fomesafen mostraron la menor población y altura de malezas y resultó en un mayor control visual de la maleza a los 21 y 90 DDS, mientras que en 1993 hubo una tendencia para este tratamiento a tener la misma respuesta. En ambos años, los rendimientos de grano obtenidos con los tratamientos de herbicidas fueron estadísticamente similares a los rendimientos obtenidos por el tratamiento testigo sin herbicidas pero con limpieas. Sin embargo, en parcelas tratadas con Fomesafen tendieron a mostrar el mayor rendimiento de grano en ambos años. En ambos años, hubo una tendencia en las parcelas del testigo sin herbicidas a tener el mayor número de malezas por metro cuadrado, así como el menor porcentaje de control de malezas.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de frijol es uno de los cultivos más importantes en la dieta de los guatemaltecos. En el municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa es el principal cultivo de los agricultores y es cultivado bajo condiciones de temporal. La maleza reduce la producción de frijol al competir por humedad, luz y nutrientes. La competencia por recursos de estas hierbas durante el desarrollo vegetativo del frijol puede resultar en una reducción del rendimiento hasta del 50%.

Los agricultores de la región generalmente realizan una o más limpiezas manuales, con azadón. Esta práctica requiere excesiva mano de obra y es de reducida eficiencia debido a que las malezas que se desarrollan en la hilera del surco son difíciles de combatir, ocasionando una disminución en el rendimiento, además de afectar la calidad de grano. La maleza que emerge después de la siembra de frijol es usualmente controlada con la primera limpia, cuando las condiciones de humedad del suelo lo permiten. Un retraso en la primera limpia reduce el rendimiento, debido a que la primera generación de malas hierbas compite con el cultivo durante este periodo crítico de interferencia. La razón más común para retardar la primera limpia en siembras de temporal es la ocurrencia de lluvias continuas durante varios días.

3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Información proveniente de experimentos de competencia entre el frijol y las malezas, indica que este cultivo requiere de un período inicial libre de malezas de al menos 30 días, y que en algunos casos, los daños por competencia pueden comenzar desde los primeros 20 días (Barreto, 1970). Lo anterior indica que el bajo rendimiento de frijol (menos de 2.5 Tm/ha para las variedades ICTA Ligerito, ICTA Ostúa e ICTA Santa Gertrudis) que se obtiene en el municipio de Santa Catarina, es

en buena parte determinado por la competencia que sufre este cultivo debido a la eliminación tardía e ineficiente de la maleza.

Una alternativa al control manual o mecánico de la maleza en el área de estudio, es la aplicación de productos químicos. En frijol existen varios herbicidas selectivos que pueden ser utilizados en preemergencia o postemergencia. En comparación con el uso exclusivo de limpias, se logra un mejor control de la maleza. El uso de herbicida incrementa el rendimiento porque elimina la eventual competencia de la maleza con el cultivo.

En Santa Catarina Mita, Jutiapa no se cuenta con información que contenga resultados sobre la efectividad de los herbicidas y los resultados de investigaciones provenientes de otras regiones productoras de frijol es limitada y la reducida disponibilidad de herbicidas en el área de estudio, el objetivo de esta investigación será de determinar el o los herbicidas eficaces para controlar malezas en frijol y como resultado se obtengan mayores rendimientos de forma más económica.

IV. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres herbicidas pre emergente y su efecto en el control de malezas en tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano negro, en Santa Catarina Mita, Jutiapa.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el grado de control de malezas con herbicidas químicos en las variedades de frijol de grano negro.
- Determinar la eficacia de control de malezas de cada herbicida evaluado en cada variedad de frijol de grano negro.
- Determinar la sensibilidad de cada una de las variedades de frijol a la aplicación de los herbicidas y sus dosis respectivas evaluadas.
- Cuantificar el rendimiento de grano para cada variedad de frijol.
- Realizar un análisis económico para los tratamientos evaluados para poder recomendar basado en criterios técnicos económicos.

V. HIPOTESIS

Al menos uno de los herbicidas pre emergente evaluados es efectivo en el control de malezas en las variedades de frijol de grano negro.

Al menos un herbicida evaluado es eficaz en el control de malezas para cada variedad de frijol.

Al menos uno de los herbicidas evaluados provoca toxicidad en las variedades de frijol.

Al menos uno de los tratamientos evaluados presenta un mayor rendimiento de grano de frijol.

Por lo menos un tratamiento evaluado es más económico.

VI. METODOLOGIA

6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

El experimento se estableció en el municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa, localizado a 147 km de la ciudad capital y se ubica en las coordenadas $14^{\circ} 27' 02''$, latitud norte y $89^{\circ} 44' 39''$ del meridiano de Greenwich (Figura 1).



Figura 1. Localización del área de trabajo

Holdridge (1985), la zona de vida del área es Bosque Seco Subtropical bs-S, que se caracteriza por días soleados durante el verano, la precipitación oscila en el rango de 1200 mm a 1,500 mm y con un promedio de 1250 mm. La biotemperatura media anual para la zona oscila entre los 19°C a 24°C .

Simmons, Tárano y Pinto (1959), señalan que los suelos están clasificados como serie Subinal, que se caracterizan por ser suelos de textura muy pesada, casi

impermeables al agua y al aire. El material madre es ceniza volcánica, con terrenos de relieve plano, drenaje interno malo.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material vegetal utilizado fueron: plantas de frijol negro de las variedades ICTA Ligerito, que es una variedad precoz que se adapta entre los 0 a 1200 msnm, con días a floración entre los 29 a 30 días después de la siembra (dds), con un ciclo de cosecha de 71 días, con hábito de crecimiento arbustivo determinado, y con una altura de planta de 0.6 m; ICTA Santa Gertrudis, que es una variedad que se adapta entre los 50 a 1200 msnm, con días a floración entre los 35 a 37 dds, con un ciclo de cosecha de entre 78 a 85 días, con hábito de crecimiento arbustivo indeterminado, y con una altura de planta de 0.6 a 0.7 m; e, ICTA Ostúa que se adapta entre los 50 a 1200 msnm, con 34 a 35 días a floración, con un ciclo de cosecha de entre 75 a 85 dds, con hábito de crecimiento arbustivo indeterminado y una altura de planta de 0.65 m (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, 2001).

Los herbicidas evaluados fueron:

S-Metolacoloro 960 EC en dosis de 2.083 l/ha (2.0 kg de i.a./ha) de producto comercial: es un herbicida de pre-siembra, para el control de malezas de hoja angosta y algunas de hoja ancha anuales, en el cultivo de frijol. Es absorbido por las estructuras de la semilla en germinación (coleoptilo) y por las raíces. Actúa sobre las malezas inhibiendo la síntesis de proteínas. También previene la formación de ácidos grasos de cadena larga, a través de la inhibición de enzimas elongasas. Debido a esto, las plantas no son capaces de sintetizar ceras ni lípidos necesarios para la formación de membranas, por lo tanto se interrumpe la división y elongación celular, deteniéndose el crecimiento. Se recomienda aplicar para el cultivo de frijol 3 l/ha (Syngenta S. A., 2003).

Alacloro 480 EC en dosis 3.125 l/ha (1.5 kg de i.a./ha) de producto comercial: herbicida pre-emergente selectivo, que inhibe la división celular y el crecimiento de

las malezas. Actúa sobre malezas en germinación. No tiene acción foliar. Alaclor inhibe la síntesis de proteínas, lípidos, ácidos grasos, pigmentos y algunas sustancias promotoras del crecimiento de las malezas. Con estas múltiples acciones impide la elongación de raíces. Es absorbido en las gramíneas por el coleóptilo y en las hojas anchas tanto por el hipocótilo como por el epicotilo, las plantas afectadas no pueden emerger y mueren rápidamente (Proficol, 2010).

Pendimentalina 400 EC en dosis de 2.5 l/ha (1.0 kg/ha de i.a./ha) de producto comercial: es un herbicida sistémico, de amplio espectro de acción, en especial contra malezas gramíneas y algunas especies de hoja ancha. Pendimentalina 400 EC inhibe la división celular durante la mitosis tanto en los meristemas apicales como radiculares. Esta inhibición es consecuencia de que interrumpe la polimerización proteínica que da lugar a la formación de los micros túbulos que posibilitan la división celular. La absorción por los brotes es el factor más importante en el control de especies de hoja ancha. Las plantas afectadas mueren rápidamente después de la germinación o a continuación de la emergencia (BASF, 2007).

6.3 FACTORES ESTUDIADOS

Factor A: Variedades (parcela grande)
Variedad 1: ICTA Ligero
Variedad 2: ICTA Ostúa
Variedad 3: ICTA Santa Gertrudis

Factor B: Herbicidas (parcela pequeña)
Herbicida 1: S-Metolaclo 960 EC
Herbicida 2: Alaclor 480 EC
Herbicida 3: Pendimentalina 400 EC
Sin herbicida (control de manual de herbicidas)

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cada tratamiento estuvo constituido por la combinación de una variedad con un herbicida. En el Cuadro 5, se muestra la descripción de los tratamientos.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos de la combinación de herbicidas y variedades.

Código	Parcela Grande Variedad de Fríjol Factor A	Parcela Pequeña Herbicida Factor B	Dosis kg ia/ha
V1h1	ICTA ligero	S-Metolacoloro 960 EC	2.0
V1h2		Alacloro 480 EC	1.5
V1h3		Pendimentalin 400 EC	1.0
V1h4		Control manual de malezas	0.0
V2h1	ICTA Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	2.0
V2h2		Alacloro 480 EC	1.5
V2h3		Pendimentalin 400 EC	1.0
V2h4		Control manual de malezas	0.0
V3h1	Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	2.0
V3h2		Alacloro 480 EC	1.5
V3h3		Pendimentalin 400 EC	1.0
V3h4		Control manual de malezas	0.0

(Autor, 2014).

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El arreglo experimental utilizado fue el arreglo factorial de parcelas divididas, donde la parcela grande estuvo constituida por las variedades y la parcela pequeña los herbicidas, la distribución de tratamientos fue en bloques completos al azar con doce tratamientos y tres repeticiones.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \rho_k + \gamma_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

En donde:

- y_{ijk} = Variable de respuesta del i-ésimo bloque, j-ésimo variedad de frijol y k-ésima de herbicidas
- μ = Efecto de la media general de la variable a evaluar.
- α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor variedades de frijol.
- ρ_k = Efecto del k-ésimo bloque.
- γ_{ik} = Error aleatorio de la parcela completa
- β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor de herbicidas
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de interacción (tratamientos) entre ambos factores

- ϵ_{ijk} = (variedades de frijol * herbicidas).
i = Error aleatorio de la subparcela
 = 1, 2 y 3 variedades de frijol (ICTA Ligero, ICTA Ostúa y Santa Gertrudis).
j = 1, 2, 3 y 4 herbicidas (S-Metolacloro, Alacloro, Pendimentalina y sin herbicida).
k = 1, 2 y 3 repeticiones.

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental constó de una parcela grande y cada una de estas estuvo constituida de cuatro parcelas pequeñas. La parcela grande estuvo constituida por 16 surcos de 5 m de largo y de 0.5 m entre surcos y de 0.2 entre plantas. El área de la parcela grande fue de 40.0 m² (Figura 2).

