



# UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

COORDINACION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA  
MAESTRIA EN PROTECCION VEGETAL

EFFECTO DE DOS SISTEMAS DE  
LABRANZA Y CONTROL DE MALEZAS  
SOBRE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y  
AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.)  
SEMBRADOS SOLOS Y ASOCIADOS.



**T E S I S**

QUE PRESENTA:

*FRANCISCO LARA ASCENCIO*

COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCION  
VEGETAL

DIRECCION ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



CHAPINGO, MEXICO.

DICIEMBRE DE 1993

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido revisada y aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

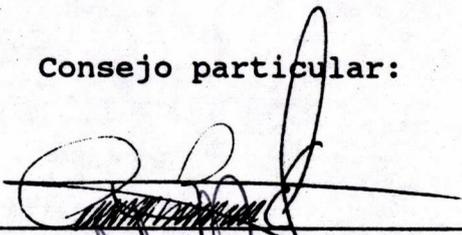
MAESTRIA EN CIENCIAS

EN

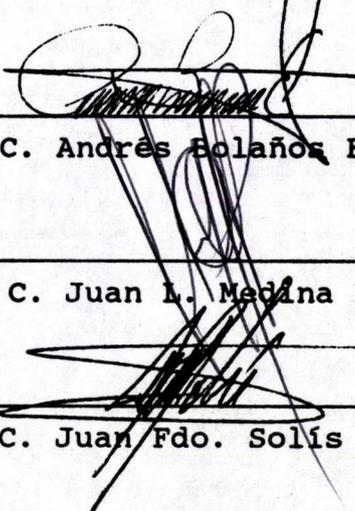
PROTECCION VEGETAL

Consejo particular:

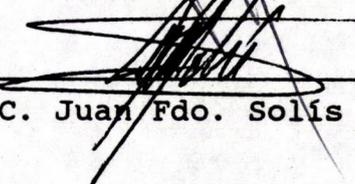
PRESIDENTE

  
M. C. Andrés Bolaños Espinoza

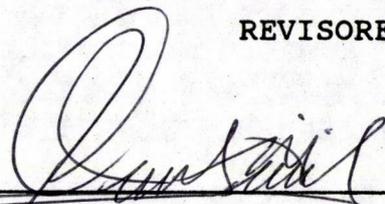
SECRETARIO

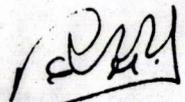
  
M. C. Juan L. Medina Pitalúa

VOCAL

  
M. C. Juan Fdo. Solís Aguilar

REVISORES

  
M. Sc. José Alfredo Domínguez Valenzuela  
Representante por el CODEP - Parasitología Agrícola

  
Dr. Guillermo Mondragón Pedrero  
Representante por la Coordinación General de Postgrado

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CUL

26347

## AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno de México quien a través de la Secretaria de Relaciones Exteriores permitieron el apoyo económico para la realización de mis estudios.

A la Universidad Autonoma Chapingo y en particular al Departamento de Parasitologia Agricola cuyos maestros y trabajadores me brindaron su sabiduria, ayuda y amistad durante mi estancia.

A la Universidad de El Salvador, por darme la oportunidad de una mejor preparación.

Al Dr. Fabio Castillo Figueroa, ejemplo digno a seguir.

Al Maestro en Ciencias, Andrés Bolaños Espinoza, por la dirección del trabajo de investigación, sus valiosas sugerencias y su dedicación en la revisión del escrito.

A los Maestros en Ciencias, Juan L. Medina Pitalua y Juan Fdo. Solís Aguilar, por la revisión minuciosa y sugerencias para la elaboración del documento final.

Al M. Sc. José Alfredo Domínguez Valenzuela y al Dr. Guillermo Mondragón Pedrero, por la revisión minuciosa del escrito final.

Al Maestro en Ciencias Antonio Segura Miranda, por su orientación para la implementación de la presente investigación.

Al Maestro en Ciencias Fernando Urzúa Soria, por su gran apoyo para la identificación de malezas.

Al Maestro en Ciencias Wilson Ildefonso Avilés Baeza, entrañable compañero y amigo,

**BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CHL**

A MEXICO

AL PUEBLO SALVADOREÑO: Porque somos, eso sí, un pueblo excepcional que ama la libertad muy a pesar del hambre en que agoniza (Patria Exacta).

A mis padres, con admiración y respeto.

A mi esposa, Lidia de los Angeles, por su comprensión y apoyo incondicional.

A mis hijos, Katia Sarai, Rosa lily, Ernesto Alonso y José Luis; motivos de esfuerzo y superación.

A mi suegra, Francisca Lidia, por el apoyo de siempre.

A mis compañeros de estudio: Wilson Avilés Baeza, Agustín Cruz Alcalá, José Isidro Rincón Carreón y Isidro Rubén León Granadillo; por compartir momentos difíciles pero llenos de entusiasmo.

A CHAPINGO POR ABRIGARME EN SU SENO

**BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.**

## CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| INDICE DE CUADROS   | i    |
| INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE  | iv   |
| INDICE DE FIGURAS   | v    |
| RESUMEN   | vi   |
| I. INTRODUCCION   | 1    |
| II. OBJETIVOS   | 3    |
| III. HIPOTESIS  | 4    |
| 3.1. Hipótesis general  | 4    |
| 3.1.2 Hipótesis particular  | 4    |
| IV. REVISION DE LITERATURA  | 5    |
| 4.1. Impacto de los sistemas de labranza sobre cultivos y malezas.  | 5    |
| 4.1.1. Generalidades.   | 5    |
| 4.1.2. Efecto de los sistemas de labranza sobre cultivos.   | 7    |
| 4.1.3. Efecto de los sistemas de labranza sobre las malezas.  | 8    |
| 4.2. Influencia de los sistemas de asociación sobre las características agronómicas de los cultivos, poblaciones de malezas y métodos de control. | 10   |
| 4.2.1. Efecto de la asociación de cultivos sobre cultivos.  | 10   |
| 4.2.2. Efecto de las asociaciones de cultivos sobre malezas.  | 12   |
| 4.2.3. Eficiencia relativa de la tierra (LER).  | 14   |
| 4.2.4. Métodos de control de malezas en cultivos asociados.   | 15   |
| 4.3. Respuesta del cultivo de frijol a la influencia de las malezas y métodos de control.   | 17   |
| 4.3.1. Efecto de las malezas sobre el frijol.   | 17   |
| 4.3.2. Métodos de control de malezas.   | 19   |
| 4.4. Respuesta del cultivo de amaranto a la influencia de malezas y métodos de control.   | 20   |
| 4.4.1. Efecto de las malezas sobre amaranto.  | 20   |
| 4.4.2. Métodos de control de malezas.   | 20   |
| 4.5. Respuesta del cultivo de amaranto a las condiciones ambientales.   | 22   |
| 4.5.1. Efecto sobre el crecimiento y desarrollo de amaranto.  | 22   |
| 4.6. Uso de carbón activado como antidoto de herbicida.   | 23   |
| 4.6.1. Selectividad de herbicidas.  | 23   |
| 4.6.2. Uso de carbón activado.  | 24   |

|   |    |
|---|----|
| 5.1. Material genético  | 26 |
| 5.2. Localización de los experimentos                         | 26 |
| 5.2.1. Condiciones climáticas                                 | 27 |
| 5.2.2. Condiciones edáficas                                   | 27 |
| 5.3. Planeación de los experimentos                           | 28 |
| 5.3.1. Experimento uno  | 28 |
| 5.3.1.1. Diseño experimental                                  | 28 |
| 5.3.1.2. Tratamientos   | 28 |
| 5.3.2. Experimento dos  | 30 |
| 5.3.2.1. Diseño experimental                                  | 30 |
| 5.3.2.2. Tratamientos   | 30 |
| 5.3.3. Experimento tres                                       | 31 |
| 5.3.3.1. Diseño experimental                                  | 31 |
| 5.3.3.2. Tratamientos   | 31 |
| 5.4. Conducción de los experimentos                           | 33 |
| 5.4.1. Preparación del terreno                                | 33 |
| 5.4.2. Experimento dos  | 33 |
| 5.4.3. Fechas y método de siembra                             | 33 |
| 5.4.3.1. Experimento uno                                      | 33 |
| 5.4.3.2. Experimento dos                                      | 34 |
| 5.4.3.3. Experimento tres                                     | 34 |
| 5.4.4. Fertilización  | 34 |
| 5.4.5. Aclareo y ajuste de densidad                           | 35 |
| 5.4.6. Riegos   | 35 |
| 5.4.6.1. Experimento uno                                      | 35 |
| 5.4.6.2. Experimento dos                                      | 35 |
| 5.4.6.3. Experimento tres                                     | 35 |
| 5.4.7. Aplicación de herbicidas                               | 35 |
| 5.4.7.1. Experimento uno                                      | 35 |
| 5.4.7.2. Experimento dos                                      | 35 |
| 5.4.7.3. Experimento tres                                     | 35 |
| 5.4.8. Control manual de malezas                              | 36 |
| 5.4.9. Plagas   | 36 |
| 5.4.10. Enfermedades  | 36 |
| 5.5. Recolección de la información                            | 37 |
| 5.5.1. Experimento uno  | 37 |
| 5.5.2. Experimento dos  | 37 |
| 5.5.3. Experimento tres                                       | 38 |
| 5.5.3.1. Variables generales                                  | 38 |
| 5.5.3.2. Eficiencia en control de malezas por<br>tratamiento. | 38 |
| 5.5.3.3. Eficiencia relativa de la tierra (LER)               | 38 |
| 5.5.3.4. Ingreso bruto por hectárea (N\$)                     | 38 |
| 5.5.3.5. Variables evaluadas en frijol                        | 39 |
| 5.5.3.5.1. Número de vainas por planta                        | 39 |
| 5.5.3.5.2. Número de granos por vaina                         | 39 |
| 5.5.3.5.3. Peso seco de planta                                | 39 |
| 5.5.3.5.4. Rendimiento (Kg/ha)                                | 39 |
| 5.5.3.6. Variables evaluadas en amaranto                      | 40 |
| 5.5.3.6.1. Altura de planta                                   | 40 |
| 5.5.3.6.2. Peso seco de planta                                | 40 |
| 5.5.3.6.3. Peso de grano por panoja                           | 40 |
| 5.5.3.6.4. Rendimiento (Kg/ha)                                | 41 |
| 5.6. Análisis estadístico                                     | 41 |
| 5.6.1. Análisis de varianza                                   | 41 |
| 5.6.2. Comparación de medias                                  | 42 |

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

|   |    |
|---|----|
| 6.1. Experimento uno."Determinación de selectividad y modo de acción de cinco herbicidas.   | 43 |
| 6.1.1. Identificación y densidad de malezas   | 43 |
| 6.1.2. Fitotoxicidad de los herbicidas a los cultivos.  | 44 |
| 6.1.3. Porcentajes de infestación y de control de malezas por herbicida.  | 46 |
| 6.2. Experimento dos."Determinación de la cantidad y posición de carbón activado sobre amaranto ( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.).  | 51 |
| 6.2.1. Número de plantas emergidas y sobrevivientes   | 51 |
| 6.3. Experimento tres. Efecto de dos sistemas de labranza y control de malezas sobre frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) y amaranto ( <i>Amaranthus-hypochondriacus</i> L.) sembrados solos y asociados" | 55 |
| 6.3.1. Variables generales  | 55 |
| 6.3.1.1. Identificación, frecuencia y cobertura de malezas.   | 55 |
| 6.3.1.2. Porcentaje de cobertura de malezas   | 58 |
| 6.3.1.3. Peso seco de malezas   | 62 |
| 6.3.1.4. Eficiencia de control de malezas   | 66 |
| 6.3.1.4.1. Labranza convencional  | 66 |
| 6.3.1.4.2. Labranza cero  | 67 |
| 6.3.1.5. Fitotoxicidad del herbicida a los cultivos   | 69 |
| 6.3.1.6. Eficiencia relativa de la tierra   | 69 |
| 6.3.2. Variables evaluadas en frijol  | 72 |
| 6.3.2.1. Peso seco de planta  | 72 |
| 6.3.2.2. Número de granos por vaina   | 75 |
| 6.3.2.3. Número de vainas por planta  | 76 |
| 6.3.2.4. Rendimiento de grano   | 78 |
| 6.3.3. Variables evaluadas en amaranto  | 81 |
| 6.3.3.1. Peso seco de planta  | 81 |
| 6.3.3.2. Peso de grano por planta   | 84 |
| 6.3.3.3. Altura de planta   | 84 |
| 6.3.3.4. Rendimiento de grano   | 90 |
| 6.3.4. Ingreso bruto para frijol  | 94 |
| 6.3.5. Ingreso bruto para amaranto  | 96 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| VII. CONCLUSIONES | 101 |
|-------------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| VIII. BIBLIOGRAFIA | 104 |
|--------------------|-----|

|              |     |
|--------------|-----|
| IX. APENDICE | 112 |
|--------------|-----|

INDICE DE CUADROS

|   | Pág. |
|---|------|
| Cuadro 1. Herbicidas y dosis evaluados en selección preliminar de herbicidas en los cultivos de frijol y amaranto. Chapingo, México.1992.   | 29   |
| Cuadro 2. Asignación de tratamientos de acuerdo a la posición y cantidad de carbón activado. Cultivo amaranto. Chapingo, México. 1992.  | 31   |
| Cuadro 3. Tratamientos evaluados en el experimento tres. Cultivos frijol y amaranto sembrados solos y asociados.  | 33   |
| Cuadro 4. Diversidad, frecuencia y densidad de malezas presentes en el ensayo de selección preliminar de herbicidas sobre frijol y amaranto.  | 43   |
| Cuadro 5. Evaluación de herbicidas en preemergencia a los 15 y 22 días después de la aplicación en base a selectividad en cultivos. Frijol y amaranto.  | 45   |
| Cuadro 6. Evaluación de herbicidas en postemergencia a los 15 y 22 días después de la aplicación en base a selectividad en cultivos. Frijol y amaranto. Chapingo, México. 1992.   | 45   |
| Cuadro 7. Densidad total, porcentajes de infestación y control presentados en la aplicación preemergentes de cinco herbicidas en el ensayo de selección preliminar sobre frijol y amaranto.   | 46   |
| Cuadro 8. Evaluación de herbicidas en postemergencia en base a especies resistentes y porcentajes de de control, selección preliminar de herbicidas para frijol y amaranto.   | 49   |
| Cuadro 9. Tratamientos herbicidas, densidad de malezas, porcentajes de infestación y de control, selección preliminar de herbicidas para frijol y amaranto  | 50   |
| Cuadro 10. Número de plantas emergidas bajo diferentes cantidades y posición de carbón activado sobre amaranto. Chapingo, México. 1992.   | 53   |
| Cuadro 11. Identificación, frecuencia y % de cobertura de las malezas presentes en la primera evaluación (15 días después de la emergencia) en el experimento sobre los factores sistemas de labranza, sistemas de cultivo y métodos de control de malezas. Chapingo, México. 1992. | 56   |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Cuadro 12. | Identificación, frecuencia y % de cobertura de las malezas presentes en la segunda evaluación (35 días después de la emergencia) en el experimento sobre los factores sistemas de labranza, sistemas de cultivo y métodos de control de malezas. Chapingo, México. 1992.                      | 57 |
| Cuadro 13. | Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para las variables % de cobertura (% cober.) y peso seco de malezas (PSM), sobre los factores sistemas de labranza, sistemas de cultivo y métodos de control de malezas, realizado a los 15 y 35 días después de la emergencia de los cultivos. | 60 |
| Cuadro 14. | Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable porcentaje de cobertura (% cober) 1 <sup>a</sup> evaluación sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y métodos de control de malezas). Chapingo, México. 1992                 | 61 |
| Cuadro 15. | Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable % de cobertura (% cober) 2 <sup>a</sup> evaluación sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas). Chapingo, México. 1992.                                    | 61 |
| Cuadro 16. | Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable peso seco de malezas (PSM) 1 <sup>a</sup> evaluación sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y métodos de control de malezas). Chapingo, México. 1992                        | 65 |
| Cuadro 17. | Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable peso seco de malezas (PSM) 2 <sup>a</sup> evaluación sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas). Chapingo, México. 1992.                                  | 66 |
| Cuadro 18. | Peso seco de malezas (PSM) y eficiencia de control de malezas (ECM) en % a los 15 y 35 DDE para los tratamientos de factores principales. Chapingo, México. 1992.   | 68 |
| Cuadro 19. | Eficiencia relativa de la tierra en términos de rendimientos e ingreso bruto obtenido para los cultivos frijol y amaranto; sometidos a diferentes sistemas de labranza y de cultivo, métodos de control de malezas.   | 71 |

- Cuadro 20. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para las variables de frijol peso seco de planta (PSP), número de granos por vaina (NGV), número de vainas por planta (NVP), rendimiento de grano (RF) y ingreso bruto (IBF) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y métodos de control de malezas). Chapingo, México. 1992. 74
- Cuadro 21. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable peso seco por planta de frijol (PSP) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas). Chapingo, México. 1992. 75
- Cuadro 22. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable número de granos por vaina (N. G. V) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas). Chapingo, México. 1992. 76
- Cuadro 23. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable número de vainas por planta (N.V.P) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas). Chapingo, México. 1992. 78
- Cuadro 24. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable rendimiento de grano (R.F) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas). Chapingo, México. 1992. 81
- Cuadro 25. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para las variables peso seco de planta (PSPA), peso en grano por planta (PGPA), altura de planta (ALPA) rendimiento de amaranto (RA) y ingreso bruto (IBA) sobre los tratamientos de factores principales ( sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas). 82
- Cuadro 26. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable peso seco de planta de amaranto (PSPA) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas ). Chapingo, México. 1992. 84
- Cuadro 27. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable peso de grano por planta de amaranto (PGPA) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas). 87

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 28. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable altura de planta de amaranto (ALPA) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas) . Chapingo, México. 1992. | 90 |
| Cuadro 29. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable ingreso bruto de frijol (I.B.F) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas ). Chapingo, México. 1992.     | 94 |
| Cuadro 30. Comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable ingreso bruto de amaranto (I.B.A) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivo y control de malezas ). Chapingo, México. 1992.   | 96 |

#### INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE

|   |     |
|---|-----|
| Apéndice 1. Grados de libertad y cuadrados medios del ANAVA para las variables de estudio en el cultivo de frijol. Chapingo, México.1992.   | 113 |
| Apéndice 2. Grados de libertad y cuadrados medios del ANAVA para las variables de estudio en el cultivo de amaranto. Chapingo, México.1992. | 114 |
| Apéndice 3. Precipitación y temperaturas máxima y media presentadas para el año de 1992.  | 115 |
| Apéndice 4. Precipitación y temperatura máxima y media presentadas 15 días antes de la aplicación del herbicida linuron.                    | 116 |
| Apéndice 5. Precipitación y temperatura máxima y media presentadas 15 después de la aplicación del herbicida linuron.                       | 117 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Distribución de tratamientos, selección preliminar de herbicidas. Cultivos frijol y amaranto. Chapingo, México. 1992.   | 29 |
| Figura 2. Distribución de tratamientos de acuerdo a la posición y cantidad de carbón activado, Cultivo amaranto. Chapingo, México. 1992.  | 30 |
| Figura 3. Distribución de tratamientos, efecto de dos sistemas de labranza y métodos de control de malezas sobre frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) y amaranto ( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) sembrados solos y asociados. Chapingo, México, 1992. | 32 |
| Figura 4. Interacción sistemas de cultivos por control de malezas. Variable peso de grano de planta en amaranto.  | 86 |
| Figura 5. Interacción sistemas de cultivos por control de malezas. Variable altura de planta en amaranto.   | 89 |
| Figura 6. Interacción sistemas de cultivos por control de malezas. Variable rendimiento de grano en amaranto.   | 92 |
| Figura 7. Interacción sistemas de cultivo por control de malezas en cada sistema de labranza, para la variable rendimiento de amaranto.   | 93 |
| Figura 8. Interacción sistemas de cultivos por control de malezas. Variable ingreso bruto para amaranto.  | 98 |
| Figura 9. Interacción sistemas de cultivo por control de malezas en cada sistema de labranza, para la variable ingreso bruto de amaranto.   | 99 |

## RESUMEN

En Chapingo, México, durante el año de 1992; se establecieron una serie de tres experimentos de campo para 1) determinar la selectividad y modo de acción de cinco herbicidas (bromoxinilo, linuron, metolaclor, simazina y fomesafen) aplicados en pre y postemergencia sobre frijol y amaranto, 2) determinar la cantidad y posición de carbón activado sobre amaranto capaz de inhibir la actividad fitotóxica de la mezcla linuron + metolaclor aplicado en preemergencia y 3) conocer los efectos de dos sistemas de labranza y control de malezas sobre frijol y amaranto sembrados solos y en asociación.

En la determinación de selectividad se evaluó la toxicidad a los cultivos, densidad de malezas, % de infestación y control de malezas. En aplicaciones preemergentes a excepción del bromoxinilo todos los herbicidas resultaron fitotóxicos al amaranto cuando no se le aplicó carbón activado sobre la superficie del suelo. En frijol sólo el herbicida simazina provocó ligera clorosis intervenal 15 días después de la aplicación (D.D.A), que se acentuó a los 35 D.D.A.. En postemergencia, a excepción de los herbicidas bromoxinilo y metolaclor todos fueron fitotóxicos al amaranto, en cambio para frijol, los herbicidas bromoxinilo y fomesafen no causaron fitotóxicidad alguna. Para la densidad de malezas, los herbicidas bromoxinilo y metolaclor presentaron la mayor densidad de malezas y por ende los porcentajes de infestación más elevados (15 D.D.A); el mejor porcentaje de control lo presentaron los herbicidas fomesafen, linuron y simazina. A los 35 D.D.A los herbicidas bromoxinilo, metolaclor y linuron presentaron la mayor densidad de malezas y por ende mayor infestación. El mejor control de malezas se obtuvo con fomesafen, aplicado en pre y postemergencia, sin embargo, resultó fitotóxico al amaranto, aún cuando fue colocado carbón activado sobre la superficie del suelo.

En la determinación de la cantidad y posición de carbón activado, capaz de inhibir la actividad fitotóxica de la mezcla linuron + metolaclor sobre amaranto, se probaron 4 dosis de carbón activado (50, 100, 125 y 150 kg/ha), aplicados ya sea sobre la semilla o sobre la superficie del suelo; además de dos testigos con y sin protectante pero sin aplicación de la mezcla. La variable evaluada fue número de plantas emergidas y sobrevivientes. El análisis de varianza no manifestó diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo la aplicación de 100 kg/ha del protectante y colocado sobre la superficie del suelo fue el tratamiento que permitió el mayor número de plantas sobrevivientes a los 10 y 18 días después de la emergencia.

Finalmente para determinar el efecto de los cambios en los sistemas de labranza y métodos de control de malezas sobre frijol y amaranto sembrados solos y asociados; se evaluaron las variables peso seco por planta y rendimiento de grano/ha en ambos cultivos. Del análisis de varianza realizado, se observó que el amaranto fue la especie más afectada por el sometimiento a los diversos factores de estudio, manifestando su mayor potencial cuando fue sometido a labranza convencional, sembrado solo y control manual de malezas. El frijol fue notablemente afectado por los métodos de control de malezas, reduciendo su potencial bajo el sistema de labranza cero y en asociación. El mejor tratamiento para el sistema de asociación fue obtenido en el sistema de labranza convencional y control manual de malezas.

## I. INTRODUCCION

Los cultivos asociados de cualquier tipo, son una práctica común en sistemas agrícolas de producción tradicional, en diferentes regiones del mundo, como Africa, Asia y América latina, en donde se puede localizar a más del 80 % de los pequeños productores agrícolas (Edje 1990, citado por Medina *et al.* 1991).

En México las áreas de minifundio por lo regular son cultivadas con varios tipos de asociación. Cuando el ciclo es de temporal, usualmente domina el cultivo de maíz, el cual a su vez es asociado con frijol, principalmente en climas templados y en climas tropicales con una gran variedad de cultivos locales (Aguilar, 1990); Existen diversas asociaciones de cultivos tanto en sistemas tradicionales como modernos (Medina *et al.* 1991).

Dentro de los cultivos locales se cita al amaranto, y Early (1977), menciona a la asociación frijol-amaranto; aunque el amaranto estuvo en vías de extinción después de la llegada de los españoles, al tratar de evitar el culto que los nativos profesaban a la planta (Sumar, 1983), por lo que en México debido a los usos para los cuales se empleaba durante la colonia su cultivo se vió casi desaparecido. No obstante dicha asociación se torna importante debido a las características nutricionales de ambos cultivos, pues el frijol posee un alto contenido de proteínas (22.9%), el amaranto contiene 16.0% (Wagoner y Kauffman, 1984), valores que asociados a la dieta básica de los minifundistas cobran relevancia ya que enriquecen la calidad nutritiva de la alimentación.

En el Valle de México, varios autores (Lépiz (1974), Platero (1975), Sánchez (1977)) han encontrado que la asociación de cultivos maíz-frijol representa una buena alternativa para que el pequeño agricultor aumente sus ingresos, además de que son cultivos ampliamente practicados, encontrándose que para 1983 este cultivo asociado ocupaba alrededor de 60 mil hectáreas en el área de influencia del Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CAEVAMEC), (Osoria, 1983).

Por otro lado, algunos investigadores citados por Osoria (1983), plantean que el uso de una leguminosa en siembras asociadas ofrece ventajas como lo son la protección del suelo,

conservación de macronutrientes, impedimento de la proliferación de malezas, aumento en la eficiencia del uso de la tierra y alto valor económico de la producción. Sin embargo, a pesar de las ventajas proporcionadas por los sistemas de asociación de cultivos, aún son muchos los aspectos que deben ser estudiados y que de hecho se están investigando como son los sistemas de labranza. Los patrones de cultivo en asociación, arreglos topológicos, mejoramiento genético de las especies para crecer en asociación, fertilidad, adecuados métodos de experimentación, técnicas de manejo de malezas; entre otros, son algunos de los temas para profundizar en esta opción de mayor productividad (Medina *et al.* 1991). Los mismos autores citan a varios investigadores que enuncian que los aspectos relativos a fitoprotección (plagas, enfermedades y malezas) han recibido poca atención. Por lo que Aguilar (1990), menciona que aún cuando los cultivos asociados teóricamente presentan menos oportunidades para que se establezcan las malezas, el manejo de la maleza en forma cultural, mecánica y química no debe descuidarse. Aunque el empleo del control químico de malezas en cultivos asociados se torna lógicamente más difícil, riesgoso e inseguro, comparado con el uso de herbicidas en monocultivos, ya que al manejar dos o más especies cultivadas en asociación, se disminuye la posibilidad de selección de productos que sean selectivos a la asociación, incrementándose el riesgo de que el herbicida resulte fitotóxico para alguno de los componentes de ésta; sin embargo existe la posibilidad de manejar la selectividad de herbicidas ya sea por posición o agronómica y selectividad fisiológica o bioquímica (Medina *et al.* 1991). Aunque se corre el riesgo de que aquellas malezas que se asemejan al cultivo sean más difíciles de controlar.

Sin embargo, ante la imperiosa necesidad de buscar alternativas viables para incrementar la producción agrícola se hace necesario la búsqueda de información que permita el manejo racional de los cultivos involucrados en las asociaciones, con el objeto de buscar y generar técnicas cuya aplicación redunde en beneficios para aquellos que están inmersos en la tarea de proveer alimentos; beneficios basados en mayores rendimientos y calidad de lo producido con un menor esfuerzo y mayor efectividad en las

labores involucradas para tal fin. Basado en lo anteriormente expuesto, se desarrolló la presente investigación durante el año de 1992.

## II. OBJETIVOS

Determinar la cantidad y posición de antidoto (carbón activado) capaz de proteger del efecto herbicida sobre el cultivo que resulte susceptible, para ser empleado en la asociación.

Observar y evaluar el comportamiento de cinco diferentes herbicidas en relación a la selectividad y fitotóxicidad ante frijol y amaranto así como su efectividad en el control de la maleza.

Determinar los cambios en los sistemas de labranza, sistemas de cultivos y métodos de control de malezas sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.).

Determinar el tratamiento que, de acuerdo a los sistemas de labranza, de cultivos y de control de malezas, resulte adecuado para la producción de los cultivos (monocultivos y asociados).

### III. HIPÓTESIS

#### 3.1. HIPÓTESIS GENERAL.

El sistema de labranza de conservación y el control químico de malezas son la mejor opción para la producción de frijol y amaranto solos o asociados; a la vez que repercutirá en la expresión de las características agronómicas de ambos cultivos. Por otro lado, el uso de carbón activado como antídoto para evitar daños por toxicidad de herbicidas sobre amaranto garantiza la eficiencia de control de malezas y la evasión de daños para esta especie de cultivo.

#### 3.1.2. HIPÓTESIS PARTICULAR.

La no remoción del suelo, el asocio del frijol y amaranto y el empleo de herbicidas son una opción para reducir la competencia con las malezas y obtener una adecuada producción de los cultivos.

El incremento en la cantidad y posición del carbón activado sobre la semilla garantiza la evasión fitotóxica del herbicida sobre amaranto.

## IV. REVISION DE LITERATURA

### 4.1. IMPACTO DE LOS SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE LOS CULTIVOS Y MALEZAS.

#### 4.1.1. GENERALIDADES.

Las investigaciones han reportado que los métodos (sistemas) de labranza mínima en suelos profundos y bien drenados son muy eficientes, lo que unido a la ayuda de sustancias químicas disminuyen la incidencia de las malezas y se evita el riesgo de desnivelar el suelo, al mismo tiempo que no se alteran las propiedades físicas del mismo (Gavande, 1973). Este mismo autor define a la intensidad de labranza como las diferentes manipulaciones mecánicas de los suelos, con el fin de mantenerlos en condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos. Por otro lado Krishnamurthy *et al.* (1984), define a la intensidad de labranza como la remoción que se hace a la tierra con el fin de modificar propiedades físicas de la misma, en mayor o menor intensidad, para favorecer al cultivo y al ingreso neto considerando al recurso suelo. Al referirse a los métodos de labranza en México, indica que ésta ha recibido gran impulso en los últimos años y señala además que es necesario considerar al suelo y quizás al clima para decidir la intensidad de labranza a realizar para obtener un uso económico y adecuado.

González (1990), afirma que la labranza de conservación encierra un solo proceso, mayor producción, productividad y conservación del recurso natural, con una considerable disminución de la contaminación, además de la reducción en la infestación de malezas.

Unger y McCalla (1980), manifiestan que la labranza de conservación (labranza cero) ayuda al control de malezas de varias maneras como son:

Eliminando las plántulas cuando están emergiendo, debido a que el mantillo forma buena barrera que impide el paso de luz.

Enterrando las semillas de malezas y retardando el crecimiento de las malezas perennes; por la adición constante de rastrojo.

Dejando una superficie llana para impedir la posterior germinación de las semillas de malezas.

Aportando suficiente porosidad sobre la superficie del suelo para un cultivo efectivo.

Fira (1993), menciona que en el sistema de labranza de conservación se tienen menores costos y mayores rendimientos, se aumenta la eficiencia en el uso del agua, se prepara tanto una buena cama para la semilla como un firme soporte para las plantas, se puede sembrar el mismo día de la cosecha, se conserva el suelo en excelentes condiciones físicas para la producción. Para alcanzar lo anterior, es necesario hacer el mínimo e indispensable movimiento del suelo y manejar cuando menos el 30% del mantillo o cobertura vegetal sobre el suelo. Así mismo, Conceptualizan a la labranza de conservación como un sistema o secuencia de operaciones que reducen la pérdida de suelo y agua y optimizan el aprovechamiento de la energía en comparación con el sistema convencional, mediante el uso principalmente de un mantillo o cubierta de residuos vegetales. A menudo se piensa que eliminar labores de preparación y escarda conlleva necesariamente a un uso excesivo de herbicidas, lo que no es exactamente cierto, aunque definitivamente son una herramienta valiosa que debe ser usada con responsabilidad y cuidado.

Las experiencias en el Bajío han demostrado que la incidencia de las malezas tiende a disminuir fuertemente en los predios en los que se ha dejado de remover el suelo y en los cuales se ha estado usando el sistema de labranza de conservación. Esta reducción se observa marcadamente en malezas de hoja ancha y gramíneas anuales. Las malezas perennes de hoja angosta, por el contrario, tienden a incrementarse conforme avanza el número de ciclos sin laboreo, por lo que este será el principal problema de malezas en el sistema de labranza de conservación (FIRA, 1993).

Lal (1989), considera como sistema de labranza de conservación sólo cuando cumple aspectos fundamentales como:

Presencia de residuos de cultivos.

Efectiva conservación del suelo y agua.

Conservación y mejoramiento de la materia orgánica y estructura del suelo.

Sostenimiento de un alto nivel económico de productividad.

Existencia de mínimas necesidades para el uso de químicos como plaguicidas.

Preservación de la estabilidad ecológica.

Minima contaminación del agua y ambiente.

Lo anterior pueden ser satisfechos mediante la adopción de un amplio rango de prácticas y medidas culturales como es el uso de residuos y otros.

#### 4.12. EFECTO DE LOS SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE CULTIVOS.

Thung (1991), manifiesta que para frijol, la preparación del terreno puede proveer altos beneficios, especialmente terrenos fuertemente infestados por malezas o con altos niveles de residuos de cosechas; estos residuos pueden ser incorporados al suelo a poca profundidad promoviendo la fermentación por microorganismos, fijando el nitrógeno aprovechable antes que la descomposición de la materia orgánica sea complementada. También menciona que la labranza mínima no es muy comunmente usada en frijol, sin embargo en algunas regiones con altas precipitaciones, el frijol es sembrado al voleo entre los residuos de los cultivos anteriores y de malezas muertas.

Gallegos y Domínguez (1990), manifiestan que en frijol es factible que con menores intensidades de labranza se pueden obtener mejores beneficios, en la medida que se mantienen los rendimientos promedio y se abaten los costos de producción. Así mismo Mullins (1985), ratifica que la labranza cero puede ser potencialmente empleada para la producción de frijol, siempre y cuando las siembras se realicen sobre suelos que presentan residuos de cultivos como cobertura. Aunque Miler y Burke (1984) y Mullins (1986), encontraron que el frijol desarrolla mucho mejor en suelos roturados.

Alvarez-Solis *et al.* (1990), al evaluar la nodulación y rendimiento de frijol tratado con diferentes herbicidas en dos sistemas de labranza, afirman que la alteración del medio edáfico a través de la labranza afecta la capacidad de nodulación y rendimiento; así también encuentran una mayor estabilidad en la

fijación simbiótica del nitrógeno en el sistema de labranza cero, sin que existan daños en la nodulación del frijol con la aplicación de los herbicidas linuron, alaclor, bentazona, EPTC y paraquat.

Vieira *et al.* (1989), encontraron que los sistemas de preparación del suelo, tienen un efecto diferente sobre la asociación de cultivo maíz-frijol, encontrando que la densidad de raíces de ambos cultivos decreció a medida que se aumentó la profundidad de muestreo con excepción de cuando el frijol fue sembrado entre los surcos de maíz, no encontrando diferencias significativas respecto a características y/o producción de frijol sometido a diferentes sistemas de manejo.

Tyler y Overton (1982), compararon el efecto de diferentes métodos de labranza bajo condiciones de sequía sobre la calidad de la semilla de soya, encontrando que el grano producido en labranza cero fue de alta calidad tanto en la germinación, peso, densidad y rendimiento; siendo siempre superior al obtenido de los granos provenientes de labranza convencional. Lo anterior puede deberse a que en la labranza cero existe mayor disponibilidad de agua en el suelo debido a la cobertura sobre el suelo. Anaele y Bishnoi (1992), encontraron que el cultivo de soya rinde menos cuando es sometido a labranza cero, sin embargo los costos de preparación del terreno fueron menores y el nivel de humedad del suelo y nitrógeno fueron mayores; por lo que las pérdidas en el rendimiento de grano pueden ser minimizadas con una adecuada distribución de plantas que se puede realizar con modificaciones en las sembradoras y obtener un buen contacto semilla-suelo.

Diversos autores (Alejandro y Gómez (1986); González y Bressani (1987); Pimentel (1987); Weber (1984) entre otros, sostienen que para cultivar amaranto es necesario una remoción del suelo al grado de dejarlo bien mullido, indicando que esta condición es necesaria para la adecuada germinación de las semillas y el establecimiento de las plantas.

#### 4.1.3. EFECTO DE LOS SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE LAS MALEZAS.

Los sistemas de labranza afectan diferencialmente al suelo, por lo tanto, también afectan el grado de control de las malezas

obtenido mediante su uso. Por otro lado, también afectan la eficiencia de los herbicidas aplicados sobre la superficie, así como a la cantidad de residuos que permanecen sobre ella; por lo que para la máxima eficiencia de estos herbicidas, deben ser colocados de manera uniforme y total sobre la superficie del suelo; sin embargo en labranza cero esto puede resultar en un cambio en las especies de malezas y a la aparición de malezas resistentes (Unger y McCalla, 1980). Froud-Williams *et al.* 1983, reportan que cuando se realiza labranza mínima se incrementa la presencia de malezas perennes aunque se muestra una reducción de las especies de hoja ancha.

Dawelbeit y Hamada (1992), estudiaron el efecto de la variación en la labranza (labranza cero, un paso de rastra, dos pasos de rastra, barbecho y rastreo) sobre la población de malezas y el establecimiento del cultivo de cacahuate; encontrando que el número y cobertura de malezas, índice de proporción de emergencia del cultivo y rendimiento no fueron afectados por los diferentes sistemas de labranza, por lo que la adopción de la labranza mínima puede ser una buena opción para la siembra de cacahuate. La falta de diferencias puede ser atribuible entre otras causas a las buenas características del suelo, aprovechamiento del agua de riego y a la ausencia de malezas perennes.

Richey *et al.* (1977), enuncian que en el sistema de labranza cero, el aflojamiento o alteración del suelo para la colocación de las semillas de cultivo es limitada y las malezas son controladas con herbicidas; también este sistema permite que las semillas de malezas que están en la superficie del suelo presentan limitaciones ambientales para su germinación; por lo que, cuando los herbicidas fallan, la labranza puede ser necesaria para salvar al cultivo. La labranza cero incrementa los rendimientos primeramente porque facilita una relación armónica plantación-germinación-desarrollo, control de malezas y conservación de humedad. Por otro lado la proporción de residuos que quedan sobre la superficie juega un papel primordial. También Tafoya (1990), al evaluar métodos de labranza y control de malezas en la relación *Rhizobium leguminosarum* Biovar *Phaseoli-Phaseolus vulgaris* L., encontró que la labranza mínima ocasionó una mayor resistencia mecánica, pero no ocasionó ninguna diferencia sobre

las demás propiedades físicas del suelo ni sobre la maleza con respecto a la labranza convencional.

## 4.2. INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE ASOCIACION SOBRE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS CULTIVOS, POBLACIONES DE MALEZAS Y METODOS DE CONTROL.

### 4.2.1. EFECTO DE LA ASOCIACIÓN DE CULTIVOS SOBRE CULTIVOS.

Los cultivos asociados han alcanzado en años recientes nuevos enfoques debido al incremento de la productividad de los cultivos involucrados tanto por unidad de área y unidad de tiempo, así; como del aprovechamiento y eficiente utilización de factores como luz, agua, nutrientes y espacio. Además ayudan a restaurar la fertilidad del suelo principalmente si una leguminosa es componente de la asociación (Balyan y Singh, 1986). Por otro lado, la asociación de cultivos como sorgo-chicharo es muy adoptada por los agricultores en países como India ya que ofrecen seguridad bajo condiciones adversas además de obtener alta producción (Dwivedi et al. 1991).

En la región de la sierra Norte de Puebla, México; existe un complejo de especies principalmente promovidas o toleradas o bien como malezas o como ruderales; dentro de ellas se encuentra al amaranto *A. hypochondriacus* L. creciendo en las siembras de maíz, en estas condiciones es consumido en estado de plántula, las plantas completas cuando ya están desarrolladas, se consumen los brotes tiernos (Espitia y Mapes, 1992). Odtojan (1983), afirma que para maximizar la productividad por unidad de área de terreno, el amaranto puede ser un buen cultivo a intercalar con los cultivos permanentes o como cultivo de relevo en un sistema basado en cosechas estacionales; su bajo requerimiento de agua para su crecimiento y desarrollo aventaja a cualquier cultivo durante la estación más calurosa del año. Sin embargo es necesario considerar algunos aspectos morfo-fisiológicos que se suceden en aquellos cultivos involucrados en los sistemas de plantación, como son los cambios sobre el rendimiento, materia seca, altura de plantas, número de vainas y otros.

Vazquez y Kohashi (1983), al estudiar la fenología, rendimiento y componentes de rendimiento de frijol variedad canario 107 y caña de azúcar, como cultivos intercalados, encontraron que la caña no afectó el rendimiento de semilla, sus componentes y la biomasa del frijol; el frijol de hábito de crecimiento determinado, no afectó el rendimiento ni sus componentes de la caña de azúcar, además la intercalación de ambos cultivos hace un uso más eficiente de los fertilizantes y la luz. La variedad de frijol empleada es ideal para intercalar con caña, por su precocidad y su hábito de crecimiento determinado de mata, ya que no sombrea a la caña de azúcar, ni es sombreada por dicho cultivo.

Ramírez (1981), al estudiar las diferencias en morfología de dos variedades de frijol de diferente hábito de crecimiento Canario 107 (arbustivo) y Negro 150 (semivoluble) y del maíz, al crecer bajo diferentes sistemas de siembra (unicultivo, asociado e intercalados) encontró que, para el caso del frijol arbustivo (C-107), se presentaron algunas modificaciones en cuanto a la respuesta morfológica, afectado principalmente por el efecto de la asociación. Concluye que la variedad de frijol canario 107, sufre cambios en los componentes morfológicos del rendimiento al ser asociada con frijol (al pie de mata y/o entre matas) e intercalada con la variedad de maíz H-28, en relación con las siembras en unicultivo, debido probablemente a la falta de luz en los estratos inferiores del sistema. Los principales componentes de rendimiento que fueron modificados en la variedad canario 107 por efecto de la asociación o intercalación con maíz fueron: el peso seco de la semilla por planta, número de semillas normales por planta, número de vainas normales por planta, número de ramas de primer orden por planta, área foliar y número de hojas trifoliadas por plantas. El número de vainas por planta fue mayor en monocultivo que en asociación.

Wahua *et al.* (1981) encontraron que al asociar maíz-chicharo de vaca, se mostraron cambios en este último cultivo principalmente sobre el rendimiento de grano, número de ramas, peso seco de tallo y vainas por planta; atribuyendo dichos resultados a las diferentes configuraciones del dosel.

Andrade *et al.* (1986), encontraron que el maíz asociado con frijol, produjo rendimientos bajos en relación a los obtenidos en monocultivo, posiblemente por la competencia que se establece con el frijol reduciendo la expresión de la variable. Para frijol el sistema de asociación afectó el número de vainas por planta afectando al rendimiento. Sin embargo, Zaffaroni *et al.* (1987), al evaluar parámetros de estabilidad de los cultivos de frijol, maíz algodón y mandioca, sembrados solos y asociados encontraron que; el rendimiento de maíz y frijol no fueron significativamente afectados por los sistemas de asociación, mas no así los rendimientos de algodón y mandioca los cuales se vieron reducidos. Loiza (1986), encontró que el sistema de asociación maíz-frijol es más efectivo en el uso de los recursos en relación a los sistemas sembrados solos, aunque la asociación retarda la aparición de las fases fenológicas en maíz, por otro lado, la competencia que se establece en maíz asociado con frijol afecta la producción y asignación porcentual de la materia seca hacia algunos órganos, en tanto que para otros como láminas, vainas y raquis es poco modificada.

Oliveira *et al.* (1990), al estudiar el comportamiento del frijol asociado con papa, encontraron que el rendimiento de éste no fue perjudicado por la papa llegando en algunos casos a producir más que en monocultivo, ya que fue beneficiado por los insumos (fertilizantes, fungicidas) aplicados en el otro cultivo. Sin embargo, el cultivo de papa sí resultó afectado principalmente en aquellas siembras realizadas en marzo y abril cuya reducción en el rendimiento fue del orden de 43 a 55%.

#### 4.2.2. EFECTO DE LAS ASOCIACIONES DE CULTIVOS SOBRE MALEZAS.

La magnitud de reducción en el desarrollo de las malezas por parte de los sistemas de cultivos asociados depende en gran manera de la naturaleza de las especies a asociar, su relativa proporción en el sistema y el arreglo espacial de las plantas (Prasad y Srivastava, 1991). Así mismo Reddy *et al.* (1985), citan que el buen éxito de un sistema de asociación en suelos humedecidos depende de los cultivos componentes del sistema, además el uso eficiente de la humedad y nutrientes puede ser óptimo sólo cuando

hay un efectivo control de malezas.

Woolley y Davis (1991), afirman que en general las prácticas que se realizan para favorecer a los cultivos tienden a incrementar la competencia con las malezas y por ende existe una mayor necesidad en la frecuencia de control. Aunque las malezas son virtualmente un problema menor en asociaciones que en monocultivos, las asociaciones de cultivos especialmente aquellas donde están involucradas especies de hoja ancha y gramíneas (Ej. Maíz-Frijol) llenan más de un nicho ecológico y esto les permite competir eficazmente con un gran número de especies de malezas. En contraste pueden ser un grave problema en cultivos de rotación o relevo, aseverando también que en la asociación de cultivos maíz-frijol se requiere de un menor control manual o bajas dosis de herbicidas para la supresión de malezas.

La asociación de cultivos frijol-mandioca, son una buena medida de control y/o reducción de manera significativa de la materia seca de plantas dañinas (malezas) (CIAT, 1979; citados por Fleck *et al.* 1984). A lo que Venkateswarlu y Ahlawat (1986), añaden que la práctica de cultivos asociados ha sido reconocida por su fuerte potencial para la supresión en el desarrollo de las malezas; sin embargo, la eficiencia en la supresión de las mismas depende en gran manera de los cultivos componentes de la asociación.

Fleck *et al.* (1984), estudiaron el efecto de sistemas de cultivos sobre la reducción de malezas encontrando que, cuando fueron comparados los monocultivos en relación a las asociaciones, los primeros redujeron el crecimiento de las malezas, siendo el cultivo girasol la especie que presentó una elevada habilidad para competir con las malezas a diferencia del frijol o maíz donde dicho efecto fue menor. Por otro lado, los sistemas de asociación donde participó el cultivo de girasol mostraron mayor eficiencia en la competencia con las malezas. También el frijol mostró mayor desarrollo cuando fue asociado con maíz, en relación a su asociación con girasol. Yaduraju *et al.* (1986), encontraron que la asociación de cultivos maíz - frijol mungo, frijol chino y soya, no reducen la infestación de malezas, cuando éstas son comparadas con los cultivos solos.

### 4.2.3. EFICIENCIA RELATIVA DE LA TIERRA (LER).

Existen varias técnicas desarrolladas para cuantificar la eficiencia de rendimiento de la asociación de cultivos; de estas la Razón de Uso Equivalente de la Tierra (LER) es la más comúnmente usada, y no es más que la proporción del área requerida bajo monocultivo en relación a los cultivos asociados, bajo el mismo nivel de manejo, para obtener una cantidad igual de rendimiento (Krishnamurthy *et al.*, 1984). La LER es la suma de las fracciones de los rendimientos de los monocultivos correspondientes. Un importante aspecto inherente al uso de la LER es que diferentes cultivos, independientemente de su nivel de rendimiento, pueden ser relacionados y comparados directamente; así si el valor de la LER es menor, igual o mayor que uno, significa que la asociación de cultivos ha producido menos, igual o mayor rendimiento que el obtenido combinando el rendimiento de los monocultivos.