El área bruta de la parcela pequeña estuvo constituida por cuatro surcos de 5 m de largo y de 0.5 m entre surcos. El área fue de 10 m² (5 m de largo * 2 m de ancho) y una población de 100 plantas de frijol (distancia entre planta de 0.20 m).

El área neta de la parcela pequeña, estuvo constituida por los dos surcos centrales del área bruta. Tuvo un área de 3 m² (3 m de largo * 1 m de ancho) y una población de 30 plantas de frijol (Figura 2).

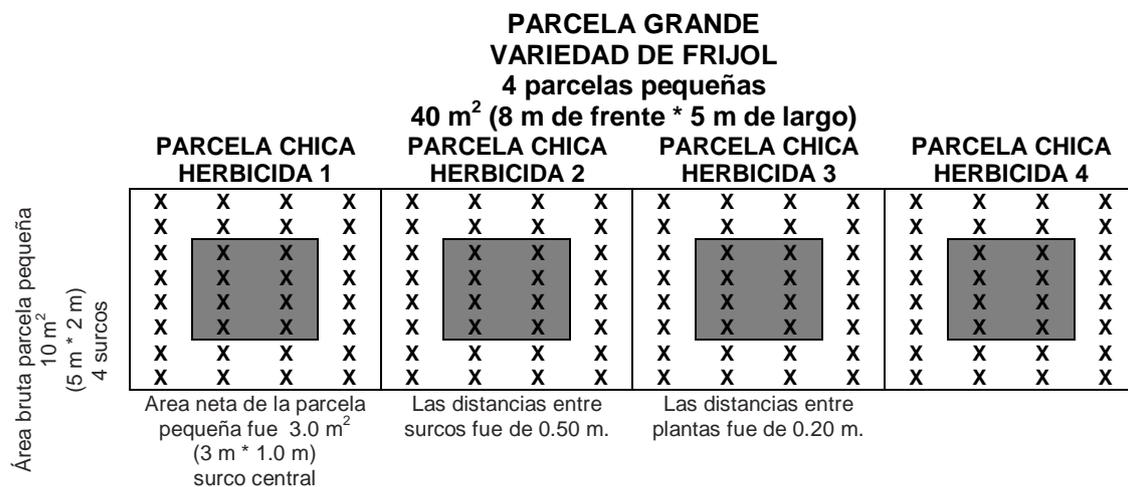


Figura 2. Diseño de la unidad experimental en la evaluación de herbicida combinado con una variedad de frijol.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

En la figura 3 se muestra la distribución de las parcelas experimentales en el campo.

Repetición 1												
24 m de ancho 120 m ²												
Parcela grande ICTA Ligeró 8 m de ancho				Parcela grande ICTA Ostúa				Parcela grande Santa Gertrudis				
5 m de largo	S-Metolaclo-ro 960 EC	Alaclor 480 EC	Pendimentalina 400 EC	Control manual de malezas	Alaclor 480 EC	Pendimentalina 400 EC	Control manual de malezas	S-Metolaclo-ro 960 EC	Pendimentalina 400 EC	Control manual de malezas	S-Metolaclo-ro 960 EC	Alaclor 480 EC
	P. G. = Parcela Grande											
	Área de parcela chica o pequeña = 5 m de largo * 2 m de ancho 10 m ²											
	Área de parcela grande = 5 m de largo * 8 m de ancho = 40 m ²											
Área del bloque = 5 m de largo * 24 m de ancho = 120 m ²												
Área total del área experimental = 17 m de largo por 24 m de ancho = 408 m ²												

Repetición 2											
Parcela grande ICTA Ostúa				Parcela grande Santa Gertrudis				Parcela grande ICTA Ligeró			
Pendimentalina 400 EC	Control manual de malezas	S-Metolaclo-ro 960 EC	Alaclor 480 EC	Control manual de malezas	S-Metolaclo-ro 960 EC	Alaclor 480 EC	Pendimentalina 400 EC	Alaclor 480 EC	Pendimentalina 400 EC	Control manual de malezas	S-Metolaclo-ro 960 EC

Repetición 3											
Parcela grande Santa Gertrudis				Parcela grande ICTA Ligeró				Parcela grande ICTA Ostúa			
S-Metolaclo-ro 960 EC	Alaclor 480 EC	Pendimentalina 400 EC	Control manual de malezas	Pendimentalina 400 EC	Control manual de malezas	S-Metolaclo-ro 960 EC	Alaclor 480 EC	Control manual de malezas	S-Metolaclo-ro 960 EC	Alaclor 480 EC	Pendimentalina 400 EC

Figura 3. Croquis de campo.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

1. Preparación del terreno: se hizo un paso de arado y dos pasos de rastra.
2. Siembra: se utilizó una distancia de 0.50 m entre surcos y 0.20 m entre planta, con tres semillas por postura. Con una población de 300.000 plantas/ha y para esto se requirió de 40 kg/ha de semilla.
3. Fertilización: La fertilización se efectuó al momento de la siembra y se colocó en el fondo del surco. Las dosis de aplicación fueron de 161 kg/ha de 10-30-10 y 207 kg/ha de 12-24-12.

Se hizo además, dos aplicaciones de abono foliar a los treinta y cuarenta y cinco días después de la siembra.

4. Manejo de malezas: se realizó de acuerdo a lo establecido en los tratamientos.
5. Manejo de plagas: para el manejo de plagas se realizaron monitoreos semanales; con el monitoreo se buscó detectar la presencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Áfidos, diabrotica y larvas de lepidópteros. Para el manejo de insectos se aplicó los siguientes productos: match, dipel, thiodan y malathion. para el manejo de enfermedades se aplicó maneb, zineb, clorotalonil, benomyl y mancozeb.
6. Cosecha: esta actividad se realizó cuando las hojas y vainas cambiaron de color y al apretarlas se abrieron fácilmente, esto indicó que las plantas y vainas estaban secas.

Se arrancaron y amontonaron las plantas con la raíz hacia arriba para lograr un secamiento rápido y poder aporrearlas. El aporreo se realizó en tendido y cuando

la vaina tuvo el secado óptimo para que se abriera fácilmente y no golpear las vainas varias veces y provocar daños físicos a los granos.

Una vez aporreado y soplado el frijol se transportó a un sitio adecuado (en donde se expuso al sol el grano de frijol para bajar la humedad a 13%, para esto se utilizó carpas de plástico negro. Al almacenar el grano con humedad mayor de 13 % se provoca un recalentamiento del grano que provoca pérdidas de germinación de la semilla, el grano se arruga, se infecta por hongos y se desarrollan plagas de almacenamiento perdiendo así la calidad del grano.

6.10 VARIABLES RESPUESTA

1. Evaluación de los herbicidas en el campo

Para la evaluación de los herbicidas en el campo, y particularmente para la evaluación de la efectividad biológica, se emplearon métodos cuantitativos.

3.1 Control de malezas (Escala de 0 a 100): se evaluó visualmente las plantas tratadas comparándolas con las no tratadas para cada tratamiento. Esta variable se evaluó usando la escala sugerida por la Asociación Latinoamericana de Malezas -ALAM- (cuadro 6).

La evaluación de control de cada especie de maleza dominante se efectuó en forma visual, utilizando la escala de 0 a 100%, en donde cero significa que el herbicida no tuvo ningún efecto en la especie evaluada, y 100, que esa especie fue completamente eliminada. Las evaluaciones se realizaron a los 15, 25 y 35 días después de la aplicación (dda) de los herbicidas (Cuadro 6).

Los datos porcentuales obtenidos se sometieron al análisis estadístico, previo a que se realizará una transformación angular (arco seno de x) con lo que la varianza se pudo estabilizar.

Cuadro 6. Escala ALAM para la evaluación de daño al cultivo por efecto del herbicida.

Puntaje	Descripción de las categorías principales	Descripción detallada
0	Sin efecto alguno	Sin control
10	Efectos ligeros	Control muy pobre
20		Control pobre
30		Control pobre a deficiente
40		Control deficiente
50	Efectos moderados	Control deficiente a moderado
60		Control moderado
70		Control por debajo de satisfactorio
80	Efectos severos	Control satisfactorio a bueno
90		Control muy bueno a excelente
100	Efecto Completo	Control total

3.2 Grado de toxicidad de los herbicidas sobre las variedades de frijol: Los efectos tóxicos en el frijol fueron evaluados visualmente en las mismas fechas en que el control de malezas fue evaluado. Los daños también serán cuantificados mediante el uso de la escala 0-100% (Cuadro 6).

Los datos porcentuales obtenidos se sometieron al análisis estadístico, previo a que se realizará una transformación angular (arco seno o raíz cuadrado de x) con lo que la varianza se pudo estabilizar.

1.3 Determinación de los porcentajes de cobertura total y por especie de malezas: Para determinar la cobertura por especie de maleza en el testigo se empleará la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l}
 \text{Cobertura} \\
 \text{por especie} \\
 \text{de maleza} \\
 \text{en el testigo}
 \end{array}
 = \frac{\begin{array}{l} \text{Estimación} \\ \text{de la} \\ \text{cobertura del} \\ \text{total de} \\ \text{malezas} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Estimación de la} \\ \text{cobertura de} \\ \text{cada especie} \end{array}}{\begin{array}{l} \text{Estimación de la cobertura del total} \\ \text{de malezas} \end{array}} \times 100$$

En el caso de la cobertura de malezas por especie en las parcelas de los tratamientos se empleará la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l}
 \text{Cobertura de} \\
 \text{malezas por} \\
 \text{especie en} \\
 \text{las parcelas} \\
 \text{en el} \\
 \text{tratamiento}
 \end{array}
 =
 \frac{
 \begin{array}{l}
 \text{Porcentaje} \\
 \text{total de} \\
 \text{cobertura de} \\
 \text{las malezas} \\
 \text{en el} \\
 \text{tratamiento}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{l}
 \text{Estimar la} \\
 \text{porción, en} \\
 \text{porcentaje, de} \\
 \text{cada especie} \\
 \text{en el total} \\
 \text{de malezas}
 \end{array}
 }{
 \begin{array}{l}
 \text{Porcentaje total de cobertura de las} \\
 \text{malezas en el tratamiento}
 \end{array}
 }
 \times 100$$

1.4 Densidad de malezas (Número de individuos de cada especie por tratamiento): la densidad se determinó utilizando cuadrantes de 1 * 1 m, dentro de los cuales se contaron el número de individuos por especie. Los conteos se realizaron a los 40 días después de la emergencia (dde) de las malezas.

Los datos de conteos de malezas se transformaron en datos numéricos a raíz cuadrada o arco seno, lo que facilitó estabilizar la varianza y reducir los coeficientes de variación.

2. **Rendimientos de granos de frijol con 13% de humedad (kg/ha):** la cosecha de la parcela neta de cada tratamiento y cada repetición se pesaron en kg /parcela neta y luego los resultados se transformaran en kg/ha. Para evaluar esta actividad se hizo uso de una balanza.

3. **Costos e ingresos:** para la estimación de costos e ingresos se elaboraron registros financieros para cada uno de los tratamientos evaluados.

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico

Para el análisis de cada una de las variables respuesta se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA) estimada con un nivel de confianza de 0.95 y para aquellos

resultados que manifestaron diferencias estadísticamente significativas se empleó la prueba de medias de Tukey.