Andrews y Kassam, 1976; citados por Albarrán (1983), definen la eficiencia relativa de la tierra (LAND EQUIVALENT RATIO) como la relación de superficie que se necesita de cultivos solos para producir el mismo rendimiento que una hectárea de cultivos asociados bajo el mismo nivel de manejo; por otro lado la relación equivalente ingreso (INCOME EQUIVALENT RATIO, IER) es definida como la relación de superficie que se requiere de cultivos solos para producir el mismo ingreso bruto en una hectárea de cultivos asociados bajo el mismo nivel de manejo. En ambos casos se manifiesta que si el valor es igual a la unidad, no se tiene diferencia en realizar la siembra de un cultivo solo o asociado, pero si el valor que se obtiene es mayor de uno, es mejor sembrar el cultivo asociado, y si dicho valor es menor de uno es recomendable la siembra del cultivo solo. Lo anterior cobra relevancia pues es importante medir los efectos de vecindad entre poblaciones vegetales que comparten tiempo y espacio dado que ello repercute en el manejo eficiente de los recursos agrícolas y en la mejor comprensión de la dinámica de las comunidades vegetales (Chargoy, 1986).

Existen reportes que el maíz asociado con soya en relación de hilera 4:1, se obtiene la más alta eficiencia biológica comparado

con los cultivos solos o diferentes combinaciones de leguminosas; los valores LER de 1.74 y 1.59 se obtuvieron cuando el maíz fue sembrado en una relación de hileras 2:1 para cultivos de chicharo de vaca y soya (Shah *et al.*, 1991).

Thakur y Sharma (1988), obtuvieron valores medios de LER de 1.32-1.73, los cuales, afirman, estuvieron influenciados por los sistemas de cultivos; como son las asociaciones maíz, chicharo y cacahuate. Aseverando que los sistemas de asociación influyen en la expresión del cultivo como es en la acumulación de materia seca y el rendimiento, pues existen cultivos como chicharo que causaron un efecto supresivo sobre el rendimiento de maíz.

Kumar y Singh (1987), evaluaron el efecto de la asociación de mostaza con garbanzo bajo diferentes sistemas de plantación bajo condiciones de temporal y encontraron valores medios de LER de 1.05-1.23; valores que variaron de acuerdo al sistema de plantación, obteniéndose que cuando se sembraron 3 surcos de garbanzo por 1 de mostaza se obtuvo el valor más alto.

También para los cultivos de sorgo, chicharo, girasol y soya se han encontrado valores LER muy variables; encontrándose altos rendimientos/ha cuando son sembrados como cultivos solos que cuando se siembran asociados principalmente a altas densidades de población de los cultivos, de ahí, que los valores LER se ven afectados por el manejo del cultivo principalmente de acuerdo al sistema de asociación y al arreglo topológico (Pal *et al.* 1991). Así mismo, Tavares *et al.* (1989), encontraron que al evaluar la LER en los cultivos asociados frijol-sorgo, obtuvieron mayores rendimientos en los monocultivos que en la asociación en el orden de 15.3%; sin embargo cuando se verificó la LER en relación a la ganancia media adicional se obtuvo un valor de 24% más en favor del sistema de cultivo asociado.

#### 4.2.4. MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN CULTIVOS ASOCIADOS.

Generalmente el periodo crítico de competencia (maleza cultivo) en cultivos asociados es más amplio que en cultivos solos, por lo que las operaciones de deshierbes pueden ser realizadas en un periodo más largo para obtener los rendimientos deseados; además, los deshierbes manuales son

demasiado costosos e implican mucho tiempo (Ahlawat y Venkateswarlu, 1987; citados por Mahapatra, 1991). Además la información disponible al respecto es muy limitada (Tewari *et al.*, 1989).

Akobundu (1987), menciona que uno de los atributos que se le adjudican a los cultivos asociados es su mayor habilidad para suprimir a las malezas que los monocultivos. Esto es debido a la mayor superficie de cobertura del suelo en este sistema, proporcionada por el dosel de los cultivos. Sin embargo, aunque suprime a las malezas desafortunadamente también causa competencia inter-cultivos; esto particularmente se explica porque el rendimiento de cada cultivo asociado a menudo son ligeramente mas bajos que cuando se siembran solos. Aunque esta competencia puede ser reducida mediante a) la manipulación de la población de plantas, b) cultivos creciendo con diferentes periodos de desarrollo y fechas de maduración para asegurar que su máxima demanda sobre el ambiente no ocurran al mismo tiempo y c) arreglo espacial de los cultivos.

La elección del método de control de malezas en cultivos asociados debe ser en respuesta a las especies de cultivo, disponibilidad de variedades de cultivo, patrones de cultivo y distribución en tiempo y espacio, nivel de educación y desarrollo tecnológico de los agricultores así como la base de recursos de los mismos. por lo que el mejoramiento del control de malezas en cultivos asociados requiere de la integración de métodos culturales, biológicos, químicos e integral (Akobundu, 1987).

Moody y Shetty 1981, citados por Mahapatra (1991), mencionan que los principales métodos de control de malezas en cultivos asociados incluyen al método manual y mecánico.

El control cultural incluye al control manual, manipulación en la densidad de población, arreglo espacial de los cultivos, preparación del terreno y uso de mulch (Akobundu, 1987).

El control biológico implica la utilización máxima del espacio disponible por parte de los cultivos (efecto de sombreado) (Akobundu, 1987).

Para el control químico el uso práctico de este método depende del número de cultivos que constituyen la asociación, entre mayor es el número de cultivos componentes de la asociación

el control químico se torna más complejo. Sin embargo existe un amplio rango de herbicidas que pueden ser usados en cultivos múltiples (Venkateswarlu y Ahlawat, 1986). La facilidad con que los herbicidas pueden ser usados en sistemas asociados varía con la complejidad de la asociación, tipo de cultivo, arreglo de surcos y secuencia de cultivos; además la persistencia del herbicida tanto como la tolerancia del cultivo son importantes en la elección de herbicidas para el control químico de malezas en sistemas asociados (Akobundu, 1987).

Abraham *et al.* (1987), citan que el tiempo de persistencia de los herbicidas en campo es un criterio importante que debe ser considerado para su recomendación en aquellas áreas donde se siembran cultivos múltiples, ya que los residuos pueden afectar a siembras posteriores; por lo que la persistencia ideal de un herbicida debe ser aquella que realice un control selectivo de las malezas por un periodo suficientemente largo para dar ventajas competitivas al cultivo y al mismo tiempo que el herbicida se disipe antes de la conclusión del cultivo, para que nuevos cultivos puedan ser sembrados de manera segura.

Medina *et al.* (1991), mencionan que el control químico en cultivos asociados es bastante difícil, pero la forma más común de selección de herbicidas se basa en los estudios realizados al respecto para cada cultivo creciendo solo y que se puedan usar en asociación. Los mismos autores dan un listado de herbicidas y sistemas de asociación en los cuales son empleados.

### 4.3. RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRIJOL A LA INFLUENCIA DE LAS MALEZAS Y METODOS DE CONTROL.

#### 4.3.1. EFECTO DE LAS MALEZAS SOBRE EL CULTIVO DE FRIJOL.

El frijol constituye, a nivel mundial, un cultivo de gran valor alimenticio como fuente energética y proteínica; sin embargo, su producción a nivel de campo está limitada por problemas de competencia de malezas, cuyos efectos llegan a reducir la producción en 57% (Cerna y Valdéz, 1987), hasta 98% (Bolaños, 1989).

Uno de los factores difíciles de estudiar es la competencia

que el cultivo puede ejercer sobre las malezas, debido a que comprende aspectos tales como la velocidad inicial de crecimiento, la distribución de las plantas en el campo, la arquitectura de las plantas y presencia de sustancias alelopáticas (Blanco 1981, citado por Valverde y Araya, 1986).

Malik *et al.* (1993), al determinar el efecto de la interacción de cultivares de frijol, espacio entre hileras y densidad de plantas en relación con malezas anuales, encontraron que el número de vainas por planta peso de 100 semillas fueron reducidos cuando los cultivares estuvieron sometidos a periodos largos de interferencia con las malezas.

Campos (1983), menciona que el daño que las malezas causan al frijol, depende del tipo de maleza y de las condiciones ambientales de la localidad; aparentemente, las especies dicotiledoneas ejercen mayor competencia que las monocotiledoneas; además influye el tipo de control que sobre ellas se hace.

Se ha demostrado que los mayores daños que le causan las malezas al frijol ocurren entre los primeros 30 a 40 días después de emergida la planta por lo que se torna un problema en aquellas zonas donde la mano de obra es cara o escasa, haciéndose conveniente el uso de un herbicida de preemergencia para controlar la primera generación de malezas (Robles, 1975).

Barreto (1970), asegura que las malezas causan una reducción en el rendimiento de frijol del orden del 69-99%; resultados que se asemejan mucho a aquellas situaciones en las que el agricultor normalmente descuida al cultivo, en relación al control de malezas o que los métodos empleados no son muy eficientes.

Medina (1983), determinó que el periodo crítico de competencia en la asociación maíz-frijol en base al ingreso bruto obtenido se ubica desde el momento de la emergencia del cultivo hasta los primeros 60 días después de la misma; aseverando que la fertilización no altera las relaciones competitivas entre el cultivo y las malezas. La reducción en el número de vainas de frijol se acentúa a medida que el cultivo crece con malezas.

El crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol varía en base al cultivar involucrado así como a los efectos de competencia con las malezas. Así tenemos que aquellos cultivares de mayor productividad en condiciones de ausencia de competencia con

malezas, fueron los más perjudicados cuando fueron sometidos a fuerte competencia con malezas. En general el mantenimiento del cultivo libre de malezas, durante los primeros 30 días después de la emergencia del cultivo, es suficiente para alcanzar la máxima productividad; existiendo la tendencia que al haber mayor competencia con la flora invasora (malezas) hubo una menor cobertura al suelo por parte del cultivo (Kramm et al., 1990).

#### 4.3.2. MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN FRIJOL.

Akobundu (1987), reporta que para leguminosas de grano como frijol, soya, cacahuate y otras; los métodos de control de malezas involucran al control cultural, biológico y químico. El control cultural es quizás el método más empleado, parte de esta razón es que estas leguminosas generalmente se encuentran creciendo como componentes de sistemas de cultivos múltiples; el control manual de malezas esta inmerso dentro de éstos y es considerado como muy lento para controlar malezas establecidas o diseminadas, por consiguiente, cultivos y escardas son comunmente usadas, aunque se tiene el inconveniente de provocar daños mecánicos en el caso de cacahuate. En relación al control químico de malezas, el mismo autor menciona que se han utilizado un amplio rango de herbicidas y generalmente se han obtenido los mismos resultados que con el control manual sobre el rendimiento de leguminosas de grano, aunque el control químico se ha mostrado mas eficiente y rápido para la reducción de malezas.

Por otro lado, Torres (1983), al determinar el número de deshierbes y de cultivos complementarios a la aplicación de herbicidas preemergentes sobre frijol de riego; encontró que, la práctica de escarda ocasiona compactación del suelo, pérdida de humedad del suelo y favorece la germinación de las semillas de malezas que se encuentran en estado de latencia favoreciendo la reinfestación de las malas hierbas las cuales competirán con el cultivo.

Ali (1988) asevera que un control manual de malezas en frijol a los 30 días después de la siembra proporciona los mismos resultados que la aplicación de pendimetalina y oxiflourfen a dosis de 0.75 y 0.50 kg/ha. aplicados en preemergencia. Sánchez

(1986), reporta que para el control de malezas en frijol se ha determinado que algunos herbicidas como alaclor y linuron han sido altamente eficientes al ser mezclados, sin embargo es necesario considerar observaciones relacionadas a la toxicidad al cultivo, en la determinación de la susceptibilidad varietal; además de la residualidad limitada (García, 1991).

#### 4.4. RESPUESTA DEL CULTIVO DE AMARANTO A LA INFLUENCIA DE MALEZAS Y METODOS DE CONTROL.

##### 4.4.1. EFECTO DE LAS MALEZAS SOBRE EL CULTIVO DE AMARANTO.

Una vez establecido el cultivo, lo más importante son las malas hierbas, por lo que es necesario de 20 a 49 jornadas hombre para combatirlas (Barrales *et al.* 1991). Godínez (1989), menciona que en San Miguel del Milagro, Tlaxcala, México; las malezas son el principal problema en el cultivo de amaranto y para poder tener cierto control sobre ellas es necesario hasta 15 jornadas-hombre/ha, que en muchos de los casos son jornales contratados, lesionando el ingreso del agricultor.

Vega (1989), al determinar el periodo crítico de competencia para el amaranto, encontró que las malezas influyen significativamente sobre el desarrollo y producción del cultivo, principalmente durante los primeros 15 a 30 días, ampliándose dicho periodo hasta los 42 días después de la emergencia.

Putman (1990), manifiesta que el periodo más crítico del cultivo es durante las primeras 4 o 5 semanas después de la siembra; ya que es cuando las plántulas de cultivo son débiles y presentan lento crecimiento y por ende, es susceptible a la competencia; por lo que es necesario realizar hasta 3 deshierbes mecánicos.

##### 4.4.2. MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN AMARANTO.

El amaranto es un cultivo que puede encontrar posiciones valiosas en la agricultura del futuro, debido a su importancia nutritiva y adaptación a condiciones extremas, sin embargo a nivel mundial como en México existe desuniformidad en el manejo y

establecimiento de la plantación, así como en la utilización de la maquinaria que requiere la tecnología agrícola moderna. En el caso de malezas no existe un herbicida selectivo eficaz que actúe contra ellas por lo que provocan grandes pérdidas, sobre todo cuando son abundantes (López, 1990; Sumar, 1991).

Martineau (1985), menciona que para el control de malezas en amaranto no hay herbicidas selectivos, ni es probable que se encuentre uno que elimine a las especies silvestres sin dañar al cultivo. Diversos herbicidas como trifluralina mantienen las malezas sin germinar y sin ocasionar daño alguno al cultivo, sin embargo la agencia de protección ambiental (EPA) no ha aprobado y autorizado su uso en siembras de amaranto.

Después del establecimiento del cultivo, lo más importante son las malas hierbas y hasta ahora no existe un herbicida, por lo que el control de malezas debe ser mecánico y manual (Espitia 1989, Sumar 1991); para ello son necesario dos cultivos, el primero cuando la planta tiene de 10 a 20 centímetros de altura y el segundo a los 40 o 50 centímetros. Muchas veces es necesario realizar uno o dos deshierbes a mano; poniendo cuidado especial en las primeras etapas de crecimiento ya que el amaranto crece lento durante el primer mes (Espitia, 1989). Sumar (1983), sostiene que inmediatamente después de la emergencia del cultivo y cuando las plántulas de amaranto tengan una altura de 10 cm se debe proceder a realizar el deshahije y deshierbe; aspectos que coinciden con los mencionados por Weber (1987), Kauffman *et al.* (1984). Ya que para este cultivo el efecto de competencia intra o interespecifica afecta directamente al rendimiento, posiblemente por el congestionamiento intra-plantas que se sucede (Misra *et al.* 1985).

Sumar (1991) y Weber *et al.* (1988), recomiendan que una de las medidas que ayudan al control de malezas, es irrigar el terreno antes de la siembra para promover la emergencia y desarrollo de las malezas; posteriormente se deben enterrar volteando ligeramente al suelo para luego sembrar; además el aporque ayuda a destruir malezas. Otros autores como Wagoner y Kauffman (1984) y Duncan (1981) sugieren que se deben usar otras alternativas para el control de malezas como son: cultivos mecánicos, fecha de siembra, incremento en la densidad de población, seleccionar campos limpios, labores de cultivo

tempranas, preparación del terreno para la siembra lo más cerca posible al tiempo de siembra. Aunque también es necesario considerar aspectos del suelo como son la temperatura pues Kauffman *et al.* (1984), encontraron que el control de malezas está estrechamente relacionado con la temperatura del suelo ya que si las malezas están mejor adaptadas a las temperaturas frescas del suelo podrán más fácilmente invadir al cultivo, principalmente cuando este crece muy lento lo cual retarda el tiempo para el primer cultivo pues este necesita de temperaturas más cálidas para el crecimiento.

#### 4.5. RESPUESTA DEL CULTIVO DE AMARANTO A LAS CONDICIONES AMBIENTALES.

##### 4.5.1. EFECTO DE FACTORES AMBIENTALES SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE AMARANTO.

El amaranto es una planta que realiza su fotosíntesis a través de la ruta  $C_4$  al igual que otros cultivos como la caña de azúcar; por lo que la hace una planta muy eficiente bajo condiciones de alta temperatura y baja disponibilidad de agua, por lo que puede ser una buena alternativa para la agricultura de temporal, especialmente donde la presencia de lluvias es errática. Sin embargo, informes recientes demuestran que a pesar de lo enunciado anteriormente, factores como la humedad afectan en algún grado el desarrollo fenológico del cultivo, así Covagnaro y Jain (1985), al realizar estudios sobre limitación de humedad y su efecto sobre cuatro especies de la familia amarantaceae encontraron que para *A. hypochondriacus* L. la falta de humedad afecta la acumulación de materia seca siendo mucho más alto en las hojas e inflorescencia.

La distribución de la precipitación pluvial también afecta el desarrollo, mostrando una asociación positiva e intermedia del crecimiento de las plantas con la cantidad de lluvia recibida durante las primeras cinco semanas del crecimiento, perdiéndose ésta durante el crecimiento activo de las plantas por la disminución de la lluvia recibida (Barrales *et al.* 1992).

Shu-an *et al.* (1985), encontraron que en cuanto a la cantidad

de agua necesaria para la producción de materia seca por unidad, el trigo y el arroz necesitan tres y dos veces más que el amaranto respectivamente, el cual necesita aún menos agua que el amaranto indentado que es más resistente a la sequía, característica que lo hacen ideal para las regiones secas.

#### 4.6. USO DE CARBON ACTIVADO COMO ANTIDOTO DE HERBICIDAS.

##### 4.6.1. SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS.

Cualquier herbicida es selectivo para un cultivo en particular sólo dentro de ciertos límites impuestos por las complejas interacciones entre plantas (cultivos y malezas que se encuentran compitiendo), su ambiente y el herbicida (Ashton y Harvey 1971, citado por Hatzios (1983) y Silva (1982).

Hatzios (1983) menciona que muchos de los herbicidas actualmente disponibles, presentan cierta dificultad para el control de malezas pues no son suficientemente selectivos; por lo que uno de los problemas a resolver es el de la limitada selectividad y que se puede obtener tolerancia ya sea mecánica, genética o química. El enfoque mecánico de conferir tolerancia sobre herbicidas no selectivos requiere de aplicar estos químicos de manera tal, que se debe evitar o minimizar el contacto con el cultivo susceptible. Existen buenas técnicas para realizar aplicación de herbicidas antes de la emergencia del cultivo, como son las aplicaciones dirigidas o tiempo crítico.

Urzúa (1993), menciona que la selectividad es una expresión que se refiere a la propiedad que tienen algunos agentes químicos, que al ser aplicados sobre diferentes poblaciones y sólo matan a algunas de ellas y son poco tóxicos o inócuos para las otras. La selectividad de los herbicidas es relativa y depende de varios factores: edad de la planta, velocidad de crecimiento, fisiología, morfología, procesos biofísicos, procesos bioquímicos, factores genéticos, factores propios del herbicida, factores ambientales, factores físicos y mecánicos.

Silva (1982), menciona que para que un herbicida sea utilizado en un determinado cultivo, es de fundamental importancia que dicho cultivo presente una tolerancia superior a la que

presenta la planta dañina que se desea controlar; por lo que herbicidas que presentan pequeñas diferencias de tolerancia entre un cultivo y plantas dañinas exigen cuidados especiales en sus aplicaciones, para evitar daños a cultivos. Dentro de los factores que controlan la selectividad de los herbicidas pueden ser clasificados en: físicos, mecánicos, ambientales, anatómicos y morfológicos, fisiológicos y bioquímicos.

Burril *et al.* (1977), mencionan que un herbicida ideal debe manifestar una alta selectividad al controlar un amplio espectro de malezas, conservando una actividad residual suficiente para proporcionar un buen control; sólo durante el período de siembra y cosecha sin causar problemas al cultivo subsecuente. Sin embargo, para evitar problemas debe determinarse la actividad residual de los herbicidas bajo diferentes condiciones como son: lluvia, humedad y textura del suelo, contenido de materia orgánica en el suelo y temperatura.

#### 4.6.2. USO DE CARBÓN ACTIVADO.

Hatzios (1983), plantea que el uso de antidotos de herbicidas puede ser usado como una herramienta potencial para la evasión de los sitios y mecanismos de acción de los herbicidas. Considerando como antidoto a un agente químico que selectivamente protege a las plantas cultivadas de daños de herbicidas sin proteger a las malezas.

Hatzios (1983), menciona que la literatura reporta otros términos como antidoto de herbicidas, antagonistas de herbicidas y protectantes de herbicidas; los cuales han sido introducidos y son usados indistintamente para describir aquellos agentes químicos que refuerzan la tolerancia del cultivo para los herbicidas. En el caso de protectantes de herbicidas estos trabajan principalmente fuera de la planta, interfiriendo en la adsorción de los herbicidas, actuando como barrera física o por competencia en los sitios de entrada de los herbicidas. Uno de los más exitosos protectantes de cultivos que actúa de esta manera es el carbón activado, que ha sido usado como protectante por largo tiempo.

Coffey y Warren (1969), indican que el carbón activado tiene una gran capacidad de adsorción debido a la amplia área

superficial, la cual puede variar de 600 a 1200 g/m<sup>2</sup>, pero que dicha capacidad depende del material del cual está hecho, así como de los métodos de activación. Los mecanismos de activación pueden ser por calor o químicos, ambos son un proceso de destilación destructiva, por lo que las condiciones usadas influyen en el tamaño de los espacios porosos dentro de la partícula; lo que puede dar carbón activado con un grado de selectividad hacia ciertas clases de adsorbatos; por otro lado, el tamaño de las partículas influye sobre el área adsorbente del protectante.

Spotanski y Burnside (1973), enuncian que estos protectantes pueden ser aplicados en la semilla, en transplante, al suelo o con los herbicidas y proteger al cultivo de los daños del herbicida. Además afirman que el concepto de protectantes de plantas es doblemente interesante porque: 1) el uso de protectantes puede resultar en menos daños al cultivo y 2) muchas malezas difíciles de matar, pueden ser controladas selectivamente debido al uso de altas dosis de herbicidas sin causar daños al cultivo.

Ahrens 1965, 1967; Bovey y Miller 1969; Coffey y Warren 1969; Linscott y Hagin 1967; citados por Spotanski y Burnside (1973), reportan que la inactivación de compuestos orgánicos por carbón activado varía debido a los siguientes factores: cantidad, solubilidad y grado de adsorción de los herbicidas; especie de cultivo; cantidad de carbón activado usado; y métodos de incorporación al suelo.

Yelverton *et al.* (1992), al determinar la eficiencia del carbón activado en agua de riego para reducir daños en tabaco de herbicidas incorporados al suelo antes del transplante, encontraron que este protectante reduce la fitotoxicidad ejercida por los herbicidas Imazaquin y Clorimuron; pero también obtuvieron resultados menos consistentes para los herbicidas Atrazina, Dicamba y Flumetralin.