Los datos porcentuales de las variables evaluadas se transformaron a raíz cuadrada o arco seno de los mismos, lo que facilitó estabilizar la varianza y a reducir los coeficientes de variación.

6.11.2 Análisis económico

En este análisis para cada uno de los tratamientos se evaluaron los siguientes componentes a) presupuestos parciales, b) análisis de dominancia, c) relación b/C, y d) TMR.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 EVALUACIÓN DE LOS HERBICIDAS EN EL CAMPO

7.1.1 Control de malezas

En el estudio se encontraron las poblaciones de malezas que se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Malezas presentes en las parcelas experimentales de tres variedades de frijol combinadas con tres herbicidas químicos.

Nombre común de la maleza	Nombre científico
Güisquilite	<i>Amaranthus hybridus</i> (L.)
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> (L.)
Campanita	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth
Flor Amarilla	<i>Melampodium divaricatum</i> (L.C. Richard) D
Zacate	<i>Panicum purpurascens</i> (Raddi)
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i> (L.)

(Autor, 2014).

Con relación al promedio cobertura de malezas de güisquilite en la evaluación de tres variedades de frijol combinado con tres herbicidas químicos, el análisis de varianza mostró los resultados siguientes: los factores tipo de herbicidas y tratamientos (interacción variedades de frijol * tipo de herbicidas) presentaron significancia, por lo tanto; existe al menos un tratamiento que es mejor que los demás. (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza de individuos de la maleza güisquilite en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F _{calc}	F _{tab0.05}	Significancia
Repeticiones	2	2.00				
Variedades	2	1.50	0.75	0.30	6.94	No Significativo
Error A	4	10.00	2.50			
Parcela Grande	8	13.50				
Herbicidas	3	94.00	31.33	17.63	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	36.50	6.08	3.42	2.66	Significativo
Error B	18	32.00	1.78			
Total	35	176.00	5.03			
C.V. (%)	14.81					

(Autor, 2014).

El análisis de medias de Tukey ($P>0.05$) en la evaluación de cobertura de malezas de güisquilete (*Amaranthus hybridus* L.) en la producción de frijol, se encontraron que los mejores tratamientos fueron donde se aplicaron los herbicidas con valores que van de 10,000 a 30,000 malezas/ha (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza güisquilete en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

Tratamiento	Promedio malezas/ha	Significancia Valor de Tukey = 4.0594
ICTA Ostúa con S-Metolaclo 960 EC	10,000	A
ICTA Ostúa con Alaclo 480 EC	10,000	A
Santa Gertrudis con Alaclo 480 EC	10,000	A
ICTA Ligerito con Alaclo 480 EC	20,000	A
ICTA Ligerito con Pendimentalin 400 EC	20,000	A
Santa Gertrudis con control manual	20,000	A
ICTA Ligerito con S-Metolaclo 960 EC	30,000	A
ICTA Ostúa con Pendimentalin 400EC	30,000	A
Santa Gertrudis con S-Metolaclo 960 EC	30,000	A
Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC	30,000	A
ICTA Ligerito con control manual	40,000	AB
ICTA Ostúa con control manual	88,000	B

(Autor, 2014).

En el cuadro 10 se presenta el análisis de varianza en la cobertura de malezas (individuos de malezas/ha) de verdolaga en la producción de frijol utilizando tres variedades y tres herbicidas químicos. Los resultados muestran significancia para los factores variedades de frijol, herbicidas y tratamientos. Por lo tanto, al menos un tratamiento es mejor que los demás.

El análisis de medias de Tukey ($P>0.05$) en la evaluación de cobertura de malezas de verdolaga en la producción de frijol, se encontraron que los mejores tratamientos donde se presentaron menos individuos/ha fueron los siguientes: cuando se sembró la variedad de frijol Santa Gertrudis y se aplicó Alaclo 480 EC, con 10,000 individuos/ha; variedad Ostúa con aplicación de Alaclo 480 EC, con 20,000 individuos/ha; y los tratamientos Ostúa con S-Metolaclo 960 EC, Ostúa con

Pendimentalin 400 EC y Santa Gertrudis con S-Metolacoloro 960 EC, con 30,000 individuos/ha cada uno de los tratamientos (Cuadro 11).

Cuadro 10. Análisis de varianza de individuos de la maleza de verdolaga en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F _{calc}	F _{tab0.05}	Significancia
Repeticiones	2	26.00				
Variedades	2	73.50	36.75	73.50	6.94	Significativo
Error A	4	2.00	0.50			
Parcela Grande	8	101.50				
Herbicidas	3	445.00	148.33	38.14	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	90.50	15.08	3.88	2.66	Significativo
Error B	18	70.00	3.89			
Total	35	707.00	20.20			
C.V. (%)	10.11					

(Autor, 2014).

Cuadro 11. Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza verdolaga en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

Tratamiento	Promedio malezas/ha	Significancia Valor de Tukey = 6.001
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	10,000	A
Ostúa con Alacloro 480 EC	20,000	A
Ostúa con S-Metolacoloro 960 EC	30,000	A
Ostúa con Pendimentalin 400EC	30,000	A
Santa Gertrudis con S-Metolacoloro 960 EC	30,000	A
ICTA Ligero con S-Metolacoloro 960 EC	50,000	AB
ICTA Ligero con Alacloro 480 EC	50,000	AB
ICTA Ligero con Pendimentalin 400 EC	110,000	BC
Ostúa con control manual	110,000	BC
Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC	110,000	BC
Santa Gertrudis con control manual	110,000	BC
ICTA Ligero con control manual	120,000	C

(Autor, 2014).

En el análisis de varianza cobertura de la maleza campanita por hectárea en el cultivo de frijol se presenta en el cuadro 12, donde se puede determinar que para los factores variedades de frijol, tipo de herbicida y los tratamientos presentaron significancia. Lo anterior, indica que al menos uno de los tratamientos evaluados es mejor que los demás

Cuadro 12. Análisis de varianza de individuos de la maleza campanita en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F _{calc}	F _{tab0.05}	Significancia
Repeticiones	2	18.00				
Variedades	2	63.50	31.75	31.75	6.94	Significativo
Error A	4	4.00	1.00			
Parcela Grande	8	85.50				
Herbicidas	3	181.00	60.33	14.29	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	114.50	19.08	4.52	2.66	Significativo
Error B	18	76.00	4.22			
Total	35	457.00	13.06			
C.V. (%)	16.44					

(Autor, 2014).

El análisis de medias de Tukey ($p < 0,01$) con relación al número de malezas de campanita por hectárea, los resultados muestran que los mejores tratamientos fueron: cuando se sembró la variedad ICTA Ostúa y se aplicó Alacloro 480 EC y la variedad Santa Gertrudis con aplicación de S-Metolacloro 960 EC, que se presentaron 10,000 individuos/ha. El tratamiento con mayor cantidad de individuos fue cuando se sembró la variedad ICTA Ostúa y no se aplicó ningún herbicida, con un valor de 120,000 individuos/ha (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza campanita en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

Tratamiento	Promedio malezas/ha	Significancia Valor de Tukey = 6.2504
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	10,000	A
Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC	10,000	A
ICTA Ostúa con S-Metolacloro 960 EC	20,000	AB
ICTA Ostúa con Pendimentalin 400EC	20,000	AB
Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC	20,000	AB
ICTA Ligero con Alacloro 480 EC	30,000	AB
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	30,000	AB
Santa Gertrudis con control manual	40,000	AB
ICTA Ligero con S-Metolacloro 960 EC	60,000	ABC
ICTA Ligero con Pendimentalin 400 EC	60,000	ABC
ICTA Ligero con control manual	80,000	BC
ICTA Ostúa con control manual	120,000	C

(Autor, 2014).

En el Cuadro 14, se presenta el análisis de varianza para la variable cobertura de la maleza de flor amarilla por hectárea, en el mismo se observa que existen diferencias significativas al 5% de probabilidad para los herbicidas y tratamientos evaluados. Es decir; que al menos un tratamiento es diferente a los demás.

Cuadro 14. Análisis de varianza de individuos de la maleza flor amarilla en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fcalc	Ftab0.05	Significancia
Repeticiones	2	11.17				
Variedades	2	9.50	4.75	2.04	6.94	No significativo
Error A	4	9.33	2.33			
Parcela Grande	8	30.00				
Herbicidas	3	94.00	31.33	6.60	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	84.50	14.08	2.96	2.66	Significativo
Error B	18	85.50	4.75			
Total	35	294.00	8.40			
C.V. (%)	54.48					

(Autor, 2014).

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de significancia de la cobertura de la maleza flor amarilla de los tratamientos evaluados a través de la prueba de medias de Tukey ($p < 0.05$), donde se puede observar que los mejores tratamientos fueron: cuando se sembró la variedad ICTA Ligero con aplicaciones de Alacloro 480 EC, ICTA Ostúa con pendimentalin 400 EC y Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC, con un promedio de 10,000 individuos/ha.

En el cuadro 16, se presenta el análisis de varianza para la densidad de la maleza zacate en la producción de frijol. En el mismo se observa que existe diferencia significativa para los factores herbicidas y tratamientos. Por lo tanto, uno de los tratamientos es mejor que los demás.

Con relación al análisis de medias de Tukey ($p < 0.05$) para el número de individuos de zacate/ha (Cuadro 17), se observa que en todos los tratamientos fueron efectivos

para reducir la presencia de la maleza en el cultivo de frijol a excepción del tratamiento donde se sembró ICTA Ligero con control manual donde se presentó una cobertura de 80,000 individuos/ha.

Cuadro 15. Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza flor amarilla en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos preemergentes.

Tratamiento	Promedio malezas/ha	Significancia Valor de Tukey = 6.6313
ICTA Ligero con Alacloro 480 EC	10,000	A
ICTA Ostúa con Pendimetalin 400EC	10,000	A
Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC	10,000	A
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	20,000	A
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	30,000	AB
Santa Gertrudis con Pendimetalin 400 EC	30,000	AB
ICTA Ostúa con S-Metolacloro 960 EC	40,000	AB
ICTA Ostúa con control manual	40,000	AB
ICTA Ligero con S-Metolacloro 960 EC	50,000	AB
ICTA Ligero con Pendimetalin 400 EC	50,000	AB
ICTA Ligero con control manual	60,000	AB
Santa Gertrudis con control manual	90,000	B

(Autor, 2014).

Cuadro 16. Análisis de varianza de individuos de la maleza zacate en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fcalc	Ftab0.05	Significancia
Repeticiones	2	26.00				
Variedades	2	19.50	9.75	3.55	6.94	No significativo
Error A	4	11.00	2.75			
Parcela Grande	8	56.50				
Herbicidas	3	48.75	16.25	6.80	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	46.50	7.75	3.24	2.66	Significativo
Error B	18	43.00	2.39			
Total	35	194.75	5.56			
C.V. (%)	36.20					

(Autor, 2014).

El análisis de varianza para la cobertura de la maleza de coyolillo en la producción de frijol (Cuadro 18), se observa que existe diferencia significativa para los factores

herbicidas y tratamientos. Por lo tanto, uno de los tratamientos es mejor que los demás.