Autores como Kratky y Warren (1971); Toth *et al.* (1987); Bovey y Miller (1969); Morgan y Morgans (1992); Eleftherohorinos (1987); Rivera (1979) y Ogg (1978), han confirmado la efectividad del carbón activado como protectante para diversos herbicidas y cultivos.

## V. MATERIALES Y METODOS

Para cumplir con los objetivos planteados, se procedió a establecer tres experimentos, dos de ellos bajo condiciones de campo y otro en invernadero.

### 5.1. MATERIAL GENÉTICO.

Frijol Canario 107. Proviene de una selección individual hecha en Canario 101, la que a su vez se seleccionó de una variedad colectada en Michoacan, México. Su tipo y color amarillo del grano es aceptado en mercados del centro de la República, así como en otros estados; se adapta y rinde bien desde 25 hasta 2200 m.s.n.m.; en ensayos de rendimientos ha resultado sobresaliente en la Mesa Central, Bajío, Aguascalientes, Culiacán y otras regiones (Campos, 1983). Su potencial de rendimiento es de 1.2 a 1.6 ton/ha. Esta variedad cuyo hábito de crecimiento es de mata, se caracteriza por ser de ciclo precoz y logra su madurez a los 92 días, a la vez que presenta tolerancia a antracnosis (*Colletotrichum lindemutianum*), resistencia hacia roya (*Uromyces phaseoli*) y susceptibilidad a bacteriosis (Campos y Garza, 1990).

Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Se derivó como un cultivo de grano, principalmente por selección de *A. powelli*, dentro de las grandes áreas de cultivo que tenían los nativos de Norteamérica. En México tanto *A. powelli* y *A. hybridus* son malezas comunes de *A. hypochondriacus* como cultivo de grano y los vestigios de la domesticación son fácilmente distinguibles en las poblaciones de malezas (Sauer 1967, citado por Vega 1989).

Existe una clasificación de *A. hypochondriacus* por tipos agronómicos en base al tipo de grano (Espitia 1991). Dicho autor enumera cuatro tipos que son: nepal, mercado, azteca y picos.

### 5.2. LOCALIZACION DE LOS EXPERIMENTOS.

Experimentos bajo condiciones de campo. El experimento uno, tendiente a conocer selectividad y modo de acción de cinco herbicidas, se estableció en el lote B-5; el experimento 3 cuyo objetivo fué evaluar la eficiencia de control de malezas en los

sistemas de producción (monocultivos y asociación), se estableció en el lote X-18, ambos correspondientes a terrenos del Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo Estado de México; cuyas coordenadas son 19° 29' latitud norte, 98° 53' longitud oeste y una altitud sobre el nivel del mar de 2250 metros (García, 1981).

Después de haber realizado el primer experimento y bajo condiciones de invernadero se estableció un segundo experimento con la finalidad de determinar la cantidad y posición de aplicación del carbón activado respecto a la semilla. Los invernaderos utilizados son propiedad de la misma Universidad y se encuentran localizados dentro del campus universitario.

### 5.2.1. CONDICIONES CLIMATICAS.

El clima según Koppen (modificado por García, 1981) corresponde a C(Wo) (W) b (i') g , el cual se caracteriza por ser un clima templado subhúmedo, con lluvias en verano, temperatura media anual de 15°C y 664.8 mm de precipitación anual, la oscilación térmica es menor de 5°C, mayo es el mes más cálido, enero es el mes más frío y julio es el mes más lluvioso.

### 5.2.2. CONDICIONES EDAFICAS

Según el análisis de los suelos, realizado por el Laboratorio de Servicio del Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo y citados por Mendoza (1992) y Pérez (1989), mencionan que para el lote B-5, corresponde a un suelo franco, con 1.5 % de materia orgánica y  $P^H$  7.5. El lote X-18, esta catalogado como suelo migajón arenoso a migajón arcillo-arenoso, con 1.7 % de materia orgánica y  $P^H$  de 7.5. Cachón *et al.* (1977), citado por Pérez (1989), menciona que son suelos cuyas características generales son las siguientes: profundos, de colores negros, ligeramente pedregosos y texturas medias; a medida que se profundiza, la textura cambia a gruesa y el color a pardo, tienen una capacidad media de retención de humedad; por la capacidad de uso, se clasifica en la unidad I-1; en ella se agrupan los suelos que no tienen restricciones para el establecimiento de cualquier

cultivo recomendable para la zona. En cuanto a su clasificación por su aptitud para riego son de clase 1, que se caracterizan por ser muy apropiados para el riego y tienen escasas limitaciones que restringen su uso.

### 5.3. PLANEACION DE LOS EXPERIEMTOS

5.3.1. EXPERIMENTO UNO. Determinación de selectividad y modo de acción de cinco herbicidas aplicados en pre y post-emergencia.

5.3.1.1. DISEÑO EXPERIMENTAL. para este experimento se siguió la metodología propuesta por Burril *et al.* (1977), en el lote B-5, se seleccionaron 9 surcos de 24 metros de largo, en los cuales a la altura del lomo de los mismos se sembraron 3 surcos con frijol, tres surcos con amaranto y adición de carbón activado como protectante y otros tres con amaranto sin protectante. Los herbicidas a ser evaluados se aplicaron en dosis comerciales (Cuadro 1), en bandas de 2 metros de ancho en forma perpendicular a los surcos. Toda la información obtenida de este experimento es cualitativa, es decir, el comportamiento de cada producto aplicado fue evaluado pero no medido, y la información se obtiene a través de una estimación visual del comportamiento y actividad de cada compuesto. Burril *et al.* (1977), menciona que se debe tener en cuenta que la evaluación del ensayo es estrictamente cualitativa, es un estudio sin replicas (repeticiones), pero es suficiente siempre que el área sea uniforme y el ensayo bien conducido. Este experimento proporciona información primaria de la selectividad de los compuestos con respecto a los cultivos así como su toxicidad hacia las malezas.

5.3.1.2. TRATAMIENTOS. Fueron evaluados cinco herbicidas, los que de acuerdo a Anderson (1983) y a información personal de los M. C. Juan Lorenzo Medina Pitalúa y Andrés Bolaños Espinoza, la familia Amaranthaceae presenta alguna tolerancia; dichos herbicidas así como las dosis empleadas se muestran en el cuadro 1. La distribución en campo se muestra en la figura 1.

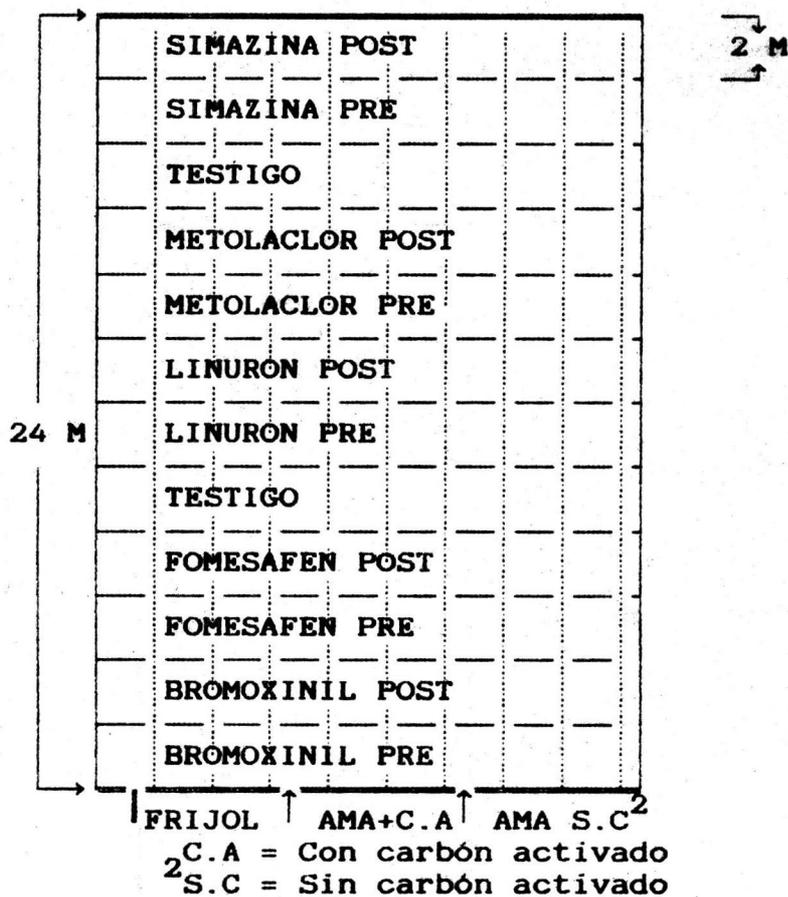


Figura 1. Distribución de tratamientos, selección preliminar de herbicidas. Cultivos frijol y amaranto. Chapingo, México. 1992.

Cuadro 1. Herbicidas y dosis evaluados en selección preliminar en el cultivo de frijol y amaranto. Chapingo, México. 1992.

| NOMBRE COMUN | DOSIS/ha         |                    | EPOCA DE APLIC. |      |
|--------------|------------------|--------------------|-----------------|------|
|              | i.a <sup>*</sup> | P.C. <sup>**</sup> | PRE             | POST |
| BROMOXINIL   | 0.540            | 1.5 l              | XX              | XX   |
| FOMESAFEN    | 0.375            | 1.5 l              | XX              | XX   |
| LINURON      | 1.000            | 2.0 kg             | XX              | XX   |
| METOLAACLOR  | 1.920            | 2.0 l              | XX              | XX   |
| SIMAZINA     | 1.000            | 2.0 kg             | XX              | XX   |

i.a.<sup>\*</sup> = ingrediente activo  
 P.C.<sup>\*\*</sup> = Producto comercial

5.3.2. EXPERIMENTO DOS. Determinación de la cantidad y posición de carbon activado sobre *Amaranthus hypochondriacus* L.

5.3.2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL. El diseño experimental que se empleó fué el de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones; la unidad experimental estuvo constituida por una maceta con capacidad de 2 kg de tierra, las cuales se llenaron al 90 % de su capacidad y en el centro de cada una de ellas, se realizó la siembra (Figura 2).

5.3.2.2. TRATAMIENTOS. Se determinó la cantidad de carbón activado capaz de inhibir el efecto de la mezcla de herbicida linuron + metolaclor a la dosis de 0.712 + 1.44 kg /ha. Para ello se emplearon dosis de 50, 100, 125 y 150 kg/ha de carbón activado; relacionado con la posición respecto a la semilla se consideraron dos modalidades: sobre la semilla o bien sobre la superficie del suelo. La combinación de dichos factores dá como resultados 8 tratamientos a los cuales se le adicionó dos más sin aplicación de la mezcla de herbicidas para valorar el efecto, estos fueron con y sin carbón activado (Cuadro 2). El total de unidades experimentales evaluadas fueron 40. La distribución se muestra en la figura 2.

|    |   |    |   |   |   |   |    |   |    |          |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|----|----------|
| 9  | 4 | 6  | 7 | 2 | 1 | 8 | 5  | 3 | 10 | BLOQUE 1 |
| 2  | 1 | 5  | 3 | 9 | 7 | 4 | 10 | 6 | 8  | BLOQUE 2 |
| 1  | 6 | 10 | 8 | 2 | 9 | 7 | 5  | 3 | 4  | BLOQUE 3 |
| 10 | 9 | 2  | 4 | 1 | 7 | 6 | 8  | 3 | 5  | BLOQUE 4 |

Figura 2. Distribución de tratamientos para el experimento dos. Cultivo de amaranto. Chapingo, México. 1992.

Cuadro 2. Asignación de tratamientos de acuerdo a la posición y cantidad de carbón activado. Cultivo amaranto. Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTO | CANTIDAD DE CARBON ACTIVADO Kg/ha  | POSICION SEMILLA | SOBRE SUELO |
|-------------|------------------------------------|------------------|-------------|
| 1           | 50                                 | XX               |             |
| 2           | 100                                | XX               |             |
| 3           | 125                                | XX               |             |
| 4           | 150                                | XX               |             |
| 5           | 50                                 |                  | XX          |
| 6           | 100                                |                  | XX          |
| 7           | 125                                |                  | XX          |
| 8           | 150                                |                  | XX          |
| 9           | TESTIGO SIN CARBON Y SIN HERBICIDA |                  |             |
| 10          | TESTIGO CON CARBON Y SIN HERBICIDA |                  |             |

5.3.3. EXPERIMENTO TRES. Efectos de dos sistemas de labranza y control de malezas sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) sembrados solos y asociados.

5.3.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL. El diseño experimental que se empleó fue el de bloques completos al azar, con tres repeticiones, usando un arreglo en parcelas sub-subdivididas; asignando a la parcela grande el factor labranza (convencional y cero); a la parcelas mediana correspondió el factor sistemas de cultivos (monocultivos y asociación); y a la parcela pequeña el factor métodos de control de malezas (manual y químico). La unidad experimental estuvo compuesta por seis surcos con una longitud de seis metros y una separación de 0.60 metros, con un total de 21.6 m<sup>2</sup>. Como parcela util se consideraron los cuatro surcos del centro, eliminando un metro de orilla de bordo a cada lado, teniendo una superficie de 9.6 m<sup>2</sup>.

5.3.3.2. TRATAMIENTOS. El diseño de cada tratamiento estuvo conformado por cada uno de los factores y sus respectivos niveles:

Parcela grande: Sistemas de labranza (L): Factor L: 1= 2

Lc= Labranza convencional

barbecho, dos pasos de rastra, surcado.

Lo= Labranza cero

siembra directa.

Parcela mediana: Sistema de cultivo: Factor S: s= 3

Fs= Frijol solo (monocultivo)

FA= Frijol + amaranto (asociados)

As= Amaranto solo (monocultivo)

Parcela pequeña: Métodos de Control de malezas: C: c= 2

Cq= Control químico

Linuron (PRE) a razón 1.0 kg/ha  
(2.0 kg de P.C./ha).

mas

Fluazifop-butil (POST) a razón de  
.313 kg/ha (2.5 lt de P.C./ha).

Cm= Control manual

Deshierbes a los 16 y 36 días  
después de la emergencia.

Al hacer las combinaciones de cada uno de los factores se tienen 12 tratamientos (Cuadro 3), a cada tratamiento se les adicionó un testigo siempre enhierbado, para obtener información referente a la eficiencia de control de malezas. Su distribución en el campo es señalada en la figura 3.

Labranza convencional (Lc)

Labranza cero (Lo)

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 6 | 2 |
| 3 | 4 | 5 |

|   |    |    |
|---|----|----|
| 8 | 10 | 7  |
| 9 | 12 | 11 |

BLO I

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 3 | 2 |
| 6 | 5 | 4 |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 11 | 9 | 12 |
| 10 | 8 | 7  |

BLO II

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 | 4 | 5 |
| 1 | 3 | 6 |

|    |    |   |
|----|----|---|
| 12 | 11 | 8 |
| 10 | 7  | 9 |

BLO III

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| Fs    | F + A | As *  |
| F + A | As    | Fs ** |

|    |       |         |
|----|-------|---------|
| As | Fs    | F + A * |
| Fs | F + A | As **   |

Testigo \*

Testigo \*\*

\* = Testigo siempre limpio.  
\*\* = Testigo absoluto.

Figura 3. Distribución de tratamientos para el experimento tres. Cultivos de frijol y amaranto sembrados solos y asociados. Chapingo, México. 1992.

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en el experimento tres. Cultivos de frijo y amaranto sembrados solos y asociados. Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS | FACTORES DE ESTUDIO |               |              |
|--------------|---------------------|---------------|--------------|
|              | LABRANZA            | SIST. CULTIVO | CONT. MALEZA |
| 1            | Lc                  | Fs            | Cq           |
| 2            | Lc                  | Fs            | Cm           |
| 3            | Lc                  | F + A         | Cq           |
| 4            | Lc                  | F + A         | Cm           |
| 5            | Lc                  | As            | Cq           |
| 6            | Lc                  | As            | Cm           |
| 7            | Lo                  | Fs            | Cq           |
| 8            | Lo                  | Fs            | Cm           |
| 9            | Lo                  | F + A         | Cq           |
| 10           | Lo                  | F + A         | Cm           |
| 11           | Lo                  | As            | Cq           |
| 12           | Lo                  | As            | Cm           |

#### 5.4. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.

5.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO. Para los experimentos uno y tres el terreno fue preparado de la forma tradicional, consistiendo ésta en un barbecho, dos pasos de rastra y surcado, con una separación entre surcos de 0.60 m. Para el caso de la labranza cero en el experimento tres, cinco días antes de la siembra se aplicó Glifosato con una aspersora manual de mochila a razón de 0.96 kg/ha.

5.4.2. EXPERIMENTO DOS. Se colectaron muestras de suelo a una profundidad de 0-30 cm, del lote X-18, el cual una vez obtenidas dichas muestras se homogenizaron de tal manera que fuera representativo de las parcelas y de que se dispusiera de la cantidad suficiente de tierra para el llenado de las macetas, mismas que se llevaron al invernadero.

5.4.3. FECHAS Y MÉTODOS DE SIEMBRA. Los tres experimentos fueron instalados en las siguientes fechas: 25 de abril (primer experimento), 26 de mayo (segundo experimento) y 15 de junio (tercer experimento).

5.4.3.1. EXPERIMENTO UNO. El método de siembra fue el siguiente: en cuatro surcos de 24 metros de largo, se abrió una pequeña zanja en el lomo de los mismos, en la cual se depositó una semilla de frijol cada 10 cm (166,660 plantas/ha); para el caso

del amaranto, en 6 surcos de la misma longitud que los anteriores y bajo el mismo procedimiento se depositaron las semillas a chorrillo, solamente que en 3 de ellos se aplicó una delgada capa de carbón activado sobre la semilla (80 kg/ha), y posteriormente se cubrieron con una delgada capa de tierra.

5.4.3.2. EXPERIMENTO DOS. Se depositaron 10 semillas de amaranto (90 % de germinación) en el centro de cada maceta, posteriormente se les adicionó el carbón activado a aquellos tratamientos cuya posición correspondiera, luego se cubrieron con una delgada capa de tierra. A los tratamientos donde el carbón se ubicó sobre la superficie del suelo, primero se cubrió la semilla con una delgada capa de tierra y posteriormente se aplicó el antidoto. El área cubierta por el carbón varió entre 6 a 8 cm de diámetro.

5.4.3.3. EXPERIMENTO TRES. Al igual que el primero, en labranza convencional sobre el lomo del surco se abrió una pequeña zanja donde fueron depositadas las semillas de frijol a una separación de 0.10 m., y en el caso de los tratamientos de asociación cada 0.50 m, fueron colocadas aproximadamente de 15 a 25 semillas de amaranto, fueron cubiertas las semillas con una capa de tierra y en aquellos tratamientos de control químico de malezas, sobre la superficie del suelo donde se encontraba el amaranto se depositó el carbón activado. En labranza cero antes de realizar la siembra se registró la cantidad de residuo vegetal presente sobre la superficie la cual osciló entre 860 a 1200 kg/ha compuesta principalmente de residuos de malezas y de cultivos como maíz. Posteriormente a ello, se procedió a realizar la siembra, abriendo una zanja con pala y azadón a una profundidad de 5 a 8 centímetros y separadas cada 0.6 metros.

5.4.4. FERTILIZACIÓN. Solamente se fertilizó el experimento tres, previamente a la siembra y en la zanja abierta para la misma, se distribuyó de manera uniforme la fórmula 80-40-00, utilizando como fuente a urea (46.0%) y superfosfato de calcio simple (16.0%) respectivamente. La aplicación del nitrógeno se realizó en dos porciones, la primera al momento de la siembra y la segunda a los 29 días después de la misma, antes del primer deshierbe.

5.4.5.ACLAREO Y AJUSTE DE DENSIDAD. Para la variedad de frijol tanto en monocultivo como en asociación, la densidad fué ajustada a 166,667 plantas/ha; en el caso de amaranto en ambas modalidades su densidad fué ajustada a 66,667 plantas/ha, dejando 2 plantas por mata separadas a 0.50 m.

5.4.6.RIEGOS. Para todos los experimentos, 3 días antes de la siembra se realizó un riego, por lo que fueron realizadas bajo condiciones de suelo húmedo.

5.4.6.1. EXPERIMENTO UNO. Considerando que el experimento tuvo una duración de 40 días, lapso en el cual está considerado el periodo crítico de competencia de ambos cultivos; fué necesario proporcionar cinco riegos por gravedad, el intervalo de tiempo entre cada uno de ellos fué entre 6 y 8 días.

5.4.6.2.EXPERIMENTO DOS. Se realizaron 3 riegos, el primero 4 días después de la siembra (30 de mayo), y los demás a intervalos de 6 días (5 y 11 de junio).

5.4.6.3.EXPERIMENTO TRES. Debido a lo errático del temporal fue necesario proporcionar al cultivo 2 riegos de auxilio después de la siembra; el primero de ellos fue el 28 de junio y el segundo el 11 de julio respectivamente.

#### 5.4.7. APLICACION DE HERBICIDAS.

5.4.7.1. EXPERIMENTO UNO. La aplicación de los herbicidas pre-emergentes se realizó el mismo día de la siembra (25 de abril), y en el caso de los post-emergentes el 13 de mayo, a los 16 días después de la siembra y cuando las malezas tenían una altura entre 10 y 15 cm. La aplicación se hizo con una aspersora manual de mochila con capacidad de 15 lt, utilizando boquillas Tee-Jeet 8002, en el caso de los tratamientos pre-emergentes y 8004, para los post-emergentes; calibrando el gasto de agua a 250 y 400 lt/ha respectivamente.

5.4.7.2. EXPERIMENTO DOS. Para la aplicación de la mezcla linuron + metolaclor (0.712 + 1.44 kg/ha), se utilizó una aspersora manual de 15 lt, con boquillas Tee-Jeet 8002, calibrando el gasto a 300 lt/ha. La aplicación se realizó el 25 de mayo.

5.4.7.3.EXPERIMENTO TRES. Para la aplicación de linuron (PRE), se utilizó la misma aspersora mencionada anteriormente, así como la boquilla; la cantidad de agua empleada para la aplicación fué de 280 lt/ha, dicha aplicación se realizó

el 15 de junio. La aplicación post-emergente de fluazifop-butil, se llevó a cabo en aquellos tratamientos de control químico de malezas en labranza convencional y se aplicó tanto para control manual y químico en labranza cero; la dosis empleada fue de 2.5 lt/ha (0.313 kg/ha) más 0.2% de surfactante (Surfax TH), el gasto de agua fue de 324 lt/ha.

5.4.8. CONTROL MANUAL DE MALEZAS. Para el experimento tres, en el caso de aquellos tratamientos de labranza convencional donde se requirió del control manual, se realizaron 2 escardas con azadón, a los 30 y 54 días después de la siembra (16 y 36 días después de la emergencia). En el caso de labranza cero donde fue necesario el control, con el objeto de no remover la superficie del suelo, se aplicó bentazona + fluazifop-butil a razón de 0.960 + 0.313 kg de i.a./ha, en aplicación dirigida. A dicha mezcla se le adicionó un surfactante (Surfax TH) a razón de 0.1%. El gasto de agua fué de 280 lt/ha y el equipo usado fué el mismo mencionado anteriormente.

5.4.9 PLAGAS. La frecuencia de aplicaciones de insecticidas dependió de la incidencia de las plagas; dentro de las que atacaron al frijol fueron: *Epilachna varivestis* Mulsant., *Macrodactylus spp.* y *Trialeurodes vaporariorum*. Para su control se realizaron 3 aplicaciones a intervalos de 18 días, los productos utilizados fueron malatión 50 y tamarón 600 a razón de 1.5 y 1.5 lt de P.C./ha. Para el caso de amaranto se observó la presencia de *Machodactylus spp* y *Aphis fabae*. Para su control se emplearon los mismos productos y momento de aplicación; solamente que fué necesario hacer una aplicación adicional de malatión cuando el amaranto se encontraba en panoja, debido al incremento en la presencia de pulgones.

5.4.10. ENFERMEDADES. Dentro de las enfermedades que se presentaron en el cultivo del frijol, sobresalió por su ataque *Fusarium solani f. s solani* Synder y Hansen. Esta enfermedad se presentó durante el primer mes después de la siembra. Posteriormente se presentaron la roya del frijol (*Uromyces phaseoli typica* Arthur) y antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* Sacc y Magn). Para su control se aplicó benlate, cupravit y plant-vax a razón de 1.0, 1.5 y 1.0 kg de P.C./ha, respectivamente.

## 5.5. RECOLECCION DE LA INFORMACION

5.5.1. EXPERIMENTO UNO. Para medir la actividad de los herbicidas aplicados en pre-emergencia y post-emergencia se hicieron dos evaluaciones, en el caso de los primeros fueron a los 15 y 35 días después de la siembra (10 y 21 de mayo); y a los 7 y 15 días después de la aplicación en los tratamientos post-emergentes respectivamente ( 23 y 31 de mayo). Para la calendarización de las evaluaciones se consideró el período crítico de competencia de ambos cultivos el cual abarca los primeros 45 días después de la emergencia.

Dentro de las variables evaluadas se consideró: la fitotoxicidad al cultivo, densidad de malezas (plantas/ m<sup>2</sup>), porcentaje de infestación y de control; también se realizó la identificación de especies presentes. Todos estos parámetros se evaluaron en forma simultanea en las mismas fechas de muestreo, para ello se empleó un cuadrante de 0.25 m<sup>2</sup> (0.50 x 0.50 m); realizando 2 observaciones por unidad experimental. En cada cuadrante se procedió a contar el número de malezas por especie, incluyendo al tratamiento testigo donde no se aplicó herbicida.

Considerando al tratamiento testigo como 0 % de control de malezas en relación a cada tratamiento, se procedió a obtener el % de infestación de la manera siguiente:

$$\frac{\text{No. malezas en testigo} \text{-----} 100 \% \text{ de infestación}}{\text{No. malezas en tratamiento} \text{-----} X}$$

donde X= % de infestación

La diferencia de 100 menos el % de infestación, nos proporciona el % de control.

Para el caso de la variable fitotoxicidad al cultivo, se hicieron evaluaciones a nivel de parcela de manera visual; para ello se determinó una escala de 1.0 a 5.0 donde; 1.0 = sin síntomas, 2.0 = ligeros síntomas, 3.0 = daños moderados, 4.0 = daños fuertes y 5.0 = muerte de la planta.

5.5.2. EXPERIMENTO DOS. En este experimento se evaluó el % de emergencia del amaranto, en relación a un testigo donde no se le aplicó la mezcla de herbicida, tomando en cuenta que el grano presenta un 90 % de germinación. En cada unidad experimental (maceta) se contabilizó el número de plantas emergidas y

sobrevivientes a los 10 y 18 días después de la siembra del cultivo. también se observó la presencia de fitotoxicidad.

5.5.3. EXPERIMENTO TRES. Para medir el efecto de los factores e interacciones fué necesario considerar algunas variables generales y particulares a cada cultivo.

5.5.3.1. VARIABLES GENERALES. Se hicieron 2 evaluaciones de los herbicidas para determinar fitotoxicidad al cultivo mediante la escala descrita anteriormente, identificación, porcentaje de cobertura y peso seco de malezas ( $\text{gr/m}^2$ ), dichas evaluaciones se realizaron a los 15 y 35 días después de la emergencia de los cultivos, y previo al control manual de malezas en aquellos tratamientos que presentaron dicha modalidad.

5.5.3.2. EFICIENCIA EN CONTROL DE MALEZAS POR TRATAMIENTOS. Para tener una idea general sobre la eficiencia de control de malezas en cada tratamiento, se procedió a coleccionar malezas en  $1 \text{ m}^2$  de cada uno de los tratamiento incluyendo al testigo siempre enhierbado; dicha maleza se llevó a una secadora a  $90^\circ\text{C}$  por 48 hrs y se aplicó la fórmula propuesta por Prasad y Srivastava (1991), donde:

$$\text{E.C.M. (\%)} = \frac{\text{P.S.M.T.E} - \text{P.S.M.T}}{\text{P.S.M.T.E.}} \times 100$$

E.C.M. = Eficiencia de control de malezas en % .

P.S.M.T.E. = Peso seco de la maleza en el testigo enhierbado.

P.S.M.T = Peso seco de la maleza en el tratamiento.

5.5.3.3. EFICIENCIA RELATIVA DE LA TIERRA (E.R.T). Con los datos de rendimiento de grano tanto para monocultivos como para la asociación se procedió a calcular dicha variable según Willey y Osiru, 1972.

$$\text{E. R. T} = \frac{\text{Rend. frijol asociado}}{\text{Rend. frijol solo}} + \frac{\text{Rend. amaranto asociado}}{\text{Rend. amaranto solo}}$$

5.5.3.4. INGRESO BRUTO POR HECTÁREA (N\$). Para cada cultivo se obtuvo el precio medio rural por hectárea reportado por la SARH (1991), para el año 1991, el cual sirvió como base para el análisis de la información. Para ello fue necesario multiplicar

los rendimientos de los tratamientos por el respectivo precio medio rural por cultivo para el área del Distrito Federal de cada cultivo. Los precios fueron \$2'000,000.00/ton (N\$ 2,000.00) y para amaranto \$1'500,000.00/ton. (N\$ 1,500.00).

### 5.5.3.5. VARIABLES EVALUADAS EN FRIJOL.

5.5.3.5.1. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA (NVPF). Dos días antes de la cosecha, de cada parcela útil se mostraron 10 plantas, a las cuales se les contó el número de vainas incluyendo las vanas (sin granos), dividiendo el resultado entre el número de plantas muestreadas.

5.5.3.5.2. NÚMERO DE GRANOS POR VAINA (NGVF). Al momento de la cosecha, de las vainas provenientes de cada parcela útil, se colectaron al azar 20, a las cuales se les contó el número de granos; el resultado se dividió entre el total de vainas seleccionadas.

5.5.3.5.3. PESO SECO DE PLANTA (PSPF) EN GRAMOS. Dos días antes de la cosecha se cortaron a nivel del suelo 10 plantas al azar de cada parcela útil, las cuales fueron sometidas a temperaturas de 90°C por 48 hrs, se sumó el peso de cada una de ellas y el resultado se dividió entre el total de plantas de la muestra para obtener el peso seco por planta en gramos.

5.5.3.5.4. RENDIMIENTO DE GRANO (RF) (KG/HA). La cosecha del frijol se llevó a cabo 105 días después de la siembra, con el objeto de estandarizar datos se llevó a cabo un conteo de las plantas de la parcela útil, después de arrancarlas, se les proporcionó a las plantas tres días de sol, para reducir la humedad del grano y facilitar la trilla. Con el número de plantas por unidad experimental y el peso del grano obtenido mediante el uso de una balanza granataria con capacidad de 0.5 kg, se efectuó un ajuste de densidad de población mediante la fórmula de Iowa, propuesta por Reyes (1978):

$$P.C.C = P. C. \times \frac{H - 0.3 M}{H - M}$$

P.C.C.= Peso de campo corregido.

P.C. = Peso de grano al cosechar.

H = Número de plantas que debería tener la unidad experimental si no hubiera N fallas.

M = Número de plantas pérdidas.

0.3 = Coeficiente para corregir la falta de competencia en las plantas existentes al tiempo de la cosecha.

Una vez obtenido el peso de campo corregido por parcela útil, se procedió a determinar el % de humedad mediante un determinador de humedad electrónico marca "Digital Moisture" (computer 700), se determinó ésta y el peso final se ajustó a una humedad de 13% mediante la fórmula propuesta por Burril *et al.* (1977):

$$H. C. = \text{Peso de la muestra} \times \frac{100 - M}{100 - D}$$

Donde:

H. C. = Peso de la muestra al % de humedad deseado (13%).

M = Contenido de humedad de la muestra.

D = Contenido de humedad deseado.

### 5.5.3.6. VARIABLES EVALUADAS EN AMARANTO.

5.5.3.6.1. ALTURA DE PLANTA (ALPA) EN CM. Se consideraron 10 plantas por parcela útil, con el apoyo de un estadal, se midió la altura de la planta desde el nivel del suelo hasta la punta de la panoja; dichas mediciones se dividieron entre el total para obtener la altura promedio de planta en metros.

5.5.3.6.2. PESO SECO DE PLANTA (PSPA) EN GRAMOS. Diez plantas de cada parcela útil fueron sometidas a temperaturas de 90°C por 48 hrs, para obtener el peso seco. El total de lecturas se dividió entre 10 para obtener el peso seco promedio por planta.

5.5.3.6.3. PESO DE GRANO DE PANOJA (PGPA) EN GRAMOS. Esta variable se obtuvo al trillar todas las panojas provenientes de 10 plantas por parcela útil. Los resultados fueron divididos entre 10 para obtener el peso de grano por panoja. Dicho

peso se ajustó a 13 % de humedad.

5.5.3.6.4. RENDIMIENTO DE GRANO (RA) EN KG/HA. La cosecha de amaranto se llevó a cabo a los 175 días después de la siembra, se estandarizaron los datos aplicando la misma fórmula que para frijol. Una vez obtenido el peso de campo corregido, de cada muestra se extrajo una submuestra de 50 gramos; a la cual se le llevó hasta peso seco (90°C / 48 hrs). Posteriormente se determinó el % de humedad mediante la fórmula propuesta por López (1984):

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:  $P_i$  = Peso inicial de la muestra con humedad.

$P_f$  = Peso final de la muestra seca.

Una vez obtenido el % de humedad de la submuestra, se procedió a estandarizar a 13 % de humedad a las muestras de cada parcela útil, de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} 50 \text{ gramos} \text{-----} ? \% \text{ de humedad} \\ (\text{peso de submuestra}) \quad (\% \text{ encontrado}) \\ X \text{ gramos} \text{-----} 13\% \text{ de humedad} \\ X = \text{Peso de grano por parcela útil.} \end{array}$$

## 5.6. ANALISIS ESTADISTICO

El análisis estadístico de los datos se realizó en la sala de cómputo del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad; con el uso del paquete SAS, Institute, Inc., NC 27512-800, 1985.

5.6.1. ANÁLISIS DE VARIANZA (ANAVA). Con el objetivo de detectar algún efecto por causa de los factores sometidos a estudio en la presente investigación, se procedió a realizar análisis de varianzas para cada variable. Para el experimento 2, fue necesario hacer una transformación raíz cuadrada ( $Y^2 = X + 0.5$ ) previo al ANAVA. En el experimento 3, también se hicieron transformaciones de los datos sobre peso seco de malezas (logaritmo natural) y porcentaje de cobertura (transformación angular) y para las demás variables con el fin de conocer el comportamiento de los cultivos tanto solos como en asociación, fue necesario agrupar aquellos tratamientos donde se encontraba cada

cultivo en ambos sistemas de siembra. Para algunas variables como porcentaje de cobertura, peso seco de malezas previo al ANAVA, se realizó una transformación logarítmica de datos, con la finalidad de obtener una mayor uniformidad en la información.

5.6.2. COMPARACION DE MEDIAS. En aquellos casos donde se detectaron diferencias significativas entre tratamientos y/o efectos de factores o interacciones, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de tukey o de la diferencia significativa honesta con  $\alpha = 0.05$ , calculadas de acuerdo con Cochran y Cox (1981). Lo anterior permitió detectar aquellos grupos de medias estadísticamente diferentes.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1. EXPERIMENTO UNO. DETERMINACIÓN DE SELECTIVIDAD Y MODO DE ACCIÓN DE CINCO HERBICIDAS.

Ante la falta de información relacionada con la selectividad de herbicidas para el cultivo de amaranto, se procedió a determinar el nivel de actividad de cinco herbicidas desde el punto de vista cualitativo, principalmente de aquellos que han sido reportados como selectivos a frijol y que pudieran presentar alguna tolerancia por parte del amaranto.

#### 6.1.1. IDENTIFICACIÓN Y DENSIDAD DE MALEZAS.

En el primer muestreo (cuadro 4), se encontraron 11 especies de malezas sobresaliendo con relación a la frecuencia total de aparición así como su densidad las siguientes malezas: *Erodium cicutarium*, *Cyperus esculentus*, *Portulaca oleracea*, *Galinsoga parviflora*, *Oxalis spp.* y *Amaranthus hybridus*.

Cuadro 4. Diversidad, frecuencia y densidad de malezas presentes en el ensayo de selección preliminar de herbicidas sobre frijol y amaranto. Chapingo, México. 1992.

| ESPECIES                                  | EVALUACIONES      |      |                    |                   |
|---|-------------------|------|--------------------|-------------------|
|   | 1 <sup>era.</sup> |      | 2 <sup>da.</sup>   |                   |
|   | FREC.             | DEN. | FREC. <sup>+</sup> | DEN. <sup>*</sup> |
| <i>Erodium cicutarium</i> L.              | 100.0             | 54.3 | 91.7               | 41.3              |
| <i>Cyperus esculentus</i> L.              | 91.7              | 8.0  | 75.0               | 12.7              |
| <i>Portulaca oleracea</i> L.              | 83.3              | 59.7 | 75.0               | 40.0              |
| <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.          | 83.3              | 37.7 | 66.7               | 8.3               |
| <i>Oxalis spp.</i> Lamm.                  | 66.7              | 10.0 | 75.0               | 10.0              |
| <i>Amaranthus hybridus</i> L.             | 41.7              | 19.7 | 66.7               | 35.0              |
| <i>Chenopodium album</i> L.               | 25.0              | 2.3  | 25.0               | 2.3               |
| <i>Simsia amplexicaulis</i> L.            | 16.7              | 1.3  |                    |                   |
| <i>Bidens odorata</i> L.                  |                   |      | 25.0               | 2.3               |
| <i>Eragrostis mexicana</i> Link.          | 16.7              | 2.0  | 8.3                | 0.3               |
| <i>Eleusine multiflora</i> Hochst.        | 16.7              | 0.7  | 8.3                | 0.3               |
| <i>Capsela bursa-pastoris</i> (L.) Medik. | 8.3               | 0.3  | 8.3                | 0.3               |
| <i>Portulaca oleracea</i> L.              |                   |      | 16.7               | 0.7               |

+ = Frecuencia de aparición

\* = Densidad de plantas/m<sup>2</sup>

En el segundo muestreo realizado a los 35 días después de la siembra, aparecieron 12 especies, predominando las anteriormente mencionadas y sumándose *Chenopodium album* y *Bidens odorata*. La aparición de gramíneas en general fué baja, sobresaliendo *Eragrostis mexicana* y *Eleusine multiflora*.

## 6.12. FITOTOXICIDAD DE LOS HERBICIDAS A LOS CULTIVOS.

**Bromoxinilo.** Este herbicida en aplicación preemergente no produjo daño alguno en ambos cultivos, aún cuando al amaranto no se le adicionó la capa protectante; esto hace pensar que el herbicida manifiesta cierta selectividad al amaranto (Cuadro 5).

En aplicaciones post-emergentes se observó que ambos cultivos no sufrieron daño alguno (Cuadro 6), lo que sugiere que en cultivos de dicotiledoneas puede ser empleado fácilmente, sin embargo se tiene el inconveniente de que presentó bajos porcentajes de control en ambas épocas de aplicación.

**Linuron.** En aplicaciones pre-emergentes, el cultivo de frijol no presentó ningún sintoma de daño así como también el amaranto cuando éste fué protegido con la aplicación en banda del protectante; sin embargo en aquellas hileras donde no se aplicó el antidoto, la presencia del herbicida causó la muerte total de las plantas de amaranto (Cuadro 5).

En post-emergencia, ejerció efectos fitotóxicos en ambos cultivos, siendo estos daños moderados en frijol y fuertes a muerte total en amaranto; por lo que hace pensar que este producto debe ser utilizado preferentemente en pre-emergencia o post-emergencia dirigida en estos cultivos (Cuadro 6).

**Metolaclor.** Este herbicida tuvo un comportamiento bastante similar al de linuron manifestando daños fuertes e incluso muerte de plantas solamente para aquellas hileras donde no se les aplicó carbón activado. En aplicaciones de post-emergencia, solamente el frijol presentó ligeros sintomas de toxicidad mas no así el amaranto, lo que induce a pensar que este herbicida puede ser una buena alternativa para el control de gramíneas en amaranto ya que incluso la maleza *Amaranthus hybridus* se mostró como resistente (Cuadro 8).

Cuadro 5 .Evaluación de herbicidas en pre-emergencia a los 15 y 35 días después de la aplicación en base a toxicidad en cultivos, experimento conducido en Chapingo, México, 1992.

| HERBICIDA  | 1 <sup>era.</sup> EVALUACION |          |    | 2 <sup>da.</sup> EVALUACION |          |                 |
|------------|------------------------------|----------|----|-----------------------------|----------|-----------------|
|            | FRIJOL                       | AMARANTO |    | FRIJOL                      | AMARANTO |                 |
|            |                              | CC       | SC |                             | CC       | SC <sup>+</sup> |
| Bromoxinil | 1                            | 1        | 1  | 1                           | 1        | 1               |
| Linuron    | 1                            | 1        | 5  | 1                           | 1        | 5               |
| Metolaclor | 1                            | 1        | 5  | 1                           | 1        | 5               |
| Simazina   | 2                            | 1        | 5  | 4                           | 1        | 5               |
| Fomesafen  | 1                            | 2        | 5  | 1                           | 4        | 5               |

CC = Con carbón activado

SC = Sin carbón activado

Cuadro 6. Evaluación de herbicidas en post-emergencia a los 15 y 35 días después de la aplicación en base a toxicidad en cultivos, experimento conducido en Chapingo, México, 1992.

| HERBICIDA  | 1 <sup>era.</sup> Y 2 <sup>da.</sup> |  | EVALUACION<br>AMARANTO |
|------------|--------------------------------------|--|------------------------|
|            | FRIJOL                               |  |                        |
| Bromoxinil | 1                                    |  | 1                      |
| Linuron    | 3                                    |  | 4                      |
| Metolaclor | 2                                    |  | 1                      |
| Simazina   | 2                                    |  | 2                      |
| Fomesafen  | 1                                    |  | 5                      |

Simazina. Este herbicida en aplicaciones pre-emergentes provocó daños moderados al frijol y fuertes al amaranto en aquellas hileras donde no se le adicionó el protectante; dichos daños se manifestaron como clorosis y necrosis en las hojas cotiledonales, lo cual se acentuó para la segunda evaluación; comportándose como un producto parcialmente selectivo al frijol probablemente debido a la posición de la semilla respecto al herbicida. En post-emergencia el frijol presentó ligeros daños que se manifestaron como áreas necrosadas a nivel del borde de las hojas, aspectos similares sucedió en el amaranto cultivado, mas no así el el amaranto maleza el cual se comportó como tolerante al herbicida (Cuadro 6).

Fomesafen. En pre-emergencia fué altamente selectivo a frijol, mas no para el amaranto tanto cuando fué sembrado con protectante como sin él. Durante la primera evaluación en aquellas

hileras donde al amaranto se le adicionó el protectante se presentaron ligeros daños, acentuándose estos a medida que pasó el tiempo, provocando la muerte total de las plantas a los 35 días después de la aplicación del producto. En aplicaciones post-emergentes, al igual que en pre-emergencia se comportó como altamente selectivo al frijol, pero altamente tóxico al amaranto.

### 6.1.3. PORCENTAJES DE INFESTACIÓN Y DE CONTROL DE MALEZAS POR HERBICIDA.

Para una mejor comprensión de los resultados inherentes a cada tratamiento y su relación con la presencia de malezas así como su control, fué necesario analizar en base a la población de malezas presentes en un testigo siempre enhierbado.

Cuadro 7 .Densidad total, porcentajes de infestación y control de malezas presentados a los 15 y 35 días después de la aplicación de cinco herbicidas pre-emergentes en el ensayo de selección preliminar sobre frijol y amaranto.Chapingo, México. 1992.

| HERBICIDA  | 1 <sup>era</sup> EVALUACION ** |       |      | 2 <sup>da</sup> . EVALUACION |       |      |
|------------|--------------------------------|-------|------|------------------------------|-------|------|
|            | DEN.                           | % I   | % C  | DEN.                         | % I   | % C  |
| Bromoxinil | 300                            | 65.8  | 34.2 | 244                          | 96.8  | 3.2  |
| Linuron    | 82                             | 19.5  | 80.5 | 106                          | 40.5  | 59.5 |
| Metolaclor | 158                            | 33.9  | 66.1 | 144                          | 50.7  | 49.3 |
| Simazina   | 108                            | 23.7  | 76.3 | 74                           | 30.6  | 69.4 |
| Fomesafen  | 50                             | 11.3  | 88.7 | 60                           | 21.7  | 78.3 |
| Testigo    | 478                            | 100.0 | 0.0  | 296                          | 100.0 | 0.0  |

DEN = Densidad plantas/m<sup>2</sup>

% I = Porcentaje de infestación

% C = Porcentaje de control

En el caso del herbicida bromoxinil en aplicación pre emergente presentó la mayor densidad de malezas y por ende el mayor porcentaje de infestación después del testigo siempre enhierbado, tanto para la primera como segunda evaluación (Cuadro 7). Dentro de las malezas que predominaron en ambas evaluaciones y que contribuyeron para un elevado porcentaje de infestación superiores a un 40 % sobresalieron : *Erodium cicutarium*, *Amaranthus*

*hybridus*, *Galinsoga parviflora*, *Cyperus esculentus* *portulaca oleraceae* y *Oxalis spp.* (Cuadro 9 ); dichas especies se manifestaron como tolerantes a las aplicaciones post-emergentes (Cuadro 8). En cuanto al porcentaje de control tenemos que en pre-emergencia solamente para *Portulaca oleraceae* y *Oxalis spp.* presentaron valores superiores al 60 %, mientras que en pos-emergencia solamente fué del 30 % (cuadro 8).

El herbicida linuron, cuando fué aplicado en pre-emergencia presentó una de las menores densidades de malezas (82 plantas) para la primera evaluación, mas no así para el siguiente muestreo que ascendió a 106 (Cuadro 7 ); la misma tendencia siguió el porcentaje de infestación. Durante la primera evaluación se presentó muy buen porcentaje de control, sin embargo este herbicida no ejerció ningún control para malezas como: *Cyperus esculentus*, *Eragrostis mexicana* y *Eleusine multiflora* (Cuadro 9 ). Para la segunda evaluación fué la maleza *Simsia amplexicaulis* la que aunado a las mencionadas anteriormente, no se manifestó control alguno. En la aplicación post-emergente se puede decir que existió buen control ya que este valor fué del 70 %, mas sin embargo, malezas como *Cyperus esculentus*, *Portulaca oleraceae*, *Erodium cicutarium*, *Oxalis spp.*, *Hordeum vulgare*, *Eleusine multiflora* y *Eragrostis mexicana*, se manifestaron como resistentes (Cuadro 8).

Metolaclor. Este herbicida presentó las mayores densidades de malezas después del testigo enhierbado y bromoxinil, para ambas evaluaciones. En relación a la infestación ésta varió de 33.9 % en la primera evaluación a 50.7 % para la segunda (Cuadro 7); valores considerados como elevados en relación al tratamiento que presentó el mejor control de malezas (fomesafen). Del cuadro 9 , se desprende que fueron malezas de hoja ancha como *Amaranthus hybridus*, *Oxalis spp.*, *Galinsoga parviflora* así como también *Cyperus esculentus*, las que contribuyeron en el alto índice de infestación, afectando por ende el control de malezas que en este caso osciló entre 66.1% y 49.3 % para la primera y segunda evaluación respectivamente (Cuadro 7). Estas mismas especies aunado con *Raphanus raphanistrum* se manifestaron como resistentes a los herbicidas post-emergentes donde el porcentaje de control fué nulo (cuadro 8).