Cuadro 17. Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza zacate en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

Tratamiento	Promedio malezas/ha	Significancia Valor de Tukey = 4.7038
ICTA Ligero con Alacloro 480 EC	10,000	A
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	10,000	A
ICTA Ostúa con Pendimetalin 400EC	10,000	A
Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC	20,000	A
Santa Gertrudis con Pendimetalin 400 EC	20,000	A
ICTA Ligero con S-Metolacloro 960 EC	30,000	A
ICTA Ligero con Pendimetalin 400 EC	30,000	A
ICTA Ostúa con S-Metolacloro 960 EC	30,000	A
ICTA Ostúa con control manual	30,000	A
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	30,000	A
Santa Gertrudis con control manual	30,000	A
ICTA Ligero con control manual	80,000	B

(Autor, 2014).

Cuadro 18. Análisis de varianza de individuos de la maleza coyolillo en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fcalc	Ftab0.05	Significancia
Repeticiones	2	26.00				
Variedades	2	12.50	6.25	2.27	6.94	No significativo
Error A	4	11.00	2.75			
Parcela Grande	8	49.50				
Herbicidas	3	42.75	14.25	5.97	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	43.50	7.25	3.03	2.66	Significativo
Error B	18	43.00	2.39			
Total	35	178.75	5.11			
C.V. (%)	33.00					

(Autor, 2014).

En el Cuadro 19, se presenta la prueba de significancia de la cobertura de la maleza coyolillo de los tratamientos evaluados a través de la prueba de medias de Tukey ($p < 0.05$), donde se puede observar que todos los tratamientos presentaron una baja

cobertura de coyolillo a excepción donde se sembró ICTA Ligero con control manual, con un valor de 80,000 individuos/ha.

Cuadro 19. Análisis de medias de Tukey para el control de la maleza coyolillo en tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos pre emergentes.

Tratamiento	Promedio malezas/ha	Significancia Valor de Tukey = 4.7038
ICTA Ostúa con Pendimetalin 400EC	10,000	A
ICTA Ligero con Alacloro 480 EC	20,000	A
ICTA Ligero con Pendimetalin 400 EC	20,000	A
Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC	20,000	A
Santa Gertrudis con Pendimetalin 400 EC	20,000	A
ICTA Ligero con S-Metolacloro 960 EC	30,000	A
ICTA Ostúa con S-Metolacloro 960 EC	30,000	A
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	30,000	A
ICTA Ostúa con control manual	30,000	A
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	30,000	A
Santa Gertrudis con control manual	30,000	A
ICTA Ligero con control manual	80,000	B

(Autor, 2014).

Los mejores tratamientos que redujeron la cobertura de las malezas identificadas en el cultivo de frijol fueron: Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC, ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC, Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC y ICTA Ostúa con Pendimetalin 400 EC. Los tratamientos pueden ser una alternativa para la producción de frijol en el área de estudio.

Las especies que mostraron la menor cobertura y por lo tanto se puede decir el mejor control por lo tratamientos evaluados fueron: *Panicum purpurascens* (Raddi) (zacate); *Cyperus rotundus* (L.) (coyolillo) y *Amaranthus hybridus* (L.) (güisquilete).

7.1.2 Control de malezas a los 15 días después de la siembra de frijol

En el análisis de varianza para el control de malezas a los 15 días después de la siembra, los resultados indican diferencia significativa entre los productos herbicidas y los tratamientos. Lo anterior indica que al menos existe un tratamiento diferente a

los demás. Además los datos son confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 29.12%, aceptable para el tipo de estudio a campo abierto (Cuadro 20).

Cuadro 20. Análisis de varianza del control de malezas a los 15 días después de la siembra del cultivo de frijol.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fcalc	Ftab_{0.05}	Significancia
Repeticiones	2	296.71				
Variedades	2	429.80	214.90	2.90	6.94	No significativo
Error A	4	296.34	74.08			
Parcela Grande	8	1,022.84				
Herbicidas	3	7,300.29	2,433.43	54.97	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	1,280.83	213.47	4.82	2.66	Significativo
Error B	18	796.76	44.26			
Total	35	10,400.72	297.16			
C.V. (%)	29.12					

(Autor, 2014).

En la evaluación del control de malezas a los 15 días después de la siembra se encontraron diferencias estadísticas significativas en el análisis de medias de Tukey ($P > 0.05$) entre los tratamientos (variedad de frijol * herbicida químico). El tratamiento ICTA Ostúa con la aplicación de Alacloro 480 EC presentó el mejor porcentaje de control de malezas en el periodo evaluado, con un valor de 68.85%, lo anterior indica que con este tratamiento se tuvo control de severo a moderado. Mientras que los tratamientos ICTA ligero con control manual, ICTA Ostúa con control manual y Santa Gertrudis con control manual registró los resultados más bajos de control de malezas, es decir; sin efecto alguno en el control de malezas (Cuadro 21).

Cuadro 21. Análisis de medias de Tukey en el control de malezas a los 15 días después de la siembra del cultivo de frijol.

Tratamientos	Porcentaje promedio de control de malezas	Significancia Valor de Tukey = 7.2578
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	68.85	A
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	60.00	AB
ICTA Ostúa con S-Metolacoloro 960 EC	55.08	ABC
Santa Gertrudis con S-Metolacoloro 960 EC	53.15	ABC
ICTA Ligero con Pendimentalin 400 EC	53.07	ABC
ICTA Ostúa con Pendimentalin 400EC	43.08	BC
ICTA Ligero con S-Metolacoloro 960 EC	41.07	BC
Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC	40.78	BC
ICTA Ligero con Alacloro 480 EC	34.63	C
ICTA Ligero con control manual	0.00	D

ICTA Ostúa con control manual	0.00	D
Santa Gertrudis con control manual	0.00	D

(Autor, 2014).

7.1.3 Control de malezas a los 25 días después de la siembra de frijol

En el análisis de varianza para la variable control de malezas a los 25 días después de la siembra, los resultados indican diferencia significativa entre los productos herbicidas y los tratamientos. Lo anterior indica que al menos existe un tratamiento diferente a los demás, además los datos son confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 22.33%, aceptable para el tipo de estudio a campo abierto (Cuadro 22).

Cuadro 22. Análisis de varianza del control de malezas a los 25 días después de la siembra de frijol.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fcalc	Ftab0.05	Significancia
Repeticiones	2	274.61				
Variedades	2	533.89	266.95	3.50	6.94	No significativo
Error A	4	304.88	76.22			
Parcela Grande	8	1,113.38				
Herbicidas	3	13,282.08	4,427.36	84.40	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	1,515.44	252.57	4.82	2.66	Significativo
Error B	18	944.17	52.45			
Total	35	16,855.07	481.57			
C.V. (%)	22.33					

(Autor, 2014).

En el análisis de medias de Tukey ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el control de malezas se encontraron diferencias estadísticas para el período de 25 días después de la siembra. Los resultados muestra que el tratamiento ICTA Ostúa con la aplicación de Alacloro 480 EC presentó el mejor porcentaje de control de malezas en el periodo evaluado, con un valor de 63.90%, lo anterior indica que con este tratamiento se tuvo control de severo a moderado y una reducción de en el porcentaje de control con relación al periodo de 25 días después de la siembra. Mientras que los tratamientos ICTA ligero con control manual, ICTA Ostúa con control manual y Santa Gertrudis con control manual registró los resultados más

bajos de control de malezas, es decir; sin efecto alguno en el control de malezas (Cuadro 23).

Cuadro 23. Análisis de medias de Tukey en el control de malezas a los 25 días después de la siembra del cultivo de frijol.

Tratamientos	Porcentaje promedio de control de malezas	Significancia Valor de Tukey = 7.2578
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	63.90	A
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	53.20	AB
ICTA Ostúa con S-Metolacoloro 960 EC	48.90	AB
ICTA Ligero con Pendimentalin 400 EC	45.00	AB
Santa Gertrudis con S-Metolacoloro 960 EC	41.10	B
ICTA Ostúa con Pendimentalin 400EC	37.10	B
ICTA Ligero con S-Metolacoloro 960 EC	35.00	B
ICTA Ligero con Alacloro 480 EC	32.70	B
Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC	32.30	B
ICTA Ligero con control manual	0.00	C
ICTA Ostúa con control manual	0.00	C
Santa Gertrudis con control manual	0.00	C

(Autor, 2014).

7.1.4 Control de malezas a los 35 días después de la siembra de frijol

En el análisis de varianza de la variable para el control de malezas a los 35 días después de la siembra, los resultados indican diferencia significativa entre los productos herbicidas y los tratamientos. Lo anterior indica que al menos existe un tratamiento diferente a los demás, además los datos son confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 21.55%, aceptable para el tipo de estudio a campo abierto (Cuadro 24).

Cuadro 24 Análisis de varianza del control de malezas a los 35 días después de la siembra de frijol.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fcalc	Ftab0.05	Significancia
Repeticiones	2	318.53				
Variedades	2	566.52	283.26	2.36	6.94	No significativo
Error A	4	479.50	119.87			
Parcela Grande	8	1,364.54				
Herbicidas	3	17,206.27	5,735.42	87.96	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	1,928.91	321.49	4.93	2.66	Significativo
Error B	18	1,173.69	65.20			
Total	35	21,673.41	619.24			
C.V. (%)	21.55					

(Autor, 2014).

En la evaluación del control de malezas se encontraron diferencias estadísticas significativas en el análisis de medias de Tukey ($P > 0.05$) entre los tratamientos para el período de 35 días después de la siembra. Los resultados muestran que el tratamiento ICTA Ostúa con la aplicación de Alacloro 480 EC presentó el mejor porcentaje de control de malezas en el periodo evaluado, con un valor de 48.93%, lo anterior indica que con este tratamiento se tuvo control moderado. Mientras que los tratamientos ICTA ligero con control manual, ICTA Ostúa con control manual y Santa Gertrudis con control manual registró los resultados más bajos de control de malezas, es decir; sin efecto alguno en el control de malezas (Cuadro 25).

Cuadro 25. Análisis de medias de Tukey en el control de malezas a los 35 días después de la siembra del cultivo de frijol.

Tratamientos	Porcentaje promedio de control de malezas	Significancia Valor de Tukey = 7.2578
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	48.93	A
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	45.00	AB
ICTA Ostúa con S-Metolacloro 960 EC	32.71	ABC
ICTA Ligero con Pendimetalin 400 EC	30.78	ABC
ICTA Ostúa con Pendimetalin 400EC	28.78	ABC
Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC	25.74	BC
ICTA Ligero con S-Metolacloro 960 EC	23.85	C
ICTA Ligero con Alacloro 480 EC	23.36	C
Santa Gertrudis con Pendimetalin 400 EC	15.00	CD
ICTA Ligero con control manual	0.00	D
ICTA Ostúa con control manual	0.00	D
Santa Gertrudis con control manual	0.00	D

(Autor, 2014).

Todos los tratamientos donde se aplicó los herbicidas presentaron un decrecimiento de efectos severos a efectos ligeros de las malezas durante el desarrollo del cultivo, según lo establecido en la Escala ALAM para la evaluación de daño al cultivo por efecto del herbicida. Mientras que para los tratamientos de control manual de malezas según la escala no tuvo efecto alguno en el control de malezas (Cuadro 9).

7.1.5 Grado de toxicidad de los herbicidas sobre las variedades de frijol

En el Cuadro 26, se presentan el análisis de varianza para el grado de toxicidad causado por herbicidas en las tres variedades de frijol, en el mismo se observa que

solamente existe diferencia significativa para los herbicidas. Es decir; que por lo menos uno de los herbicidas causa menos toxicidad en las plantas de frijol.