El herbicida simazina presentó una densidad de malezas relativamente alta para la primera evaluación la cual fué de 108 plantas y bastante baja para el segundo muestreo que fué de 74, por lo que el porcentaje de infestación varió entre 23.7 % y 30.6% manteniéndose un control superior al 69 % en ambas evaluaciones.

Fueron las malezas *Oxalis sp.*, *Cyperus esculentus* y en menor grado *Amaranthus hybridus*, las que aportaron valores de infestación bastante elevados (Cuadro 9). En aplicaciones post-emergentes el control de malezas fué de 0 %, manifestándose como malezas resistentes las mencionadas anteriormente sumándose *Simsia amplexicaulis* y *Portulaca oleraceae* (Cuadro 8).

El herbicida fomesafen que fué el que presentó menor densidad de malezas y en el cual los porcentajes de infestación fueron de 11.3% y de 21.7% para ambas evaluaciones. Dichos porcentajes estuvieron influenciados por la presencia de *Eragrostis mexicana* y *Cyperus esculentus* las cuales presentaron bajo porcentajes de control para la primera evaluación, y para *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora* y *Erodium cicutarium* donde los porcentajes de infestación fueron superiores al 32% en la segunda evaluación; afectando de cierta manera el control de la maleza que en este caso fué del 88.7% y 78.3% tanto para la primera como segunda evaluación (Cuadro 7). Para el caso de la aplicación post-emergente, fué este tratamiento el que aportó el valor más alto de control de malezas 85% (Cuadro 8); siendo *Chenopodium album*, *Cyperus esculentus*, *Erodium cicutarium* y *Eragrostis mexicana*, las malezas que manifestaron ser tolerantes.

Cuadro 8 .Evaluación de herbicidas en post-emergencia en base a especies resistentes y porcentaje de control, selección preliminar de herbicidas para frijol y amaranto, conducido en Chapingo, México. 1992.

| HERBICIDA  | ESPECIES QUE ESCAPARON           | % DE CONTROL |
|------------|----------------------------------|--------------|
| Bromoxinil | <i>Amaranthus hybridus</i> L.    | 30           |
|            | <i>Erodium cicutarium</i> L.     |              |
|            | <i>Cyperus esculentus</i> L.     |              |
|            | <i>Eragrostis mexicana</i> Link. |              |
| Linuron    | <i>Cyperus esculentus</i> L.     | 70           |
|            | <i>Portulaca oleraceae</i> L.    |              |
|            | <i>Erodium cicutarium</i> L.     |              |
|            | <i>Eragrostis mexicana</i> Link. |              |
|            | <i>Oxalis</i> spp Lamm           |              |
|            | <i>Eleusine multiflora</i> L.    |              |
| Metolaclor | <i>Amaranthus hybridus</i> L.    | 0            |
|            | <i>Cyperus esculentus</i> L.     |              |
|            | <i>Portulaca oleraceae</i> L.    |              |
|            | <i>Oxalis</i> spp Lamm.          |              |
|            | <i>Raphanus raphanistrum</i> L.  |              |
| Simazina   | <i>Amaranthus hybridus</i> L.    | 0            |
|            | <i>Cyperus esculentus</i> L.     |              |
|            | <i>Portulaca oleraceae</i> L.    |              |
|            | <i>Oxalis</i> spp Lamm.          |              |
| Fomesafen  | <i>Simsia amplexicaulis</i> Cav. | 85           |
|            | <i>Cyperus esculentus</i> L.     |              |
|            | <i>Chenopodium album</i> L.      |              |
|            | <i>Erodium cicutarium</i> L.     |              |
|            | <i>Eragrostis mexicana</i> Link. |              |

Cuadro 9 . Densidad de malezas (DEN), porcentajes de infestación (% I) y de control (% C) presentados en la aplicación pre-emergentes de herbicidas, en el ensayo de selección preliminar sobre frijol y amaranto. Chapingo, México, 1992.

| HERBICIDA/MALEZAS            | 1 <sup>era</sup> . EVALUACION |       |      | 2 <sup>da</sup> . EVALUACION |       |      |
|------------------------------|-------------------------------|-------|------|------------------------------|-------|------|
|                              | DEN.                          | % I   | % C  | DEN.                         | % I   | % C  |
| <b>Bromoxinil</b>            | 300                           | 65.8  | 34.2 | 244                          | 96.8  | 3.2  |
| <i>Erodium cicutarium</i>    | 120                           | 98.4  | 1.6  | 108                          | 100.0 | 0.0  |
| <i>Cyperus spp.</i>          | 4                             | 50.0  | 50.0 |                              |       |      |
| <i>Portulaca oleraceae</i>   | 80                            | 39.2  | 60.8 | 50                           | 35.2  | 64.8 |
| <i>Galinsoga parviflora</i>  | 54                            | 61.4  | 38.6 | 62                           | 100.0 | 0.0  |
| <i>Oxalis spp.</i>           | 6                             | 30.0  | 70.0 |                              |       |      |
| <i>Amaranthus hybridus</i>   | 36                            | 100.0 | 0.0  | 22                           | 100.0 | 0.0  |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> |                               |       |      | 2                            | 100.0 | 0.0  |
| <b>Linuron</b>               | 82                            | 19.5  | 80.5 | 106                          | 40.5  | 59.5 |
| <i>Erodium cicutarium</i>    | 20                            | 16.4  | 83.6 | 22                           | 32.4  | 67.6 |
| <i>Cyperus spp.</i>          | 10                            | 100.0 | 0.0  | 32                           | 100.0 | 0.0  |
| <i>Portulaca oleraceae</i>   | 16                            | 7.8   | 92.2 | 20                           | 14.1  | 85.9 |
| <i>Galinsoga parviflora</i>  | 14                            | 15.9  | 84.1 | 14                           | 46.7  | 53.3 |
| <i>Oxalis spp.</i>           | 10                            | 50.0  | 50.0 | 12                           | 85.7  | 14.3 |
| <i>Simsia amplexicaulis</i>  |                               |       |      | 2                            | 100.0 | 0.0  |
| <i>Eragrostis mexicana</i>   | 10                            | 100.0 | 0.0  | 4                            | 100.0 | 0.0  |
| <i>Eleusine multiflora</i>   | 2                             | 100.0 | 0.0  |                              |       |      |
| <b>Metolaclor</b>            | 158                           | 33.9  | 66.1 | 144                          | 50.7  | 49.3 |
| <i>Erodium cicutarium</i>    | 16                            | 13.1  | 86.9 | 8                            | 11.8  | 88.2 |
| <i>Cyperus spp.</i>          | 8                             | 100.0 | 0.0  | 18                           | 100.0 | 0.0  |
| <i>Portulaca oleraceae</i>   | 34                            | 16.7  | 83.3 | 18                           | 12.3  | 83.3 |
| <i>Galinsoga parviflora</i>  | 26                            | 29.5  | 70.5 | 82                           | 100.0 | 0.0  |
| <i>Oxalis spp.</i>           | 8                             | 40.0  | 60.0 | 6                            | 42.9  | 57.1 |
| <i>Amaranthus hybridus</i>   | 62                            | 100.0 | 0.0  | 10                           | 83.3  | 16.7 |
| <i>Chenopodium album</i>     | 4                             | 40.0  | 60.0 |                              |       |      |
| <i>Bidens odorata</i>        |                               |       |      | 2                            | 16.9  | 83.3 |
| <b>Simazina</b>              | 108                           | 23.7  | 73.3 | 74                           | 30.6  | 69.4 |
| <i>Erodium cicutarium</i>    | 30                            | 24.6  | 75.4 | 20                           | 29.4  | 70.6 |
| <i>Cyperus spp.</i>          | 14                            | 100.0 | 0.0  | 20                           | 100.0 | 0.0  |
| <i>Portulaca oleraceae</i>   | 22                            | 10.8  | 89.2 | 6                            | 4.2   | 95.8 |
| <i>Galinsoga parviflora</i>  | 22                            | 25.0  | 75.0 |                              |       |      |
| <i>Oxalis spp.</i>           | 14                            | 70.0  | 30.0 | 24                           | 100.0 | 0.0  |
| <i>Amaranthus hybridus</i>   | 6                             | 42.9  | 57.1 | 4                            | 33.3  | 66.7 |
| <b>Fomesafen</b>             | 50                            | 11.3  | 88.7 | 60                           | 21.7  | 78.3 |
| <i>Erodium cicutarium</i>    | 18                            | 14.8  | 85.2 | 22                           | 32.4  | 67.6 |
| <i>Cyperus esculentus</i>    | 4                             | 50.0  | 50.0 |                              |       |      |
| <i>Portulaca oleraceae</i>   | 2                             | 1.0   | 99.0 | 4                            | 2.8   | 97.2 |
| <i>Galinsoga parviflora</i>  | 22                            | 25.0  | 75.0 | 22                           | 73.3  | 26.7 |
| <i>Oxalis spp.</i>           | 2                             | 10.0  | 90.0 | 4                            | 28.6  | 71.4 |
| <i>Eragrostis mexicana</i>   | 2                             | 100.0 | 0.0  |                              |       |      |
| <i>Chenopodium album</i>     |                               |       |      | 4                            | 40.0  | 60.0 |

DEN=Densidad plantas/m<sup>2</sup>

## 6.2. EXPERIMENTO DOS: DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD Y POSICIÓN DE CARBÓN ACTIVADO SOBRE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.).

### 6.2.1. NÚMERO DE PLANTAS EMERGIDAS Y SOBREVIVIENTES.

En esta variable, el análisis de varianza, no detectó diferencias significativas entre los tratamientos, en ninguna de las dos evaluaciones realizadas a los 10 y 18 días después de la siembra; sin embargo, al observar la tendencias de las medias de cada tratamiento, se aprecia que hubo un comportamiento distinto de la variable respuesta respecto a la cantidad y posición del protectante.

En el cuadro 10, se muestra el ordenamiento de los tratamientos de mayor a menor, y en el caso de la primera evaluación (primera columna), se observa que existe una fluctuación poblacional de 4 plantas emergidas entre el testigo y el tratamiento que presentó el menor número de plantas emergidas. Por otro lado, aquellos tratamientos donde el protectante estuvo colocado sobre la superficie del suelo, asociado con dosis mayores a 100 kg/ha, la fluctuación poblacional fué de 2.3 plantas, siendo el tratamiento correspondiente a 100 kg/ha de carbón activado aquel cuyo número de plantas emergidas no difirió del tratamiento testigo. Lo anterior demuestra que al incrementar la dosis del protectante (hasta ciertos límites), nos proporciona cierto grado de inactividad del herbicida, principalmente cuando éste entra en contacto directo con el antidoto; resultados que concuerdan con los encontrados por Rivera (1979), en el sentido de que existe una posible inactivación parcial de los herbicidas en relación con el espesor del carbón activado. Este mismo autor no encontró diferencias significativas entre tratamientos al evaluar la misma variable a los 23 días después de la siembra de frijol cuando evaluó dosis de linuron y diuron asociados con cantidades de 0.0 a 150 kg/ha de carbón activado para evitar daños por toxicidad, encontrando que la mejor dosis fué la de 100 kg/ha.

Al parecer la cantidades de carbón activado comprendida entre valores próximos a 100 kg/ha, asociados a una posición sobre la superficie del suelo, ofrecen mayor seguridad en este tipo de

estudios. Así lo demuestran los trabajos realizados por Ogg (1978), quien encontró que dosis de carbón activado de 112 kg/ha evitó daños de toxicidad de herbicidas sobre esparrago al aplicar la mezcla linurón + nitralina. Eleftherohorinos (1987), señala que dosis de 100 kg/ha de carbón activado incrementan significativamente el desarrollo radical del maíz en todas las dosis del herbicida Clorsulfuron; resultados que también concuerdan con los obtenidos en el presente estudio.

Tanto en la primera como segunda evaluación, independientemente de la posición del protectante, se observó que a medida que aumentaba la cantidad de carbón activado dispuesto sobre una superficie de entre 7 a 8 cm de diámetro, el número de plantas emergidas se redujo, siendo más drástico este efecto cuando el antidoto estuvo en contacto directo con la semilla, pues en estos tratamientos, se presentaron en las plantas ahilamientos a nivel del cuello, lo que aunado a lo diminuto de la semilla y a la capa de tierra dispuesta sobre la misma, causó un ambiente húmedo propicio para el desarrollo de patógenos que contribuyeron en la baja proporción de plantas emergidas, aspectos que se revelan en función del tratamiento testigo con carbón activado, donde se presentaron los mismos síntomas descritos anteriormente y donde las condiciones de humedad en relación al testigo sin protectante fueron mayores.

Lo anterior difiere de lo encontrado por Morgan y Morgans (1992), en el sentido de que el carbón activado no tuvo efectos significativos sobre el número de plantas emergidas, pero incrementó la sobrevivencia; de ahí que la posición del carbón activado en relación a la semilla del cultivo es crítica para el éxito de la técnica. Lo anterior cobró relevancia en los estudios realizados por Toth *et al.* (1987), quienes encontraron que al incrementar las cantidades de carbón activado, se incrementó la protección al cultivo de tomate, tanto en términos del número de plantas sobrevivientes y del peso seco de las mismas, sin embargo aún cuando las dosis del protectante fueron altas, la protección al cultivo no fue total.

Cuadro 10 . Número de plantas emergidas bajo diferentes cantidades y posición de carbón activado sobre amaranto.Chapingo, México, 1992.

| TRAT. | DESCRIPCION<br>CARBON ACTIVADO |             | NUMERO DE PLANTAS EMERGIDAS |         |
|-------|--------------------------------|-------------|-----------------------------|---------|
|       | POS. <sup>+</sup>              | CANTIDAD ** | 10 DIAS                     | 18 DIAS |
| 9     | Testigo sin C <sub>a</sub> *   |             | 8.3 NS                      | 7.3 NS  |
| 10    | Testigo con C <sub>a</sub> *   |             | 8.0                         | 6.3     |
| 6     | SU                             | 100         | 8.3                         | 7.0     |
| 7     | SU                             | 125         | 8.0                         | 6.5     |
| 8     | SU                             | 150         | 6.0                         | 5.0     |
| 1     | SS                             | 50          | 5.5                         | 4.5     |
| 3     | SS                             | 125         | 5.5                         | 4.0     |
| 4     | SS                             | 150         | 5.3                         | 3.5     |
| 5     | SU                             | 50          | 4.5                         | 3.8     |
| 2     | SS                             | 100         | 4.3                         | 3.5     |

\*\* Cantidad en kg/ha. CV= 33.3% 29.8%

+ Posición del carbón activado.

SU= sobre la superficie del suelo

SS= sobre la semilla

\* Testigos sin y con protectante pero sin herbicida.

Para aquellos tratamientos donde el carbón activado se colocó sobre la semilla y posteriormente se cubrió con una capa de tierra, estos presentaron el menor número de plantas emergidas, observándose que a medida que se incrementó la dosis de protectante el efecto sobre la variable respuesta se vió afectado, disminuyendo en 1.2 plantas. Resultados similares obtuvieron Toth *et al.* (1987), quienes afirman que la sobrevivencia y desarrollo del tomate claramente mostró que la colocación del carbón activado cerca de las raíces de las plantas no fué tan efectivo como cuando el protectante fué colocado sobre la superficie del suelo; además, cuando el protectante se colocó mezclado con la semilla como peletizado fué totalmente inefectivo.

Por otra parte, en la segunda evaluación, cuando las plantas tenían 18 días después de la siembra, se observó una disminución general en el número de plantas, incluso dentro del testigo sin carbón activado; esta disminución en la variable causó que la fluctuación se redujera a 2.8 plantas entre el tratamiento testigo y aquel que presentó el menor número de plantas sobrevivientes; sin embargo la tendencia fué la misma que para la primera

evaluación, e incluso el tratamiento correspondiente a 100 kg/ha de protectante asociado con su colocación sobre la superficie del suelo, presentó los valores más altos.

Otra vez, se observó que la posición del protectante juega un papel importante dentro de la sobrevivencia del cultivo, independientemente de la cantidad del mismo, ejerciendo su efecto de adsorción de una manera más efectiva cuando el herbicida entra en contacto directo con él. Lo anterior guarda una estrecha relación con lo postulado por Kratky y Warren (1971), cuando mencionan que la aplicación superficial del carbón activado probablemente es más efectiva debido a que previene el contacto directo del herbicida con la zona de raíces del cultivo. Pues existe una barrera de interposición, teniéndose el inconveniente de que las moléculas del herbicida queden activas sobre el suelo y considerando el tipo de suelo usado en el experimento que es migajón arenoso se corre el riesgo de difusión del linurón, pues se ha demostrado que este herbicida tiene mayor poder de difusión en aquellos suelos donde el contenido de materia orgánica es deficiente a moderado y donde la capacidad de intercambio catiónico ejercida por los coloides del suelo es menor. De ahí que cobra relevancia el uso de antidotos en la cantidad suficientes para poder tener capacidad inhibitoria de la acción herbicida; a este respecto Bovey y Miller (1969), mencionan que el grado de inactivación de los herbicidas como resultado de la presencia de carbon activado depende del tipo y dosis de herbicida, de la especie vegetal y de la cantidad de carbón activado aplicado.

### 6.3. EXPERIMENTO TRES. EFECTOS DE SISTEMAS DE LABRANZA Y CONTROL DE MALEZAS SOBRE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) SEMBRADOS SOLOS Y ASOCIADOS.

#### 6.3.1. VARIABLES GENERALES

##### 6.3.1.1. IDENTIFICACIÓN, FRECUENCIA Y COBERTURA DE MALEZAS.

De los resultados de las evaluaciones de malezas realizados a los 15 y 35 días después de la emergencia de los cultivos se obtuvo información sobre las especies, frecuencia de aparición, así como la cobertura para cada una de ellas.

Para una mejor comprensión de los resultados se procedió a separar la información de acuerdo a cada sistema de labranza. Así tenemos que para la primera evaluación en el sistema de labranza convencional (Lc) se encontraron 15 especies de malezas, dos de las cuales son cultivadas; las malezas que sobresalen de acuerdo a la frecuencia y cobertura son: *Oxalis* spp., *Cynodon dactylon* y *Cyperus esculentus*. Otras de las malezas que sobresalen solamente por la frecuencia de aparición son: *Simsia amplexicaulis*, *Amaranthus hybridus*, *Eleusine multiflora*, *Galinsoga parviflora*, *Acalypha langiana* y *Eragrostis mexicana* (Cuadro 11).

Bajo el sistema de labranza cero (Lo), aparecieron 16 especies de malezas, 4 de las cuales no aparecieron bajo el sistema de labranza convencional. Las malezas que sobresalen de acuerdo a la frecuencia y cobertura son: *Cynodon dactylon* (Grana de rebrote) y *Amaranthus hybridus*. Por frecuencia de aparición sobresalen: *Oxalis* spp., *Acalypha langiana*, *Eragrostis mexicana*, *Eriogonum cicutarum*, *Cyperus esculentus* y *Capsella bursa-pastoris* (Cuadro 11). Cabe indicar que aparecieron 11 especies de malezas en común para ambos sistemas de labranza; sobresaliendo por frecuencia y porcentaje las gramíneas, aspecto que hizo necesario la aplicación de un graminicida en aquellas parcelas de control químico de malezas en labranza convencional y en toda la superficie de labranza cero. Sin embargo, malezas *Comelina diffusa*, *Ipomoea purpurea* y *Capsella bursa-pastoris* solamente aparecieron en el sistema de labranza cero.

Cuadro 11 . Identificación, frecuencia y % de cobertura de las malezas presentes en la primera evaluación (15 días después de la emergencia) en el experimento sobre los factores sistemas de labranza, sistemas de cultivo y métodos de control de malezas. Chapingo, México. 1992.

| ESPECIE                       | Lab. Conv (Lc) |                      | Lab. Cero (Lo) |          |
|-------------------------------|----------------|----------------------|----------------|----------|
|                               | FREC           | % COBER              | FREC.          | % COBER. |
| <i>Cyperus esculentus</i>     | 100            | 1.8                  | 50.0           | 0.17     |
| <i>Oxalis spp</i>             | 100.0          | 3.9                  | 83.3           | 0.70     |
| <i>Simsia amplexicaulis</i>   | 100.0          | 0.7                  | 33.3           | 0.33     |
| <i>Amaranthus hybridus</i>    | 100.0          | 0.6                  | 100.0          | 3.8      |
| <i>Eleusine multiflora</i>    | 100.0          | 0.5                  |                |          |
| <i>Cynodon dactylon</i>       | 83.3           | 3.12                 | 100.0          | 7.1      |
| <i>Galinsoga parviflora</i>   | 83.3           | 0.03                 |                |          |
| <i>Acalypha langiana</i>      | 83.3           | 0.13                 | 83.3           | 0.16     |
| <i>Eragrostis mexicana</i>    | 66.7           | 0.30                 | 83.3           | 0.41     |
| <i>Vicia sativa</i>           | 50.0           | 0.23                 |                |          |
| <i>Bidens odorata</i>         |                |                      | 50.0           | 0.27     |
| <i>Taraxacum officinale</i>   | 33.3           | 0.3                  | 16.7           | 0.06     |
| <i>Erodium cicutarium</i>     | 33.3           | 0.02                 | 83.3           | 0.28     |
| <i>Medicago sativa</i>        | 16.7           | 0.06                 |                |          |
| <i>Portulaca oleraceae</i>    | 16.7           | $5.0 \times 10^{-3}$ | 66.7           | 0.16     |
| <i>Sonchus oleraceus</i>      | 16.7           | $5.0 \times 10^{-3}$ | 66.7           | 0.16     |
| <i>Capsela bursa-pastoris</i> |                |                      | 50.0           | 0.05     |
| <i>Comelina diffusa</i>       |                |                      | 16.7           | 0.11     |
| <i>Ipomoea purpurea</i>       |                |                      | 16.7           | 0.03     |
| <i>Raphanus raphanistrum</i>  |                |                      | 16.7           | 0.005    |
| Total de especies             | 15             |                      | 16             |          |
| Especie en común              |                | 11                   |                |          |

\*= Especies cultivadas.

En el cuadro 12 , se muestran los resultados de la evaluación realizada a los 35 días después de la emergencia, en donde se observa que para el sistema de labranza convencional aparecieron 25 especies de malezas, sobresaliendo tanto por su frecuencia y cobertura las siguientes malezas: *Oxalis spp.*, *Amaranthus hybridus*, *Simsia amplexicaulis*, *Cyperus esculentus*, *Taraxacum officinale*. Otras especies que sobresalieron solamente por la frecuencia de aparición son: *Verbena bipinnatifida*, *Lopezia mexicana*, *Eragrostis mexicana*, *Bromus spp.*, *Cynodon dactylon*.

Bajo el sistema de labranza cero, aparecieron 13 especies de malezas predominando tanto por su frecuencia y cobertura: *Amaranthus hybridus*, *Oxalis spp.*, *Verbena bipinnatifida*, *Sonchus oleraceus*, *Acalypha langiana* y *Taraxacum officinale* . Aquellas malezas que sobresalen solamente por su frecuencia son: *Cyperus*

*esculentus*, *Lopezia langiana*, *Simsia amplexicaulis*, *Malva parviflora* (Cuadro 12).