Cuadro 26. Análisis de varianza para el grado de toxicidad en tres variedades de frijol combinado con tres productos herbicidas.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F _{calc}	F _{tab0.05}	Significancia
Repeticiones	2	290.84				
Variedades	2	156.76	78.38	3.68	6.94	No significativo
Error A	4	85.14	21.29			
Parcela Grande	8	532.74				
Herbicidas	3	1,134.44	378.15	4.87	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	425.74	70.96	0.91	2.66	No significativo
Error B	18	1,398.58	77.70			
Total	35	3,491.50	99.76			
C.V. (%)	6.76					

(Autor, 2014).

En cuadro 27, se puede observar el análisis de medias de Tukey ($P > 0.05$) para el porcentaje de toxicidad causado por la aplicación de herbicidas químicos para el control de malezas en el cultivo de frijol. Los resultados obtenidos muestran; que el uso del control manual no causa intoxicación en plantas de frijol, pero los tratamientos donde se aplicó S-Metolaclo 960 EC y Pendimetalin 400 EC mostraron los más bajos niveles de toxicidad (efectos leves) en frijol, con 10.24 y 11.15%. Las intoxicaciones por los herbicidas evaluados pueden ser causadas por: la residualidad de los herbicidas, la humedad del suelo, contenido de materia orgánica y las condiciones ambientales del sitio de estudio.

Cuadro 27. Análisis de medias de Tukey, para el porcentaje de toxicidad causada por la aplicación de herbicidas en el cultivo de frijol.

Herbicidas para el control de malezas	Porcentaje promedio de toxicidad	Significancia Valor de Tukey = 7.2578
Control manual de malezas	0.00	A
S-Metolaclo 960 EC	10.24	AB
Pendimetalin 400 EC	11.15	AB
Alacloro 480 EC	15.24	B

(Autor, 2014).

7.1.6 Determinación de los porcentajes de cobertura de malezas

En la evaluación de los porcentajes de cobertura de malezas se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados en las diferentes especies de maleza (Cuadro 28). La especie *Amaranthus hybridus* (L.) presentó las menores coberturas en los tratamientos donde se sembró la variedad ICTA Ostúa y se aplicó los herbicidas S-Metolacoloro 960 EC y Alacloro 480 EC, con 13% cada tratamientos. La maleza *Portulaca oleracea* (L.) presentó los menores porcentajes de cobertura en los tratamientos donde se sembró Santa Gertrudis con aplicación de Alacloro 480 EC, con 9%. *Ipomoea nil* (L.) Roth presentó las menores coberturas en los tratamientos ICTA Ostúa con aplicación de Alacloro 480 EC, con 8%. La especie *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard) D., presentó la menor cobertura en el tratamiento Santa Gertrudis con S-Metolacoloro 960 EC, con 11%. *Panicum purpurascens* (Raddi) presentó la menor cobertura en el tratamiento ICTA Ligero con aplicación de Alacloro 480 EC, con 13% y la maleza *Cyperus rotundus* (L.) tuvo una menor cobertura en los tratamientos ICTA Ligero con Alacloro 480 EC y Pendimentalin 400 EC, con 27% para cada uno de los tratamientos.

Los tratamientos que presentaron los menores valores porcentuales de cobertura de maleza fueron: ICTA Ostúa con Pendimentalin 400 EC, ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC e ICTA Ligero con Alacloro 480 EC con valores de 27, 27 y 30% respectivamente (Cuadro 28). Los tratamientos con mayor cobertura de malezas fueron: ICTA Ligero con S-Metolacoloro 960 EC, ICTA Ligero con control manual y Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC, con porcentajes de cobertura de 54, 63 y 66% respectivamente.

7.1.7 Densidad de malezas por hectárea

La densidad de malezas de especies de hoja ancha y angosta, es el número de especies en un área determinada. Los menores porcentajes promedio de malezas por hectárea se presentaron en los tratamientos ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC e

ICTA Ostúa con Pendimentalin 400 EC con una densidad de 110,000 malezas/ha cada uno, seguido por los tratamientos Santa Gertrudis con S-Metolaclo 960 EC y Santa Gertrudis con Alaclo 480 EC con densidades de 120,000 y 130,000 malezas/ha (Cuadro 29).

Cuadro 28. Promedio de cobertura de maleza por especie y tratamiento con respecto al control manual, en la evaluación de tres variedades de frijol y tres herbicidas químicos.

Tratamientos	Especies de malezas												PORCENTAJE PROMEDIO DE COBERTURA POR TRATAMIENTO
	<i>Amaranthus hybridus</i> (L.)		<i>Portulaca oleracea</i> (L.)		<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth		<i>Melampodium divaricatum</i> (L.C. Richard) D		<i>Panicum purpurascens</i> (Raddi)		<i>Cyperus rotundus</i> (L.)		
	1*	2**	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
ICTA Ligero con S-Metolaclo 960 EC	3	75	5	42	6	75	5	38	3	38	3	38	54
ICTA Ligero con Alaclo 480 EC	2	50	5	42	3	38	1	13	1	13	2	27	30
ICTA Ligero con Pendimentalin 400 EC	2	50	11	92	6	75	5	38	3	38	2	27	63
ICTA Ligero con control manual	4		12		8		6		8		8		
Ostúa con S-Metolaclo 960 EC	1	13	3	27	2	17	4	100	3	100	3	100	39
Ostúa con Alaclo 480 EC	1	13	2	18	1	8	3	75	1	33	3	100	27
Ostúa con Pendimentalin 400 EC	3	38	3	27	2	17	1	25	1	33	1	33	27
Ostúa con control manual	8		11		12		4		3		3		
Santa Gertrudis con S-Metolaclo 960 EC	3	60	3	27	1	25	1	11	2	67	2	67	34
Santa Gertrudis con Alaclo 480 EC	1	20	1	9	3	75	2	22	3	100	3	100	37
Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC	3	60	11	100	2	50	3	33	2	67	2	67	66
Santa Gertrudis con control manual	5		11		4		9	38	3		3		

* Promedio de plantas de maleza.

** Porcentaje de cobertura con base al control manual.

(Autor, 2014).

La especie *Amaranthus hybridus* (L.) presentó las menores densidades en los tratamientos ICTA Ostúa con Alaclo 480 EC, ICTA Ostúa con Pendimentalin 400 EC y Santa Gertrudis con Alaclo 480 EC con 10,000 malezas/ha. *Portulaca oleracea* (L.) presentó las menores densidades de siembra presentó las menores

densidades en los tratamientos Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC con 10,000 malezas/ha e ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC con 20,000 individuos/ha. Las especies *Ipomoea nil* (L.) Roth y *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard) presentaron las menores densidades en los tratamientos Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC e ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC con 10,000 individuos/ha. *Panicum purpurascens* (Raddi) presentó las menores densidades en los tratamientos ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC y con Pendimentalin 400 EC, con densidades de 10,000 individuos/ha. La especie *Cyperus rotundus* (L.) presentó la menor densidad en el tratamiento ICTA Ostúa con Pendimentalin 400 EC con 10,000 individuos/ha (Cuadro 29).

En el cuadro 29 se puede observar que los tratamientos con menor cantidad de individuos de malezas identificadas en el cultivo de frijol, fueron tratamientos ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC y con pendimentalin 400 EC. Lo anterior indica que el Alacloro 480 EC es efectivo en el control de *Amaranthus hybridus* (L.), *Portulaca oleracea* (L.), *Ipomoea nil* (L.) y de *Panicum purpurascens* (Raddi) todas de hoja ancha. En el caso de Pendimentalin 400 EC los resultados muestran que es un herbicida eficaz en el control de *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard), *Panicum purpurascens* (Raddi) y de *Cyperus rotundus* (L.), es decir, que controla especies de hoja ancha y gramíneas.

7.2 RENDIMIENTO DE FRIJOL

En el cuadro 30 se observan los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento de granos de frijol. Los resultados muestran diferencias significativas en las variables variedades, herbicidas y tratamientos evaluados. Lo anterior indica que por lo menos existe un tratamiento que es mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 10.22%.

Según el análisis de medias de Tukey para la variable rendimiento de granos de frijol (Cuadro 31) está resultó mayor en el tratamiento donde se empleó la variedad ICTA

Ostúa y se aplicó Alacloro 480 EC, con un rendimiento de 888.88 kg/ha y el menor rendimiento se encontró donde se empleó la variedad ICTA Ostúa con control manual de malezas, con un rendimiento de 426.83 de kg/ha. Como puede observarse que en los tratamientos donde se aplicó herbicida químico, el cultivo de frijol tuvo menos competencia de malezas durante todo el ciclo de frijol, lo que se puede interpretar que la presencia de malezas causa una disminución de los rendimientos de granos de frijol. De acuerdo a Soto (1988), las malezas pueden afectar el rendimiento del frijol entre los 20 a 53 días después de la siembra, el nivel crítico de interferencia de malezas es de 40 días, lo que hace conveniente mantener limpio de malezas el cultivo durante este tiempo.

Cuadro 29. Densidad de maleza por especie y tratamiento con respecto al control manual, en la evaluación de tres variedades de frijol y tres herbicidas químicos.

Tratamientos	Densidad de malezas/						DENSIDAD PROMEDIO POR TRATAMIENTO
	<i>Amaranthus hybridus</i> (L.)	<i>Portulaca oleracea</i> (L.)	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	<i>Melampodium divaricatum</i> (L.C. Richard)	<i>Panicum purpurascens</i> (Raddi)	<i>Cyperus rotundus</i> (L.)	
ICTA Ligero con S-Metolacloro 960 EC	30,000	50,000	60,000	50,000	30,000	30,000	250,000
ICTA Ligero con Alacloro 480 EC	20,000	50,000	30,000	10,000	10,000	20,000	140,000
ICTA Ligero con Pendimentalin 400 EC	20,000	110,000	60,000	50,000	30,000	20,000	290,000
ICTA Ligero con control manual	40,000	120,000	80,000	60,000	80,000	80,000	460,000
ICTA Ostúa con S-Metolacloro 960 EC	10,000	30,000	20,000	40,000	30,000	30,000	160,000
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	10,000	20,000	10,000	30,000	10,000	30,000	110,000
ICTA Ostúa con Pendimentalin 400 EC	30,000	30,000	20,000	10,000	10,000	10,000	110,000
ICTA Ostúa con control manual	80,000	110,000	120,000	40,000	30,000	30,000	410,000
Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC	30,000	30,000	10,000	10,000	20,000	20,000	120,000
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	10,000	10,000	30,000	20,000	30,000	30,000	130,000
Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC	30,000	110,000	20,000	30,000	20,000	20,000	230,000
Santa Gertrudis con control manual	50,000	110,000	40,000	90,000	30,000	30,000	350,000

(Autor, 2014).

Cuadro 30. Rendimiento de granos de frijol, en la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F _{calc}	F _{tab0.05}	Significancia
Repeticiones	2	1,773.36				
Variedades	2	232,919.42	116,459.71	16.28	6.94	Significativo
Error A	4	28,610.79	7,152.70			
Parcela Grande	8	263,303.56				
Herbicidas	3	399,852.66	133,284.22	30.30	3.16	Significativo
Variedades * Herbicidas	6	107,449.14	17,908.19	4.07	2.66	Significativo
Error B	18	79,187.92	4,399.33			
Total	35	849,793.29	24,279.81			
C.V. (%)	10.22					

(Autor, 2014).