**Cuadro 12 . Identificación, frecuencia y % de cobertura de las malezas presentes 35 días después de la emergencia de los cultivos. Factores sistemas de labranza, sistemas de cultivo y métodos de control de malezas. Chapingo, México. 1992.**

| ESPECIE                        | Lab. Conv (Lc) |           | Lab. Cero (Lo) |           |
|--------------------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
|                                | FREC           | % COBER   | FREC.          | % COBER.  |
| <i>Amaranthus hybridus</i>     | 100.0          | 4.3       | 100.0          | 6.95      |
| <i>Oxalis spp</i>              | 100.0          | 4.5       | 100.0          | 2.77      |
| <i>Cyperus esculentus</i>      | 100.0          | 3.8       | 100.0          | 0.26      |
| <i>Acalypha langiana</i>       | 100.0          | 0.85      | 83.3           | 1.16      |
| <i>Sonchus oleraceus</i>       | 66.7           | 0.46      | 100.0          | 2.77      |
| <i>Verbena bipinnatifida</i>   | 100.0          | 0.36      | 66.7           | 2.94      |
| <i>Lopezia mexicana</i>        | 83.3           | 0.64      | 50.0           | 0.16      |
| <i>Simsia amplexicaulis</i>    | 83.3           | 4.04      | 50.0           | 0.36      |
| <i>Taraxacum officinale</i>    | 50.0           | 1.33      | 66.7           | 1.02      |
| <i>Malva parviflora</i>        | 16.7           | 0.06      | 66.7           | 0.19      |
| <i>Comelina diffusa</i>        | 16.7           | 0.06      | 50.0           | 0.19      |
| <i>Capsela bursa-pastoris</i>  | 33.3           | 0.22      | 33.3           | 0.49      |
| <i>Erodium cicutarium</i>      | 16.7           | 0.17      | 33.3           | 0.05      |
| <i>Eragrostis mexicana</i>     | 50.0           | 0.30*     |                |           |
| <i>Bromus spp.</i>             | 50.0           | 0.50*     |                |           |
| <i>Cynodon dactylon</i>        | 50.0           | 1.32*     |                |           |
| <i>Eleusine multiflora</i>     | 33.3           | 0.14*     |                |           |
| <i>Portulaca oleraceae</i>     | 33.3           | 0.11      |                |           |
| <i>Medicago sativa</i>         | 33.3           | 0.58++    |                |           |
| <i>Poligonum aviculare</i>     | 16.7           | 0.11      |                |           |
| <i>Pennisetum clandestinum</i> | 16.7           | 0.11*     |                |           |
| <i>Vicia sativa</i>            | 16.7           | 0.08++    |                |           |
| <i>Digitaria filiformis</i>    | 16.7           | 0.28*     |                |           |
| <i>Bidens odorata</i>          | 16.7           | 0.8       |                |           |
| <i>Lepidium virginicum</i>     | 16.7           | 0.11      |                |           |
| <i>Galinsoga parviflora</i>    | 50.0           | 0.47      |                |           |
| <b>Total de especies</b>       |                | <b>26</b> |                | <b>13</b> |
| <b>Especies en común</b>       |                |           | <b>13</b>      |           |

\*=Plantas que solo se presentaron en las parcelas de control manual de malezas.

+= Especies cultivadas.

De lo anterior se observa una reducción en la presencia de gramíneas principalmente para la segunda evaluación, debido a la eficiencia del graminicida fluazifop-butyl que fue aplicado en post emergencia en aquellas parcelas de control químico de malezas en labranza convencional y en todas las parcelas de labranza cero. La práctica de mezclar bentazona y fluazifop-butyl para realizar el control de malezas en aquellas parcelas de labranza cero sometidas al control manual de malezas contribuyó a la reducción

en el número de especies (13 especies) para dicho sistema; sin embargo, hubo malezas como *Amaranthus hybridus* que no se vieron afectadas por la aplicación de los herbicidas. La aparición de gramíneas para la segunda evaluación se vio reducida a aquellas parcelas de labranza convencional que estuvieron sometidas al control manual de malezas (escardas a los 16 y 36 días después de la emergencia). Lo anterior demuestra el efecto de las prácticas de manejo sobre la dinámica poblacional de malezas.

### 6.3.1.2. PORCENTAJE DE COBERTURA DE MALEZAS.

Para esta variable (previa transformación angular de la información), para la evaluación realizada 15 días después de la emergencia (D.D.E.) el análisis de varianza no mostró diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ), para ninguno de los factores involucrados en el estudio; como tampoco para sus interacciones. A los 35 D.D.E. sólo el factor control de malezas presentó diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ).

Referente a los sistemas de labranza, se observa en el cuadro 13 que durante las evaluaciones, existe la tendencia que el sistema de labranza cero (Lo), ejerció un efecto supresivo en el porcentaje de cobertura, siendo más agudo en la primera que en la segunda evaluación. Lo anterior posiblemente obedece a la efectividad del herbicida glifosato aplicado previo a la siembra de los cultivos; aunque se presentaron algunos inconvenientes de control principalmente con la gramínea establecida *Cynodon dactylon*, lo cual puede estar asociado principalmente con la poca precipitación que se presentó después de la aplicación (Apéndice 5) impidiendo la absorción eficiente del producto y permitiendo rebrote de la maleza, cuando las condiciones de humedad fueron favorables. En el sistema de labranza convencional (Lc), se tuvieron problemas con la misma gramínea, siendo estos más graves debido a que fueron diseminados estolones por los implementos de labranza, durante el proceso de preparación del terreno.

Los sistemas de cultivos, no mostraron diferencias significativas sobre la cobertura de malezas, lo cual indica que la variable no se vio afectada por el factor en cuestión; sin embargo, existen las tendencias de que la siembra en monocultivos

tiene algún efecto detrimental en la presencia de malezas, ya que los valores encontrados indican que fue el sistema de asociación el que favoreció a la cobertura de malezas. Para la segunda evaluación los resultados dan mayor claridad, siendo el sistema de frijol solo (monocultivo) el que presentó el menor valor de cobertura, seguido del sistema en asociación y por último el sistema monocultivo amaranto. Estos resultados pueden ser atribuidos a una mayor velocidad de crecimiento del frijol en relación al amaranto, el cual le permite hacer uso de un mayor espacio de suelo impidiendo en cierto grado el establecimiento y desarrollo de las malezas; a diferencia del cultivo de amaranto, donde se observó lento desarrollo principalmente durante los primeros dos meses después de la siembra, resultados que coinciden con los de Espitia (1989). Fleck *et al.* (1984), menciona que en el caso de maíz también presenta un menor desarrollo inicial, lo que unido a las condiciones de deficiencia hídrica, hace que se torne una especie susceptible al estrés causado por la competencia con las malezas.

Los métodos de control de malezas no mostraron diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ) durante la primera evaluación; pero sí para la segunda. En la primera evaluación fue el control químico el que presentó el menor porcentaje de cobertura, superado por el control manual en 38.4 %. En cambio para la segunda evaluación, fue el control manual el que redujo la expresión de la variable, siendo significativamente diferente al control químico, el que se vio superado en un 35.9% por el primero. Lo anterior está asociado a la pérdida de residualidad del herbicida pre-emergente, permitiendo el establecimiento de malezas y a la eficiencia del control manual, resultados que coinciden con los encontrados por Prasad y Srivastava (1991).

Al realizar la prueba de Tukey de comparación de medias ( $\alpha = 0.05$ ) para los tratamientos producto de la combinación de los factores (cuadro 14), se determinó que para la primera evaluación (15 D.D.E) el tratamiento de labranza convencional + amaranto en monocultivo + control químico de malezas, fue el que obtuvo el menor valor de cobertura (6.4 %); sin embargo no difiere estadísticamente de los demás tratamientos. Para la segunda evaluación no existen diferencias significativas entre

tratamientos siendo el correspondiente a labranza convencional + amaranto en monocultivo + control químico, el que aportó el mayor porcentaje de cobertura, no difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos. Fue el tratamiento labranza cero + sistema de asociación frijol - amaranto + control manual de malezas, el que presentó el porcentaje de cobertura más bajo (9.0) (Cuadro 15). A este respecto, Dwivedi *et al.* (1991), indican que el control manual de malezas en cultivos de legumbres controlan más eficientemente el crecimiento de las malezas que la aplicación de herbicidas.

Cuadro 13. Comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para las variables porcentaje de cobertura (% cober.) y peso seco de malezas (P.S.M.), sobre los factores sistemas de labranza y cultivos, control de malezas realizado a los 15 y 35 días después de la emergencia de los cultivos. Chapingo, México. 1992.

|                | EVALUACIONES       |         |                    |                    |
|----------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|
|                | 15 DDE<br>% cober. | P.S.M   | 35 DDE<br>% cober. | P.S.M <sup>*</sup> |
| Sist. labranza |                    |         |                    |                    |
| Lc             | 12.894a            | 24.533a | 25.794a            | 50.82a             |
| Lo             | 13.861a            | 19.000a | 16.689a            | 19.40a             |
| Sist. cultivo  |                    |         |                    |                    |
| Fs             | 14.017a            | 27.700a | 14.875a            | 23.73b             |
| F + A          | 14.983a            | 22.533a | 23.067a            | 41.03a             |
| As             | 11.133a            | 15.067a | 25.783a            | 40.57ab            |
| Cont. malezas  |                    |         |                    |                    |
| Cq             | 11.467a            | 18.778a | 25.894a            | 46.67a             |
| Cm             | 15.467a            | 24.756a | 16.589b            | 23.56b             |

<sup>\*</sup> = Peso seco de maleza gr/m<sup>2</sup>  
<sup>\*\*</sup> = Días después de la emergencia



### 6.3.13. PESO SECO DE MALEZAS ( $\text{GR}/\text{M}^2$ ).

El desarrollo vegetativo de las malezas, medido a través de la materia seca, no difirió estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ ) entre los sistemas de labranza y cultivos, así como el control de malezas, durante la primera evaluación (15 D.D.E) tampoco hubo significancia estadística para las interacciones; sin embargo se observó que la expresión de la variable tendió a incrementarse en el sistema de labranza convencional, superando en un 22.6% a la labranza cero. Lo anterior coincide con lo citado por Dawelbeit y Hamada (1992), quienes afirman que no existen diferencias en el peso y cobertura de malezas en diferentes sistemas de labranza, debido al hecho de que en las operaciones de labranza existe remoción de semillas de malezas ubicadas dentro de la capa arable favoreciendo su emergencia; Idris y Beshir 1979, citados por Dawelbeit y Hamada (1992), mencionan que la mayoría de las semillas de malezas anuales se encuentran presentes en los primeros 15 cm y que decrece su presencia con la profundidad del suelo; por lo que las ligeras diferencias en la variación en la población de malezas y/o especies asociadas en los diferentes sistemas de labranza, pueden ser atribuidos a los diferentes requerimientos para la germinación de estas malezas.

Para los sistemas de cultivos, el sistema de amaranto en monocultivo presentó los valores más bajos ( $15.067 \text{ gr}/\text{m}^2$ ) seguido en orden ascendente por el sistema de asociación y el de frijol en monocultivo. Para el control de malezas, el control químico presentó un índice más bajo en el peso seco de malezas, a diferencia del control manual que lo superó en un 24.1% debido principalmente al efecto del herbicida.

En la segunda evaluación (35 D.D.E), al realizar el análisis de varianza para la misma variable, se encontró que el factor labranza no manifestó diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ); sin embargo es el sistema de labranza convencional el que aportó los valores más elevados ( $50.82 \text{ gr}/\text{m}^2$ ) en relación a la labranza cero ( $19.40 \text{ gr}/\text{m}^2$ ) (Cuadro 13).

En cambio para los sistemas de cultivos se presentaron diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ), siendo el sistema asociación frijol-amaranto el que presentó el valor más elevado, no

difiriendo estadísticamente del sistema amaranto en monocultivo. Resultados similares encontraron Yaduraju *et al.* (1986), pues observaron que la asociación de cultivos maíz con soya o frijol mungo, no presentaron ningún efecto sobre las poblaciones de malezas, como tampoco sobre el peso seco de las mismas. Mahapatra (1991), encontró que cuando el chicharo fue asociado con arroz y mijo ayudaron a acumular más materia seca de malezas que cuando fue asociado con garbanzo y cacahuete, lo anterior lo atribuyeron al menor efecto de estrangulamiento.

Cuando el frijol fue sembrado en monocultivo, ejerció efectos de supresión en las malezas, no mostrando diferencia estadística con el sistema amaranto en monocultivo. Lo anterior muestra que los sistemas de monocultivo ejercen efectos similares sobre las malezas; sin embargo, el sistema de frijol en monocultivo ejerció mayor efecto supresivo posiblemente debido al relativo rápido crecimiento inicial y la disposición foliar, características que lo habilitan para competir. De lo anterior se deriva que los sistemas de cultivos ejercen efectos diferentes sobre la población de malezas en función de las especies asociadas, que influyen directamente en el peso seco de malezas. Fleck *et al.* (1984) encontraron que cuando el girasol es asociado con maíz o frijol, fue más eficiente en la supresión de malezas acentuando su capacidad competitiva debido a su mayor capacidad de cubrir el suelo, al rápido crecimiento y disposición horizontal de las hojas; encontraron también que sus resultados variaron de acuerdo a las especies sometidas a la asociación; resultados similares encontró Reddy *et al.* (1985) al asociar sorgo con chicharo o girasol.

También los métodos de control de malezas mostraron significancia estadística ( $\alpha = 0.05$ ) (Cuadro 13), donde el control químico superó al control manual en 23.1 gramos, poniendo de manifiesto la eficiencia en el control de las malezas ejercida por este último, permitiendo al cultivo un período más amplio libre de competencia. Prasad y Srivastava (1991), manifiestan que la aplicación del control manual tanto en cultivos solos como asociados de chicharo y soya, reducen significativamente la absorción de nitrógeno por parte de las malezas, comparada con el control químico.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo asociados a las condiciones ambientales prevalecientes durante el establecimiento del experimento (Apéndice 4 y 5), aunado al riego pesado proporcionado al cultivo 8 días después de la siembra, contribuyeron a la pérdida de residualidad del herbicida y por ende a la mayor presencia de malezas en el control químico. A este respecto Abraham *et al.* (1987), encontraron que la presencia de lluvias fuertes durante los primeros 8 días después de aplicado al suelo el herbicida linuron ocasionaron pérdidas de 66%, por causa de lixiviación y por el agua de desagüe, también por fotodescomposición principalmente cuando el linuron es expuesto directamente a la luz solar (Geissbuhler *et al.* 1978; citados por Abraham *et al.* 1987).

Al realizar la prueba Tukey para los tratamientos de los factores se tiene que en la primera evaluación hubo diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ), existiendo una fluctuación de  $31.8 \text{ gr/m}^2$  entre los tratamientos que aportaron los valores extremos (Cuadro 16); siendo el tratamiento labranza cero + sistema de asociación frijol-amaranto + control químico, el que aportó el menor peso seco de malezas ( $11.1 \text{ gr/m}^2$ ). Venkateswarlu y Ahlawat (1986), encontraron que la asociación chicharo - chicharo de vaca reducen moderadamente la densidad de malezas monocotiledoneas y dicotiledoneas.

Para la segunda evaluación, tampoco se encontró diferencias significativas, siendo el tratamiento labranza cero + sistema amaranto en monocultivo + control químico de malezas el que aportó una supresión de malezas muy efectiva (Cuadro 16). El tratamiento que aportó la mayor acumulación de materia seca fue el sistema de labranza convencional + amaranto en monocultivo y control químico de malezas. De lo anterior se deduce que sigue siendo el sistema de labranza cero asociado con sistemas en monocultivos y el control manual de malezas los que afectaron drásticamente la presencia de malezas; esto tiene explicación en el sentido de que fue en este sistema de labranza donde se presentó el menor número de malezas, principalmente dicotiledoneas durante la segunda evaluación (Cuadro 17). Corroborando la eficiencia de control de gramíneas por parte de fluazifop-butil y de hojas ancha por el herbicida bentazona, los cuales fueron empleados en vez del





diferencia de cuando se controló la maleza manualmente, donde hubo mal control de las malezas (3.1 %) indicando que la presencia de las malezas bajo este tratamiento fue tan alto como en el testigo siempre enhierbado. En general los mejores resultados se obtuvieron en aquellas combinaciones donde se encontró presente el sistema de frijol en monocultivo, seguido del sistema asociación.

Para la segunda evaluación, según el mismo cuadro, fue el control manual de malezas asociado con el sistema frijol en monocultivo los que aportaron la mayor eficiencia de control (81.9%) fluctuando solamente 4.4 % entre los sistemas de siembra; siendo el sistema de asociación el que reportó la menor eficiencia de control (77.5 %). El control químico reportó los valores más bajos; sin embargo, fue el tratamiento donde se encuentra involucrado el frijol tanto en monocultivo como en asociación donde se obtuvo la mayor eficiencia de control de malezas.

#### 6.3.14.2. LABRANZA CERO (LO).

Para este sistema de labranza al igual que el anterior fue el control químico de malezas + el sistema de frijol en monocultivo el que obtuvo la mayor expresión de la variable (73%), seguido del sistema amaranto en monocultivo. En el caso del control manual hubo valores cercanos a 1% correspondientes al sistema de asociación, donde la presencia de malezas para este tratamiento fue casi similar al testigo siempre enhierbado.

Durante la segunda evaluación, fue el control químico de malezas llevado a cabo mediante la aplicación de bentazona + fluazifop-butil, el que proporcionó los valores más elevados (89.2%), variando solamente 4.5 % entre los sistemas de cultivos, siendo el sistema de monocultivos, tanto de frijol como de amaranto, los que proporcionaron la mejor eficiencia de control. Para el control químico aunque la eficiencia de control no se vió drásticamente reducida como en la labranza convencional, presentó valores comprendidos entre 66.7 a 89.6%; siendo el sistema de frijol en monocultivo el más eficiente seguido por el de asociación.

De todo lo anterior, se desprende que el sistema de labranza cero se encuentra influyendo directamente sobre la dinámica

poblacional de malezas, pues en general es donde se presentó la menor población de malezas, lo que asociado al sistema de frijol en monocultivo, independientemente del método de control de malezas fue el que aportó los mayores beneficios en términos de la supresión poblacional. Aunque es conveniente enunciar que en este sistema de labranza la mayor población de malezas emergieron en aquellos lugares donde fue necesario remover el suelo para realizar la siembra de los cultivos.

Cuadro 18. Peso seco de malezas (P.S.M) en  $\text{gr/m}^2$  y eficiencia de control de malezas (E.C.M) en %, a los 15 y 35 DDE para las tratamientos de factores principales. Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS | 15 DDE |        | 35 DDE |       |
|--------------|--------|--------|--------|-------|
|              | P.S.M  | E.C.M. | P.S.M. | E.C.M |
| Lc Fs Cq     | 22.0   | 40.4   | 38.9   | 75.8  |
| Lc Fs Cm     | 32.7   | 11.4   | 29.1   | 81.9  |
| Lc Fs SE     | 36.9   |        | 160.8  |       |
| Lc F+A Cq    | 14.3   | 17.8   | 68.7   | 66.2  |
| Lc F+A Cm    | 27.9   | 6.4    | 45.7   | 77.5  |
| Lc F+A SE    | 29.8   |        | 203.3  |       |
| Lc AS Cq     | 14.3   | 10.6   | 97.3   | 21.6  |
| Lc AS Cm     | 15.5   | 3.1    | 25.2   | 79.7  |
| Lc AS SE     | 16.0   |        | 124.1  |       |
| Lo Fs Cq     | 12.3   | 73.0   | 10.9   | 89.6  |
| Lo Fs Cm     | 43.9   | 3.5    | 12.7   | 87.9  |
| Lo Fs SE     | 45.5   |        | 104.8  |       |
| Lo F+A Cq    | 11.1   | 17.2   | 30.8   | 75.1  |
| Lo F+A Cm    | 13.3   | 0.8    | 18.9   | 84.7  |
| Lo F+A SE    | 13.4   |        | 123.5  |       |
| Lo AS Cq     | 15.1   | 24.1   | 30.0   | 66.7  |
| Lo AS Cm     | 18.4   | 7.5    | 9.7    | 89.2  |
| Lo AS SE     | 19.9   |        | 90.1   |       |

De lo anterior se puede indicar que para la primera evaluación los tratamientos que incluyen control químico fueron los mejores, que concuerdan con los obtenidos por Ali (1988) y Prasad y Srivastava (1991); sin embargo, los resultados variaron para la segunda evaluación donde el control manual presentó los valores más altos, lo cual está íntimamente ligado al poco poder residual del herbicida linuron.

### 6.3.15. FITOTOXICIDAD DEL HERBICIDA A LOS CULTIVOS.

El herbicida linuron a razón de 1.0 kg/ha, no causó efectos de fitotoxicidad para los cultivos en el sistema de labranza convencional; sin embargo en labranza cero el cultivo de frijol presentó ligeros síntomas (2.0) a moderados (3.0), los cuales desaparecieron con el desarrollo de la tercera hoja trifoliolada. Estos daños están asociados con la profundidad de siembra, pues en aquellas parcelas que por la dureza del terreno las semillas quedaron superficiales se manifestó los daños más severos (3.0); pero el 90% de las plantas que presentaron dichos síntomas se recuperaron posteriormente, coincidiendo con los resultados reportados por Sánchez (1986).

Respecto al amaranto, este cultivo no manifestó daño alguno, corroborando la eficiencia del carbón activado en la protección de la planta al herbicida, aunque se tuvieron problemas con la mayor aparición de malezas en el área cubierta por el protectante, coincidiendo con lo encontrado por Morgan y Morgans (1991). En aquellas parcelas donde fue necesario la aplicación de la mezcla de herbicida bentazona + fluazifop-butil, no se observó en general ningún síntoma de fitotoxicidad para los dos cultivos, donde se esperaba que presentara sintomatología para amaranto, solamente aquellas plantas que estaban muy pequeñas presentaron ligeros síntomas (2.0%) y en las más grandes no lo hubo por lo que el tamaño de la planta y el estado de desarrollo juega un papel importante para la tolerancia del herbicida.

### 6.3.16. EFICIENCIA RELATIVA DE LA TIERRA.

Se calcularon los índices de eficiencia relativa de la tierra en términos de rendimiento (Kg/ha) y de ingreso bruto (N\$) en función de los sistemas de labranza (convencional (Lc) y cero (Lo)) y de los métodos de control de malezas empleados en el experimento. Como se observa en el cuadro 19, los valores determinados para el sistema de labranza convencional (1.27, 1.83) nos indican que para obtener el mismo rendimiento e ingreso de una hectárea de cultivo asociado, se requieren necesariamente 1.27 y 1.83 hectáreas de los cultivos frijol y amaranto como

monocultivos respectivamente. Nótese que la variación en ambos valores bajo el mismo sistema de labranza obedece básicamente al manejo de la maleza, requiriéndose de una mayor superficie de terreno cuando ambos cultivos sembrados solos son sometidos al control químico de malezas.

Respecto a los valores determinados para el sistema de labranza cero (Cuadro 19), estos fueron 1.58 y 1.83 tanto para el rendimiento como para ingreso bruto. Estos valores estuvieron influenciados nuevamente por el manejo de la maleza, aunque a diferencia del sistema de labranza convencional, en labranza cero es bajo el control de malezas llevado a cabo con herbicidas postemergentes donde se hace necesario sembrar una mayor superficie (1.83) de los cultivos solos para obtener los mismos beneficios que la asociación; a diferencia del control químico donde la superficie se reduce a 1.59. De lo anteriormente analizado se puede inferir que de acuerdo a los valores encontrados es posible y factible el sistema de asociación frijol-amaranto ya que dichos valores superaron la unidad, solamente que su expresión varió de acuerdo al manejo de los cultivos. Aunque es pertinente enunciar que aunque se presentan complejas relaciones de interferencia entre cultivos y malezas, las cuales se vieron reflejadas en las variables evaluadas en cada cultivo y malezas, los valores obtenidos indican que se tiene una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos (agua, nutrientes, luz, etc.) con el sistema de asociación ya que bajo monocultivos se requiere de una mayor superficie para poder obtener los mismos rendimientos e ingreso bruto que para el sistema de monocultivo.