Cuadro 31. Análisis de medias de Tukey para el rendimiento de frijol, en la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.

Tratamientos	Rendimiento promedio kg/ha	Significancia Valor de Tukey = 201.8103
Variedad ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	888.88	A
Variedad ICTA Ostúa con S-Metolaclor 960 EC	792.65	AB
Variedad Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	791.83	AB
Variedad Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC	773.36	AB
Variedad ICTA Ostúa con Pendimentalin 400 EC	732.74	ABC
Variedad ICTA ligero con Alacloro 480 EC	641.64	BCD
Variedad Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC	624.76	BCDE
Variedad Santa Gertrudis con Control manual de malezas	613.55	BCDE
Variedad ICTA ligero con S-Metolacloro 960 EC	563.25	CDE
Variedad ICTA ligero con Pendimentalin 400 EC	494.60	DE
Variedad ICTA ligero con Control manual de malezas	441.06	DE
Variedad ICTA Ostúa con Control manual de malezas	426.83	E

(Autor, 2014).

7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL

El análisis económico se realizó en base a los resultados de los rendimientos de los tratamientos evaluados. Los costos que varían que se identificaron y cuantificaron fue el costo de la aplicación de los herbicidas químicos. Los rendimientos experimentales se ajustaron en un 20%. Antes de ajustar los rendimientos

experimentales, se obtuvieron los rendimientos experimentales corregidos, los cuales resultaron de promediar los rendimientos de los grupos de medias determinados con la prueba de comparación de medias de Tukey. En el estudio se presentaron ocho grupos de medias (A, AB, ABC, BCD, BCDE, CDE, DE y E) y las medias fueron: para el grupo A de 888.88 kg/ha; para el grupo AB de 785.95 kg/ha; para el grupo ABC de 732.74 kg/ha, para el BCD de 641.64 kg/ha, para el grupo BCDE de 619.16 kg/ha, para el grupo CDE de 563.25 kg/ha, para el grupo DE de 467.83 kg/ha y el grupo E de 426.83 kg/ha.

En el cuadro 32 se presenta un resumen de los costos que varían, ingreso bruto e ingreso neto. Como se observa el mejor ingreso neto se presentó en el tratamiento donde se utilizó la variedad ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC, con un promedio de Q. 2,454.41 y el menor ingreso neto se tuvo en el tratamiento donde se empleó la variedad ICTA ligero con Pendimentalin 400 EC, con Q. 1,022.73.

Cuadro 32. Análisis de los costos que varían, ingreso bruto y neto, en la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.

Tratamientos	Costo que varían Q/ha	Ingreso bruto Q/ha	Ingreso neto Q/ha
ICTA ligero con S-Metolaclo 960 EC	544.00	1,802.41	1,258.41
ICTA ligero con Alacloro 480 EC	390.00	2,053.25	1,663.25
ICTA ligero Pendimentalin 400 EC	560.00	1,582.73	1,022.73
ICTA ligero con control manual	0.00	1,411.38	1,411.38
ICTA Ostúa con S-Metolaclo 960 EC	544.00	2,536.48	1,992.48
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	390.00	2,844.41	2,454.41
ICTA Ostúa Pendimentalin 400 EC	560.00	2,344.77	1,784.77
ICTA Ostúa con control manual	0.00	1,365.87	1,365.87
Santa Gertrudis con S-Metolaclo 960 EC	544.00	2,474.74	1,930.74
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	390.00	2,533.86	2,143.86
Santa Gertrudis Pendimentalin 400 EC	560.00	1,999.24	1,439.24
Santa Gertrudis con control manual	0.00	1,963.36	1,963.36

(Autor, 2014).

Para determinar la dominancia (D) o no dominancia (ND) de cada uno de los tratamientos, se ordenaron estos con relación a los costos que varían de menor a mayor con su respectivo ingreso neto. El análisis de dominancia, tiene como

finalidad en destacar los tratamientos cuyo ingreso no compensa los costos incurridos. Como se observa en el cuadro 33, los tratamientos no dominados fueron: ICTA ligero con control manual, Santa Gertrudis con control manual e ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC y con ellos, se determinó la tasa marginal de retorno.

Cuadro 33. Análisis de dominancia del rendimiento en los tratamientos, de la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.

Tratamientos	Costo que varían Q/ha	Ingreso neto Q/ha	Significancia
ICTA ligero con control manual	0.00	1,411.38	No dominado
ICTA Ostúa con control manual	0.00	1,365.87	Dominado
Santa Gertrudis con control manual	0.00	1,963.36	No dominado
ICTA ligero con Alacloro 480 EC	390.00	1,663.25	Dominado
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	390.00	2,454.41	No dominado
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	390.00	2,143.86	Dominado
ICTA ligero con S-Metolacoloro 960 EC	544.00	1,258.41	Dominado
ICTA Ostúa con S-Metolacoloro 960 EC	544.00	1,992.48	Dominado
Santa Gertrudis con S-Metolacoloro 960 EC	544.00	1,930.74	Dominado
ICTA ligero con Pendimentalin 400 EC	560.00	1,022.73	Dominado
ICTA Ostúa con Pendimentalin 400 EC	560.00	1,784.77	Dominado
Santa Gertrudis con Pendimentalin 400 EC	560.00	1,439.24	Dominado

(Autor, 2014).

En el Cuadro 34, se puede observar que el tratamiento más rentable del estudio fue donde se empleó ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC, con una tasa de retorno marginal de 125.91%, es decir que por cada Q. 100.00 que se inviertan se ganará Q. 125.91.

Cuadro 34. Análisis de dominancia de los tratamientos, de la evaluación de tres variedades de frijol combinados con tres herbicidas químicos para el control de malezas.

Tratamiento	Costo que varían Q/ha	Ingreso neto Q/ha	Diferencia		TMR %
			C.V.	I.N.	
ICTA ligero con control manual	0.00	1,411.38			
Santa Gertrudis con control manual	0.00	1,963.36	0.00	551.98	0.00
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	390.00	2,454.41	390.00	491.05	125.91

(Autor, 2014).

VIII. CONCLUSIONES

El mayor rendimiento se obtuvo con la variedad ICTA Ostúa combinado con Alacloro 480 EC, debido a la acción del herbicida de reducir la competencia de las malezas durante los primeros 40 días después de la siembra.

Las especies de malezas presentes en el estudio fueron: güisquelite (*Amaranthus hybridus* L.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), campanita (*Ipomoea nil* (L.) Roth), flor amarilla (*Melampodium divaricatum* (L.C. Richard) D.), zacate (*Panicum purpurascens* (Raddi)), y coyolillo (*Cyperus rotundus* (L.)). El tratamiento con mejor control para estas malezas fue cuando se utilizó la variedad ICTA Ostúa con la aplicación del herbicida Alaclor 480, con porcentajes de control de 68.85, 63.9 y 48.93% a los 15, 25 y 35 días después de la siembra, lo anterior indica que con este tratamiento se tuvo control de severo a moderado durante de ciclo del cultivo de frijol.

En lo referente a la toxicidad de los herbicidas químicos sobre las plantas de frijol, los resultados mostraron que no existió significancia para la variable variedad de frijol, pero si para los productos herbicidas. El mayor nivel de toxicidad se presentó cuando se utilizó Alacloro 480 EC, con un porcentaje de 15.24%, el cual se considera un efecto ligero.

El tratamiento con menor densidad de malezas fue cuando se utilizó la variedad ICTA Ostúa y se aplicó Alacloro 480 EC, especialmente en las especies de las malezas *Amaranthus hybridus*, *Ipomoea nil* y *Panicum purpurascens*.

En lo que respecta al análisis económico, el mejor tratamiento fue cuando se utilizó la variedad ICTA Ostúa y se aplicó Alacloro 480 EC, con un con una tasa de retorno marginal de 125.91%.

Los tres herbicidas mostraron buen control de malezas, reduciendo la competencia en las variedades de frijol, hasta 40 días después de la siembra, siendo el herbicida Alacloro 480 EC el que mostró los mejores resultados.

IX. RECOMENDACIONES

Según los resultados del estudio se recomienda técnica y económicamente a los productores de frijol de la zona de Santa Catarina Mita, Jutiapa, utilizar la variedad ICTA Ostúa y aplicar el herbicida Alacloro 480 EC.

Sustituir las limpiezas manuales de malezas por herbicidas pre-emergentes debido a que estos pueden mantener hasta 40 días después de la siembra libre o parcialmente libre de malezas, suficiente para vencer el punto crítico en el cultivo de frijol.

Continuar las investigaciones sobre el efecto de los herbicidas pre-emergentes, usando otros ingredientes activos y/o mezclas para uso en los programas de manejo de malezas en el cultivo de frijol.

Divulgar la información generada en esta investigación, a fin de que esté disponible para el uso del agricultor de la zona y sitios aledaños en donde se desarrolló el estudio.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amador, M.; Ramírez, E.; Acosta, J.; Escobedo, R. y Gutiérrez, L. (2004). Control de Malezas con Escardas y Herbicidas Preemergentes en Frijol en Zacatecas. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias, Centro De Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Zacatecas. Folleto Científico No. 6 Septiembre. Zacatecas, México. 65 p.
- Alström S. 1990. Fundamentos del manejo de la mala hierba en agricultura campesina de clima cálido. Crop Production Science 11, Uppsala, 271 pp.
- Anderson, W. P. 1996. Weed Science: Principles and Practices. 3rd. Ed. West Publishing Company. Minneapolis, MN. United State. pp. 95-99.
- Anon. 1987. Reunión Grupo de Apoyo- Eje V (Guatemala), Informe de Síntesis. (Mimeo) IICA- Programa de Seguridad Alimentaria. 80 pp.
- BASF 2007. Prowl. Ficha técnica. Extraído de www.agrequima.com.gt/pdfs/primeros_auxilios/prowl_50ec_herbicida.pdf
- Camplegla, O.G. 1988. Guía para el control de las malezas con herbicidas en la Provincia de Mendoza, Argentina. INTA, Folleto No. 92, 47 pp.
- Cano, O. y López, E. 1996. Control preemergente y postemergente de malezas en frijol, de humedad residual en Veracruz, México. Agronomía Mesoamericana 7(2):4249.
- Caseley, J. C. 1997. Herbicidas. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal. Roma, Italia. pp. 1-10.
- Gámez, A. 2002. Evaluación de la interferencia de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton sobre un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a través del uso de un método aditivo. Trabajo de grado presentado a la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Agronomía. Cabudare, Venezuela.
- García, M. y Barrales, D. S. 1988. Evaluación de herbicidas post emergentes en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de temporal en Santa María Zacatepec, Puebla. Revista Chapingo 59:50-53.
- Ghosseh, H.Z., Holshouser, D. L. y Chandler, J. M. 1996. The critical period of johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in field corn (*Zea mays*). Weed Sci. 44:944-947.
- Holdridge, L. R. (1985). Taller sobre mapificación ecológica en el nivel de zona de vida. s. n. 21 pp.

- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), 2001. Variedades de frijol negro. Guatemala. 18 p.
- Koch W. 1989. Principal manejo de las malas hierbas (notas del curso). Plits 7, 85 p.
- Labrada R. 1992. Manejo integrado de las malas hierbas. Proceedings, International "Weed Management of Asia and the Pacific Region", IAST (Taegu, Korea) FAO, Special supplement No.7 pp 5-14.
- Labrada R. y F. García 1978. Período crítico de competencia de malas hierbas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Agrotecnia de Cuba 10: 67-72.
- Lara, T. 2008. Combate y control de malezas. Asesoría agrícola para agricultores dominicanos. Buit by Pixels. Santo Domingo, República Dominicana. 5 p.
- López S., D. 2007. Evaluación de herbicidas pre y post emergentes en el control y manejo de malezas en hortalizas en Santa María Zacatepec, Puebla. Revista Chapingo 59:54-59.
- Obando, A. J. 1981. Las malezas y su control en el cultivo del frijol en la región de General Trías- Satevo, Chih. p. 179-199. In: Memorias del II Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Chapingo, edo. de México, 4 al 7 de noviembre de 1981.
- Proficol (2010). Alanex. Ficha técnica. Extraída de www.proficol.com.co/producto.php?id=86.
- Radosevich, S., Holt, J. y Ghersa, C. 1997. Weed Ecology: Implications and Management. Second Ed. John Wiley and Sons. New York. United State. 25 p.
- Nieto, J., Brondo, M. y González, J. 1968. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. PANS (C) 14: 159-166.
- Romero, D. y Alemán, F. 1990. Determinación de dosis y momento óptimo de aplicación de los herbicidas Fomesafén y Fluazifop-butil en el control postemergente de malezas en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal 1:22-30.
- Settele J. y Braun, M. 1986. Some effects of weed management on insect pests of rice. Plits 4: 83-100.
- Simmons, Ch; Tárano T., J. M. y Pinto Z., J. H. (1959). Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Ed. José Pineda Ibarra. Guatemala. 1,000 p.

- Syngenta S. A. (2003). Dual Gold 960 EC. Ficha técnica. Extraído de www.syngenta.com/country/cl/cl/.../FolletosDualGoldHortalizas.pdf.
- Tamayo, E. L. M. 1991. La maleza y su manejo integrado en México. *In: Memorias del Curso sobre Manejo y Control de Malas Hierbas*. Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Acapulco, Guerrero, México. pp. 133-153.
- Thonson, W. T. 1993. *Agricultural Chemicals Book II herbicides*. Fresno, Thomson Publications. 110 p.
- Valentín, A.; Esquivel, E.; Cano, O.; y López, E. 1997. Control químico de malezas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Estado de Veracruz. *Agronomía Mesoamericana* 8(1): 53-58.
- VanHeemst, H. D. J. 1985. The influence of weed competition on crop yield. *Agric. Systems* 18:18-93.
- Zaffaroni E., Burity, H., Locatelli, E. y Shenk, M. 1979. Influencia del no laboreo en la producción de maíz y frijol en Turrialba, Costa Rica, CATIE, 21 p.
- Zimdahl, B. 1993. Reconocimiento de la maleza en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la región de la Mixtequilla, Veracruz. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Centro. SARH. INIA. 12 p.

ANEXOS

Anexo 1

Clasificación taxonómica de malezas encontradas en el cultivo de frijol, en Santa Catarina Mita, Jutiapa.

Güisquelite

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Caryophyllales
Familia: Amaranthaceae
Género: *Amaranthus*
Especie: *Amaranthus hybridus* (L.)
Nombre común: Amaranto, bledo, bleo, breo, cenizo, ledos, moco de pavo



Verdolaga

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Caryophyllales
Familia: Portulacaceae
Género: *Portulaca*
Especie: *Portulaca oleracea* (L.)
Nombre común: Borzolaga, lengua de gato, loraca, mal muere, nunca muere, portulaca, verdalaga, verderaja, verdolaga, verdulaga



Campanita

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Solanales
Familia: Convolvulaceae
Género: *Ipomea*
Especie: *Ipomea nil* (L.) Roth
Nombre común: Gloria de la mañana, manto de María, don Diego de día, campanilla morada, quiebra platos.



Flor Amarilla

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Asterales
Familia: Compositae
Género: *Melampodium*
Especie: *Melampodium divaricatum* (L. C. Rich.) DC.
Nombre común: Hierba aguada, margarita, ojo de perico, flor amarilla, hierba de sapo, botón de oro.



Zacate

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Orden: Cyperales
Familia: Poaceae
Género: *Panicum*
Especie: *Panicum purpurascens* (Raddi)
Nombre común: Hoja fina, pasto guineo, privilegio, rabo de mula, zacatón, panizo de guinea, pasto Tanzania.



Coyolillo

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Orden: Poales
Familia: Cyperaceae
Género: *Cyperus*
Especie: *Cyperus rotundus* L.
Nombre común: Coquito, tule, coyolito, coyolillo, cotufa, chufa, zacate de agua, peonia, tulillo.



CONABIO (2009). Catálogo taxonómico de especies de México.

Anexo 2

Control de malezas a los 15, 25 y 35 días después de la siembra

Cuadro 35. Datos por tratamiento y repetición del control de malezas a los 15 días después de la siembra.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacoloro 960 EC	18.44	26.56	26.56	71.56
	Alacloro 480 EC	33.21	18.44	18.44	70.09
	Pendimentalin 400 EC	26.56	39.23	26.56	92.35
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		78.21	84.23	71.56	
Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	26.56	45.00	26.56	98.12
	Alacloro 480 EC	45.00	56.79	45.00	146.79
	Pendimentalin 400 EC	26.56	26.56	33.21	86.33
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		98.12	128.35	104.77	
Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	18.44	26.56	32.23	77.23
	Alacloro 480 EC	33.21	45.00	56.79	135.00
	Pendimentalin 400 EC	0.00	26.56	18.44	45.00
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		51.65	98.12	107.46	
Suma de los Bloques		227.98	310.70	283.79	822.47

Cuadro 36. Tabla auxiliar de control de malezas a los 15 días después de la siembra.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacoloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	23.85	23.36	30.78	0.00	78.00
Ostúa	32.71	48.93	28.78	0.00	110.41
Santa Gertrudis	25.74	45.00	15.00	0.00	85.74
Suma	82.30	117.29	74.56	0.00	274.16

Cuadro 37. Datos por tratamiento y repetición del control de malezas a los 25 días después de la siembra.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacoloro 960 EC	26.46	39.23	39.23	104.92
	Alacloro 480 EC	45.00	26.56	26.56	98.12
	Pendimentalin 400 EC	39.23	50.77	45.00	135.00
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		110.69	116.56	110.79	
ICTA Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	50.77	56.79	39.23	146.79
	Alacloro 480 EC	56.79	71.56	63.44	191.79
	Pendimentalin 400 EC	33.21	33.21	45.00	111.42
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		140.77	161.56	147.67	
Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	33.21	39.23	50.77	123.21
	Alacloro 480 EC	39.23	56.79	63.44	159.46
	Pendimentalin 400 EC	18.44	39.23	39.23	96.90
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		90.88	135.25	153.44	
Suma de los Bloques		342.34	413.37	411.90	1,167.61

Cuadro 38. Tabla auxiliar de control de malezas a los 25 días después de la siembra.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacoloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	34.97	32.71	45.00	0.00	112.68
Ostúa	48.93	63.93	37.14	0.00	150.00
Santa Gertrudis	41.07	53.15	32.30	0.00	126.52
Suma	124.97	149.79	114.44	0.00	389.20

Cuadro 39. Datos por tratamiento y repetición del control de malezas a los 35 días después de la siembra.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacoloro 960 EC	33.21	45.00	45.00	123.21
	Alacloro 480 EC	50.77	26.56	26.56	103.89
	Pendimentalin 400 EC	45.00	63.44	50.77	159.21
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		128.98	135.00	122.33	
ICTA Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	56.79	63.44	45.00	165.23
	Alacloro 480 EC	63.44	71.56	71.56	206.56
	Pendimentalin 400 EC	39.23	39.23	50.77	129.23
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		159.46	174.23	167.33	
Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	39.23	56.79	63.44	159.46
	Alacloro 480 EC	45.00	63.44	71.56	180.00
	Pendimentalin 400 EC	26.56	45.00	50.77	122.33
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		110.79	165.23	185.77	
Suma de los Bloques		399.23	474.46	475.43	1,349.12

Cuadro 40. Tabla auxiliar de control de malezas a los 35 días después de la siembra.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacoloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	41.07	34.63	53.07	0.00	128.77
Ostúa	55.08	68.85	43.08	0.00	167.01
Santa Gertrudis	53.15	60.00	40.78	0.00	153.93
Suma	149.30	163.48	136.92	0.00	449.71

Anexo 3
Números de individuos de Verdolaga (*Portulaca oleracea* (L)) por m²

Cuadro 41. Datos por tratamiento y repetición de individuos de las malezas verdolaga.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolaclo 960 EC	5	3	7	15
	Alacloro 480 EC	4	3	8	15
	Pendimentalin 400 EC	8	15	10	33
	Control manual de malezas	10	16	10	36
Suma de Parcela Grande		27	37	35	
ICTA Ostúa	S-Metolaclo 960 EC	3	3	3	9
	Alacloro 480 EC	1	3	2	6
	Pendimentalin 400 EC	2	4	3	9
	Control manual de malezas	9	13	11	33
Suma de Parcela Grande		15	23	19	
Santa Gertrudis	S-Metolaclo 960 EC	2	4	3	9
	Alacloro 480 EC	0	1	2	3
	Pendimentalin 400 EC	11	10	12	33
	Control manual de malezas	9	13	11	33
Suma de Parcela Grande		22	28	28	
Suma de los Bloques		64	88	82	234

Cuadro 42. Tabla auxiliar del control de la maleza verdolaga.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolaclo 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	5	5	11	12	33
Ostúa	3	2	3	11	19
Santa Gertrudis	3	1	11	11	26
Suma	11	8	25	34	78

Anexo 4

Números de individuos de Güisquilete (*Amaranthus hybridus* L.) por m²

Cuadro 43. Datos por tratamiento y repetición de individuos de la maleza güisquilete.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacoloro 960 EC	3	1	5	9
	Alacloro 480 EC	2	0	4	6
	Pendimentalin 400 EC	1	3	2	6
	Control manual de malezas	3	5	4	12
Suma de Parcela Grande		9	9	15	
ICTA Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	1	1	1	3
	Alacloro 480 EC	1	1	1	3
	Pendimentalin 400 EC	2	4	3	9
	Control manual de malezas	6	10	8	24
Suma de Parcela Grande		10	16	13	
Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	2	4	3	9
	Alacloro 480 EC	1	2	0	3
	Pendimentalin 400 EC	3	2	4	9
	Control manual de malezas	7	5	3	15
Suma de Parcela Grande		13	13	10	
Suma de los Bloques		32	38	38	108

Cuadro 44. Tabla auxiliar del control de la maleza güisquelete.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacoloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	3	2	2	4	11
Ostúa	1	1	3	8	13
Santa Gertrudis	3	1	3	5	12
Suma	7	4	8	17	36

Anexo 5

Números de individuos de Campanita (*Ipomoea nil* L. Roth) por m²

Cuadro 45. Datos por tratamiento y repetición de individuos de la maleza campanita.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacoloro 960 EC	6	4	8	18
	Alacloro 480 EC	2	1	6	9
	Pendimentalin 400 EC	3	10	5	18
	Control manual de malezas	6	12	6	24
Suma de Parcela Grande		17	27	25	
ICTA Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	2	2	2	6
	Alacloro 480 EC	0	2	1	3
	Pendimentalin 400 EC	1	3	2	6
	Control manual de malezas	12	10	14	36
Suma de Parcela Grande		15	17	19	
Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	0	2	1	3
	Alacloro 480 EC	2	3	4	9
	Pendimentalin 400 EC	2	1	3	6
	Control manual de malezas	2	6	4	12
Suma de Parcela Grande		6	12	12	
Suma de los Bloques		38	56	56	150

Cuadro 46. Tabla auxiliar del control de la maleza campanita.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacoloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	6	3	6	8	23
Ostúa	2	1	2	12	17
Santa Gertrudis	1	3	2	4	10
Suma	9	7	10	24	50

Anexo 6
Números de individuos de flor amarilla *Melampodium divaricatum* (L.C. Richard) D. por m²

Cuadro 47. Datos por tratamiento y repetición de individuos de la maleza flor amarilla.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacoloro 960 EC	5	3	7	15
	Alacloro 480 EC	1	1	1	3
	Pendimentalin 400 EC	2	9	4	15
	Control manual de malezas	4	10	4	18
Suma de Parcela Grande		12	23	16	
ICTA Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	3	3	6	12
	Alacloro 480 EC	3	4	2	9
	Pendimentalin 400 EC	0	3	0	3
	Control manual de malezas	3	4	5	12
Suma de Parcela Grande		9	14	13	
Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	0	2	1	3
	Alacloro 480 EC	1	2	3	6
	Pendimentalin 400 EC	3	2	4	9
	Control manual de malezas	12	10	5	27
Suma de Parcela Grande		16	16	13	
Suma de los Bloques		37	53	42	132

Cuadro 48. Tabla auxiliar de los individuos de la maleza flor amarilla.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacoloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	5	1	5	6	17
Ostúa	4	3	1	4	12
Santa Gertrudis	1	2	3	9	15
Suma	10	6	9	19	44

Anexo 7

Números de individuos de Zacate *Panicum purpurascens* (Raddi) por m²

Cuadro 49. Datos por tratamiento y repetición de individuos de la maleza zacate.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacloro 960 EC	4	2	3	9
	Alacloro 480 EC	2	1	0	3
	Pendimentalin 400 EC	2	5	2	9
	Control manual de malezas	6	13	5	24
Suma de Parcela Grande		14	21	10	
ICTA Ostúa	S-Metolacloro 960 EC	2	5	2	9
	Alacloro 480 EC	0	2	1	3
	Pendimentalin 400 EC	0	2	1	3
	Control manual de malezas	1	5	3	9
Suma de Parcela Grande		3	14	7	
Santa Gertrudis	S-Metolacloro 960 EC	1	3	2	6
	Alacloro 480 EC	2	3	4	9
	Pendimentalin 400 EC	2	1	3	6
	Control manual de malezas	1	5	3	9
Suma de Parcela Grande		6	12	12	
Suma de los Bloques		23	47	29	99.00

Cuadro 50. Tabla auxiliar de los individuos de la maleza zacate.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	5	1	5	6	17
Ostúa	4	3	1	4	12
Santa Gertrudis	1	2	3	9	15
Suma	10	6	9	19	44

Anexo 8

Números de individuos de Coyolillo *Cyperus rotundus* (L.) por m²

Cuadro 51. Datos por tratamiento y repetición de individuos de la maleza coyolillo.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacoloro 960 EC	4	2	3	9
	Alacloro 480 EC	3	2	1	6
	Pendimentalin 400 EC	1	4	1	6
	Control manual de malezas	6	13	5	24
Suma de Parcela Grande		14	21	10	
ICTA Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	2	5	2	9
	Alacloro 480 EC	2	4	3	9
	Pendimentalin 400 EC	0	2	1	3
	Control manual de malezas	1	5	3	9
Suma de Parcela Grande		5	16	9	
Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	1	3	2	6
	Alacloro 480 EC	2	3	4	9
	Pendimentalin 400 EC	2	1	3	6
	Control manual de malezas	1	5	3	9
Suma de Parcela Grande		6	12	12	
Suma de los Bloques		25	49	31	105

Cuadro 52. Tabla auxiliar de los individuos de la maleza coyolillo.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacoloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	3	2	2	8	15
Ostúa	3	3	1	3	10
Santa Gertrudis	2	3	2	3	10
Suma	8	8	5	14	35

Anexo 9

Toxicidad de plantas de frijol causada por la aplicación de herbicidas químicos.

Cuadro 53. Datos por tratamiento y repetición de la toxicidad en plantas de frijol provocada por la aplicación de herbicidas químicos.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacoloro 960 EC	0.00	18.44	0.00	18.44
	Alacloro 480 EC	18.44	18.44	18.44	55.32
	Pendimentalin 400 EC	0.00	18.44	0.00	18.44
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		18.44	55.32	18.44	
ICTA Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	0.00	18.44	18.44	36.88
	Alacloro 480 EC	18.44	18.44	26.56	63.44
	Pendimentalin 400 EC	18.44	26.56	0.00	45.00
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		36.88	63.44	45.00	
Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	0.00	18.44	18.44	36.88
	Alacloro 480 EC	0.00	0.00	18.44	18.44
	Pendimentalin 400 EC	18.44	18.44	0.00	36.88
	Control manual de malezas	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de Parcela Grande		18.44	36.88	36.88	
Suma de los Bloques		73.76	155.64	100.32	329.72

Cuadro 54. Tabla auxiliar de toxicidad en plantas de frijol.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacoloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	6.15	18.44	6.15	0.00	30.73
Ostúa	12.29	21.15	15.00	0.00	48.44
Santa Gertrudis	12.29	6.15	12.29	0.00	30.73
Suma	30.73	45.73	33.44	0.00	109.91

Anexo 10
Rendimiento de granos de frijol kg/ha

Cuadro 55. Datos por tratamiento y repetición del rendimiento del cultivo de frijol.

Variedad	Herbicida	I	II	III	Total
ICTA Ligero	S-Metolacoloro 960 EC	520.70	576.13	592.93	1,689.76
	Alacloro 480 EC	534.14	797.85	592.93	1,924.92
	Pendimentalin 400 EC	471.99	455.98	555.84	1,483.81
	Control manual de malezas	399.76	441.76	481.65	1,323.17
Suma de Parcela Grande		1,926.59	2,271.72	2,223.35	
ICTA Ostúa	S-Metolacoloro 960 EC	765.94	765.94	846.07	2,377.95
	Alacloro 480 EC	881.83	920.00	864.80	2,666.63
	Pendimentalin 400 EC	723.94	671.87	802.41	2,198.22
	Control manual de malezas	488.67	346.01	445.82	1,280.50
Suma de Parcela Grande		2,860.38	2,703.82	2,959.10	
Santa Gertrudis	S-Metolacoloro 960 EC	873.44	755.86	690.77	2,320.07
	Alacloro 480 EC	786.09	807.93	781.47	2,375.49
	Pendimentalin 400 EC	557.00	671.87	645.42	1,874.29
	Control manual de malezas	688.67	555.98	596.00	1,840.65
Suma de Parcela Grande		2,905.20	2,791.64	2,713.66	
	Suma de los Bloques	7,692.17	7,767.18	7,896.11	23,355.46

Cuadro 56. Tabla auxiliar del rendimiento de frijol.

Variedades	Herbicidas				Suma
	S-Metolacoloro 960 EC	Alacloro 480 EC	Pendimentalin 400 EC	Control manual de malezas	
ICTA Ligero	563.25	641.64	494.60	441.06	2140.55
Ostúa	792.65	888.88	732.74	426.83	2841.10
Santa Gertrudis	773.36	791.83	624.76	613.55	2803.50
Suma	2129.26	2322.35	1852.11	1481.44	7785.15

Anexo 11

Análisis económico

Cuadro 57. Costos que varían en el control de malezas en el cultivo de frijol.

Tratamientos	Cantidad de herbicida l/ha	Precio unidad Q/l	Costo que varían Q/ha
ICTA ligero con S-Metolacloro 960 EC	1.60	340.00	544.00
ICTA ligero con Alacloro 480 EC	3.00	130.00	390.00
ICTA ligero Pendimentalin 400 EC	4.00	140.00	560.00
ICTA ligero con control manual	0.00	0.00	0.00
ICTA Ostúa con S-Metolacloro 960 EC	1.60	340.00	544.00
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	3.00	130.00	390.00
ICTA Ostúa Pendimentalin 400 EC	4.00	140.00	560.00
ICTA Ostúa con control manual	0.00	0.00	0.00
Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC	1.60	340.00	544.00
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	3.00	130.00	390.00
Santa Gertrudis Pendimentalin 400 EC	4.00	140.00	560.00
Santa Gertrudis con control manual	0.00	0.00	0.00

Cuadro 58. Rendimiento experimental y ajustado del cultivo de frijol.

Tratamientos	Rendimiento experimental Kg/ha	Rendimiento ajustado al 20% Kg/ha
ICTA ligero con S-Metolacloro 960 EC	563.25	450.60
ICTA ligero con Alacloro 480 EC	641.64	513.31
ICTA ligero Pendimentalin 400 EC	494.60	395.68
ICTA ligero con control manual	441.06	352.85
ICTA Ostúa con S-Metolacloro 960 EC	792.65	634.12
ICTA Ostúa con Alacloro 480 EC	888.88	711.10
ICTA Ostúa Pendimentalin 400 EC	732.74	586.19
ICTA Ostúa con control manual	426.83	341.47
Santa Gertrudis con S-Metolacloro 960 EC	773.36	618.69
Santa Gertrudis con Alacloro 480 EC	791.83	633.46
Santa Gertrudis Pendimentalin 400 EC	624.76	499.81
Santa Gertrudis con control manual	613.55	490.84

Cuadro 59. Ingreso neto de la producción de frijol.

Tratamientos	Rendimiento ajustado 20%	Precio Q/kg	Ingreso bruto Q/ha	Ingreso neto Q/ha
ICTA ligero con S-Metolaclo 960 EC	450.60	4.00	1,802.41	1,258.41
ICTA ligero con Alaclo 480 EC	513.31	4.00	2,053.25	1,663.25
ICTA ligero Pendimentalin 400 EC	395.68	4.00	1,582.73	1,022.73
ICTA ligero con control manual	352.85	4.00	1,411.38	1,411.38
ICTA Ostúa con S-Metolaclo 960 EC	634.12	4.00	2,536.48	1,992.48
ICTA Ostúa con Alaclo 480 EC	711.10	4.00	2,844.41	2,454.41
ICTA Ostúa Pendimentalin 400 EC	586.19	4.00	2,344.77	1,784.77
ICTA Ostúa con control manual	341.47	4.00	1,365.87	1,365.87
Santa Gertrudis con S-Metolaclo 960 EC	618.69	4.00	2,474.74	1,930.74
Santa Gertrudis con Alaclo 480 EC	633.46	4.00	2,533.86	2,143.86
Santa Gertrudis Pendimentalin 400 EC	499.81	4.00	1,999.24	1,439.24
Santa Gertrudis con control manual	490.84	4.00	1,963.36	1,963.36