Kumar y Singh (1987), encontraron resultados similares al evaluar la asociación de cultivos chicharo-mostaza en relación a los cultivos solos; atribuyendo que existe gran eficiencia biológica en la asociación. Thakur y Sharma (1988), encontraron valores de LER de 1.73 para la asociación maíz-chicharo, por lo que provee mayores ventajas por unidad de tiempo y área entre las asociaciones y cultivos solos; aunque los valores LER para otras asociaciones de cultivos fue baja en relación a la anterior, siempre fueron mayores de 1.0, lo que implica que proveen posibilidades de beneficio con la asociación de cultivo. Pal et

al. (1991), encontraron resultados variantes de LER en el sentido de que este parámetro es afectado por los tratamientos de asociación. Así, cuando el chicharo fue asociado con sorgo (2:1) dió los más altos valores de LER seguido de la asociación sorgo-chicharo (2:1); obteniendo valores bajos en la asociación sorgo-girasol (4:2), lo anterior lo atribuyeron a la severa competencia establecida en las etapas tempranas de desarrollo de los cultivos.

Cuadro 19. Eficiencia relativa de la tierra en términos de rendimiento (Kg/ha) e ingreso bruto (N\$) obtenidos para los cultivos frijol y amaranto, sometidos a diferentes sistemas de labranza y de cultivo, métodos de control de malezas. Chapingo, México. 1992.

| Sist.de lab.<br>y<br>contr. malezas | Frijol |          | Amaranto |          | E.R.T |
|-------------------------------------|--------|----------|----------|----------|-------|
|                                     | solo   | asociado | solo     | asociado |       |
| Lc y Cm                             | 2320.8 | 1805.3   | 1835.0   | 905.5    | 1.27* |
|                                     | 4641.6 | 3610.5   | 2752.5   | 1358.3   | 1.27+ |
| Lc y Cq                             | 1615.8 | 1288.1   | 871.4    | 899.7    | 1.83  |
|                                     | 3231.6 | 2576.1   | 1307.1   | 1349.6   | 1.83  |
| Lo y Cm                             | 1478.1 | 1430.8   | 1195.5   | 1034.1   | 1.83  |
|                                     | 2956.1 | 2861.6   | 1792.5   | 1551.3   | 1.83  |
| Lo y Cq                             | 1199.7 | 957.8    | 732.8    | 575.3    | 1.58  |
|                                     | 2399.4 | 1915.6   | 1099.2   | 862.9    | 1.58  |

\*= Rendimiento Kg/ha

+ = Ingreso bruto N\$

$\bar{X} = 1.62$

En el presente estudio se obtuvo un valor promedio de LER de 1.62, lo que indica un 62% más de productividad en los cultivos, cuando estos estuvieron asociados, aprovechando de manera más eficiente las condiciones del medio, que cuando fueron sembrados como monocultivo.

## 6.3.2. VARIABLES EVALUADAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL.

Los resultados de los análisis de varianza para las variables evaluadas en el cultivo de frijol se muestran en el apéndice 1.

### 6.3.2.1. PESO SECO DE PLANTA.

El análisis de varianza para el peso seco de planta no presentó diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ), para los sistemas de labranza; pero sí para los sistemas de cultivos, y altamente significativa ( $\alpha=0.01$ ) para los métodos de control. Ninguna de las interacciones fueron estadísticamente significativas.

Al realizar las comparaciones de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ) (Cuadro 20) para cada una de las variables involucradas, se tiene que en la variable peso seco de planta los sistemas de labranza, cuando el cultivo creció bajo el sistema de labranza convencional, se observó la tendencia a incrementar la manifestación de la variable (28.58 gr/planta), obteniéndose un 33.8% más que en labranza cero. Miller y Burke (1984), encontraron que el frijol responde positivamente a la profundidad de roturación, independientemente del tipo de suelo; sin embargo observaron que el cultivo sometido a un suelo arcilloso roturado y con riegos semanales el crecimiento del cultivo fue más vigoroso que en aquellas parcelas donde no se roturó. Así mismo Mullins (1986), al comparar sistemas de labranza en frijol, encontró que el desarrollo de las plantas en labranza cero se vió reducido durante toda la estación de crecimiento del cultivo atribuyendo lo anterior a que en este sistema el suelo fue demasiado compacto para la buena penetración radical.

En relación a los sistemas de cultivo, se presentaron diferencias significativas entre los niveles del factor ( cuadro 20), siendo el sistema frijol en monocultivo el que permitió el valor más alto (26.02 gr/planta), superando al sistema de asociación en un 17.6%. Estos resultados pueden ser explicados en base a la relación de competencia que se presentó durante la etapa de floración del frijol en el sistema de asociación; ya que coincidió con la etapa de máximo crecimiento vegetativo del amaranto. A pesar de que el sistema de asociación afectó al frijol

reduciendo la acumulación de materia seca, es cierto que las diferencias en los ciclos de los cultivos permitió que dichos efectos por competencia fueran tan acentuados como en aquellos cultivos donde coinciden las fases fenológicas.

En relación a los métodos de control de malezas, las diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) encontradas, indican que el control manual de malezas favoreció la acumulación de materia seca (27.79 gr/planta), superando en 30 % al control químico. Lo anterior se explica en el sentido de que las prácticas de manejo de malezas están influenciando la máxima expresión de las mismas como son la densidad y cobertura.

El control manual realizado a los 16 y 36 días después de la emergencia fue más efectivo para la supresión de la población de hierbas, permitiendo al cultivo mayor tiempo libre de competencia interespecífica, y de esta manera facilitar la mayor acumulación de fotosíntatos; lo anterior coincide con lo encontrado por Cerna Y Valdéz (1987). Tafoya (1990), encontró resultados similares, asegurando que aquellos tratamientos que menos maleza tuvieron en interferencia con el cultivo a lo largo de su ciclo, obtuvieron mayor peso seco de follaje, así como también que los menores pesos obtenidos en los tratamientos linuron y el tratamiento regional posiblemente se deban en mayor grado al menor control de las malezas existentes en estos casos, lo cual ocasionó limitaciones en la disponibilidad de nutrientes y luz, lo cual es más drástico cuando el cultivo se deja en presencia de malezas.

Cuadro 20. Comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para las variables de frijol peso seco por planta (P.S.P) en gramos, número de granos por vaina (N.G.V), número de vainas por planta (N.V.P) promedio de 10 plantas, rendimiento (R.F) (kg/ha) e ingreso bruto (I.B.F) en \$N, sobre los factores sistemas de labranza y cultivos, control de malezas, realizado a la cosecha del cultivo. Chapingo, México. 1992.

|                | VARIABLES |       |         |         |         |
|----------------|-----------|-------|---------|---------|---------|
|                | P.S.P.    | N.G.V | N.V.P   | R.F     | I.B.F   |
| Sist. labranza |           |       |         |         |         |
| Lc             | 28.583a   | 4.70a | 22.09a  | 1757.5a | 3515.0a |
| Lo             | 18.908a   | 4.63a | 14.07b  | 1266.6a | 2533.2a |
| Sist. cultivo  |           |       |         |         |         |
| Fs             | 26.042a   | 4.66a | 19.217a | 1653.6a | 3307.2a |
| F + A          | 21.450b   | 4.67a | 16.950a | 1370.5a | 2740.9a |
| Cont. malezas  |           |       |         |         |         |
| Cm             | 27.792a   | 4.72a | 20.158a | 1758.7a | 3517.5a |
| Cq             | 19.700b   | 4.62a | 16.008b | 1265.3b | 2530.7b |

En relación a los tratamientos de los factores en estudio, al realizar la comparación de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ), existen diferencias significativas para dichos tratamientos, siendo el tratamiento labranza convencional + sistema frijol en monocultivo + control manual, el que aportó el valor más alto (37.4 gr/planta), seguido de labranza convencional + sistema de asociación frijol -- amaranto + control manual de malezas, (28.5 gr/planta), siendo estadísticamente igual a los tratamientos donde está inmerso el sistema de frijol en monocultivo independientemente de los sistemas de labranza y del método de control de malezas. El valor más bajo (13.4 gr/planta) lo presentó el tratamiento labranza cero + sistema frijol -- amaranto en asociación + control químico de malezas; siendo estadísticamente igual a los tratamientos donde se encuentra asociado el sistema de labranza cero, sistema de asociación y control químico de malezas (Cuadro 21). Lo anterior corrobora los resultados encontrados para cada uno de los factores involucrados en el estudio.

Cuadro 21. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable peso seco por planta de frijol (P.S.P.), sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS |     |    | VARIABLE |               |
|--------------|-----|----|----------|---------------|
|              |     |    | P.S.P.   | SIGNIFICANCIA |
| Lc           | Fs  | Cm | 37.4     | a             |
| Lc           | F+A | Cm | 28.5     | ab            |
| Lc           | Fs  | Cq | 25.6     | abc           |
| Lo           | Fs  | Cm | 24.2     | abc           |
| Lc           | F+A | Cq | 22.8     | bc            |
| Lo           | F+A | Cm | 21.0     | bc            |
| Lo           | Fs  | Cq | 16.9     | bc            |
| Lo           | F+A | Cq | 13.4     | c             |

Tukey= 13.36  
CV= 17.4%

### 6.3.2.2. NÚMERO DE GRANOS POR VAINA.

El análisis de varianza para los datos correspondientes a la variable con un nivel de significancia de ( $\alpha=0.05$ ), indican que no existen diferencias significativas para ninguno de los factores involucrados en el estudio, como tampoco para las interacciones. Sin embargo, se determina la existencia de tendencias, las que para el caso de los sistemas de labranza es la correspondiente a la labranza convencional la que presenta un ligero incremento. Para los sistemas de cultivos es el de asociación frijol + amaranto el que presenta el valor más alto, superando al monocultivo en solamente 0.02 granos/vaina. Respecto a los métodos de control de malezas, es el control manual el que supera al químico en solamente 0.1 granos/vaina. Lo anterior puede estar asociado con la estabilidad de la variedad para la expresión de la variable, sin embargo a pesar de las ligeras tendencias, el sometimiento del cultivo a diversos ambientes modifica la expresión de la variable. Para este caso la presencia de malezas juega un papel preponderante en dicha estabilidad varietal. Malik *et al.* (1993), observaron que el sometimiento a periodos largos de competencia con las malezas afecta significativamente el número de granos por vaina en frijol.

Para los tratamientos, al realizar las comparaciones de medias (Tukey,  $\alpha=0.05$ ), el tratamiento labranza convencional + sistema de frijol en monocultivo + control manual de malezas, obtuvo el mayor número de granos por vaina no difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos; teniendo una diferencia en la expresión de la variable de solamente 0.33 granos/vaina entre el tratamiento antes mencionado y aquella que presentó el valor más bajo (4.53) (Cuadro 22).

Cuadro 22. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable número de granos por vaina (N.G.V), sobre las combinaciones de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS |     |    | VARIABLE |               |
|--------------|-----|----|----------|---------------|
|              |     |    | N.G.V.   | SIGNIFICANCIA |
| Lc           | Fs  | Cm | 4.86     | a             |
| Lc           | F+A | Cq | 4.73     | a             |
| Lo           | F+A | Cm | 4.70     | a             |
| Lo           | Fs  | Cm | 4.66     | a             |
| Lo           | F+A | Cq | 4.63     | a             |
| Lc           | F+A | Cm | 4.63     | a             |
| Lc           | Fs  | Cq | 4.56     | a             |
| Lo           | Fs  | Cq | 4.53     | a             |

Tukey= 1.6152  
CV= 10.7%

### 6.3.2.3. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA.

Según el análisis de varianza existen diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) para el factor sistemas de labranza; significativas ( $\alpha=0.05$ ) para los métodos de control de malezas, y no significativas para el factor sistemas de cultivos como tampoco las interacciones entre ellos.

Se observa que la labranza convencional favoreció la manifestación de la variable (22.09 vainas/planta) superando en 36.2 % a la labranza cero. Aunque Dawelbeit y Hamada (1992), encontraron que los diferentes sistemas de labranza no ejercen efecto sobre la producción de vainas en cacahuate. En relación a los sistemas de cultivos, aunque no se manifiestan diferencias estadísticas, se denota la tendencia a incrementarse el valor de

la variable cuando el cultivo no se asocia con el amaranto (19.22 vainas/planta), cuyo incremento asciende a 11.8 % respecto al sistema de asociación. Resultados similares obtuvieron Reddy *et al.* (1985), quienes al evaluar el número de vainas en cacahuete, no encontraron diferencias significativas entre los sistemas de cultivo, tanto cuando el cacahuete estuvo asociado con sorgo, chicharo o girasol. Lo anterior obedece que para la etapa fenológica de formación y llenado de vainas del frijol, el sombreado por la presencia del amaranto y otras relaciones complejas de competencia entre los cultivos, haya afectado la expresión de la variable; por lo que el ambiente al cual es sometido el frijol juega un papel determinante. Tavares *et al.* (1989), citan que la cantidad de luz que llega al frijol cuando se encuentra asociado, puede contribuir para que se presente el menor número de vainas por planta, como consecuencia de una reducción en la fotosíntesis.

Los métodos de control de malezas influyeron significativamente sobre el número de vainas por planta, para este caso fue el control manual el que presentó el valor más elevado (20.16) superando al control químico en 20.6%. Nuevamente se corrobora la eficiencia del método manual de controlar la maleza, permitiendo al cultivo evadir sin dificultad el periodo crítico de competencia. A diferencia del control químico donde a pesar de encontrarse para la primera evaluación de malezas bajos porcentajes de cobertura y peso seco, éstos se incrementaron con el tiempo, estando asociados principalmente con la degradación del herbicida. Lo anterior tiene fundamento ya que bajo condiciones similares García (1991), encontró que la residualidad del herbicida linurón es muy corta, solamente 28 días después de la aplicación. Por lo que los resultados pueden ser atribuidos a que el herbicida redujo su eficiencia después de los 30 días de emergido el cultivo, incrementándose las relaciones de interferencia maleza-cultivo, afectando a la variable posiblemente por falta de nutrimentos, luz, agua y espacio; por lo que Valverde y Araya (1986) mencionan que el número de vainas por planta es un factor de gran importancia al evaluar materiales y que los aumentos observados para este carácter deben interpretarse como una evidencia de la capacidad competitiva. Reddy *et al.* (1985),

encontraron que el mayor número de vainas en el cultivo de cacahuate se obtuvo en aquellos tratamientos que involucran 2 deshierbes manuales + 2 deshierbes con azada, seguido por un tratamiento químico a base de pendimathalina 1.0 kg/ha.

Al realizar la comparación de medias (Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los tratamientos, se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $\alpha= 0.05$ ) (Cuadro 23). Para este caso el tratamiento labranza convencional + sistema frijol en monocultivo + control manual de malezas, fue la que presentó el mayor número de vainas (26.7 vainas/planta), no difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos, excepto para el que presentó el menor número de vainas, correspondiente a labranza cero + sistema de asociación frijol - amaranto + control químico de malezas, cuyo valor fue de 10.9 vainas por planta; Sin embargo se observa que la labranza cero asociada con el control químico de malezas ejercen efectos supresivos sobre el número de vainas por planta de frijol.

Cuadro 23. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha =0.05$ ) para la variable número de vainas por planta (N.V.P), sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS | VARIABLE |               |
|--------------|----------|---------------|
|              | N.V.P.   | SIGNIFICANCIA |
| Lc Fs Cm     | 26.7     | a             |
| Lc F+A Cm    | 22.1     | ab            |
| Lc Fs Cq     | 20.2     | ab            |
| Lc F+A Cq    | 19.3     | ab            |
| Lo Fs Cm     | 16.3     | ab            |
| Lo F+A Cm    | 15.5     | ab            |
| Lo Fs Cq     | 13.6     | ab            |
| Lo F+A Cq    | 10.9     | b             |

Tukey =13.42  
CV= 22.9%

#### 6.3.2.4. RENDIMIENTO DE FRIJOL (KG/HA).

El rendimiento es la máxima expresión genotípica de importancia para el hombre, pues es aquella que nos permite obtener el beneficio esperado en base a los sistemas de manejo a los cuales es sometido el cultivo en cuestión. Al realizar el

ANAVA, con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ , indica que no se detectaron diferencias significativas para los factores sistemas de labranza y de cultivo, como tampoco para las interacciones; pero sí para el factor métodos de control de malezas.

De acuerdo al ANAVA, se observa que el rendimiento de frijol no difirió entre los sistemas de labranza; sin embargo fue el sistema de labranza convencional el que aportó el rendimiento más alto (1757.5 kg/ha), logrando un incremento de 27.9 % por arriba del sistema de labranza cero (1266.6 kg/ha). Esta tendencia hace pensar que la labranza cero influye sobre la expresión de la variable, posiblemente debido a la dificultad de penetración del sistema radical a profundidades inferiores a los 10 cm. Anaele y Bishnoi (1992), manifiestan que los sistemas de labranza influyen sobre la población de soya, ya que encontró baja densidad de población en el sistema de labranza cero en comparación al sistema de labranza convencional, debido probablemente a que en el sistema de labranza convencional existió mayor contacto de la semilla con el suelo; por lo que el rendimiento se vio favorecido con este sistema, aunque el rendimiento tuvo un comportamiento similar en ambos sistemas. Por otro lado, la labranza cero ofrece amplias posibilidades de empleo para la producción de grano Mullins (1985). A este respecto Rosas (1991), menciona que suelos cultivados con frijol bajo el sistema de labranza cero desprovistos de cobertura vegetal, tienden a compactarse obstruyendo la infiltración del agua, razón por la cual es menor el rendimiento obtenido en este sistema comparado con labranza mínima. Aunque Tafoya (1990) afirma que se puede producir frijol con menores intensidades de labranza sin afectar su rendimiento ni su relación con *Rhizobium*.

Aunque los sistemas de cultivo no manifestaron diferencias estadísticas significativas ( $\alpha=0.05$ ), es evidente que existe la tendencia de disminuir el rendimiento de frijol cuando el cultivo se encuentra asociado con amaranto. Dicha reducción afectó en 17.1 % la expresión de la variable en el sistema de asociación en relación al sistema monocultivo.

Es el factor control de malezas el que mostró diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ), siendo el control manual el que permitió el valor más alto (1758.75 kg/ha), difiriendo del control

químico de malezas (1265.35 kg/ha) donde el rendimiento se vió reducido en 28 % en relación al control manual. Se demuestra que la presencia de malezas durante las primeras etapas de desarrollo del frijol, ejercen efectos de competencia interespecífica maleza-cultivo. Tafoya (1990) encontró resultados similares atribuyendo que donde existió mejor control de malezas se obtuvieron los más altos rendimientos, demostrándose con esto que al existir menos interferencia entre el cultivo y la maleza se dá un mejor crecimiento y desarrollo de la planta y sus componentes de rendimiento; todo esto debido al mejor aprovechamiento de los nutrimentos por el cultivo, asegurando que los métodos de control de malezas afectan en mayor grado al sistema de fijación biológica del nitrógeno y a los componentes del rendimiento del frijol que los métodos de labranza. Sin embargo, afirma que al realizar escardas, como método de control de malezas, se aumenta la compactación y densidad aparente y se reduce la velocidad de infiltración.

Dicha competencia permitida por el control químico, indica dos aspectos importantes en la selección del método de control de malezas: primero, la eficiencia de control del herbicida está íntimamente asociado con las condiciones ambientales principalmente humedad y temperatura, lo cual al momento del establecimiento del experimento fueron adversas (Apéndice 4 y 5) en el caso de la precipitación, por lo que fue necesario proporcionar un riego de auxilio para mejorar el efecto del herbicida y la germinación de los cultivos; segundo, el restablecimiento de la población de malezas, como resultado de la poca eficiencia del herbicida, indica que factores como la temperatura estuvieron afectando el buen funcionamiento del mismo, incidiendo la persistencia y/o residualidad. Torres (1983), menciona que en frijol el control químico de malezas cuando es aplicado en pre-emergencia, no resulta suficiente para disminuir y/o eliminar la totalidad de malezas; las malas hierbas sobrevivientes junto con las nuevas poblaciones de malezas, ocasionan severos daños por competencia al cultivo lo que repercute en obtener bajos rendimientos.

En relación a las pruebas de comparación de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ) para los tratamientos, indican que existen diferencias

significativas (Cuadro 24). Del mismo cuadro se obtiene que los mejores tratamientos fueron los correspondientes al sistema de labranza convencional + frijol en monocultivo + control manual de malezas y el tratamiento labranza convencional + sistema de asociación frijol - amaranto + control manual de malezas, no difiriendo estadísticamente entre sí; sin embargo, este último tratamiento no difiere de las demás, excepto con el tratamiento sistema de labranza cero + sistema de asociación frijol -- amaranto + control químico de malezas, la cual aportó el rendimiento más bajo (957.8 kg/ha).

Cuadro 24. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable rendimiento de grano (R.F) en kg/ha, sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS | VARIABLE |               |
|--------------|----------|---------------|
|              | R F      | SIGNIFICANCIA |
| Lc Fs Cm     | 2320.8   | a             |
| Lc F+A Cm    | 1805.3   | ab            |
| Lc Fs Cq     | 1615.8   | b             |
| Lo Fs Cm     | 1478.1   | bc            |
| Lo F+A Cm    | 1430.8   | bc            |
| Lc F+A Cq    | 1288.1   | bc            |
| Lo Fs Cq     | 1199.7   | bc            |
| Lo F+A Cq    | 957.8    | c             |

Tukey = 619.9116  
CV= 12.6%

### 6.3.3. VARIABLES EVALUADAS EN AMARANTO.

Los resultados del análisis de varianza (ANAVA) para las variables evaluadas sobre el cultivo de amaranto se señalan en el apéndice 2.

#### 6.3.3.1. PESO SECO DE PLANTA.

El ANAVA, mostró diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) para los factores sistemas de labranza y de cultivos; así como altamente significativas ( $\alpha=0.05$ ) para el factor control de malezas. Ninguna

de las interacciones entre factores manifestó significancia estadística (Apéndice 2).

En el cuadro 25, se muestran las medias para cada uno de los factores involucrados en el estudio, de donde se deriva que para el caso de la variable peso seco de planta los sistemas de labranza ejercen efectos diferentes, resultando que el sistema de labranza convencional presentó el valor más alto (92.79 gr/planta), difiriendo significativamente de la labranza cero la cual provocó una reducción en la acumulación de biomasa de 24.9 %; resultados que pueden estar asociados a la disponibilidad de humedad así como al almacenamiento de la misma en las primeras capas del suelo; ya que la dureza de la superficie del suelo presentada en las parcelas de labranza cero sin cobertura impidió de alguna manera la infiltración del agua de lluvia afectando la disposición a los cultivos. Aunque Misra *et al.* (1985), manifiestan que en el caso de amaranto la cantidad total de agua requerida a través de su ciclo vital es de sólo 60% del que necesitan otros cultivos como el trigo o la cebada.

Cuadro 25. Comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), para las variables de amaranto peso seco por planta (P.S.P.A), peso de grano por planta (P.G.P.A) en gramos, altura de planta (A.L.P.A), promedio de 10 plantas, rendimiento (R.A) (kg/ha) y ingreso bruto (I.B.A) en \$N, sobre los factores sistemas de labranza y cultivos, control de malezas, realizado a la cosecha del cultivo. Chapingo, México. 1992.

|                | VARIABLES |         |         |         |         |
|----------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
|                | P.S.P.A   | P.G.P.A | A.L.P.A | R.A     | I.B.A   |
| -----          |           |         |         |         |         |
| Sist. labranza |           |         |         |         |         |
| Lc             | 92.799a   | 34.205a | 154.38a | 1127.9a | 1691.8a |
| Lo             | 69.734b   | 22.623a | 136.80b | 884.3a  | 1326.5a |
| Sist. cultivo  |           |         |         |         |         |
| As             | 95.856a   | 33.352a | 154.82a | 1158.5a | 1737.8a |
| A + F          | 66.677b   | 23.477a | 136.37b | 853.6b  | 1280.5b |
| Cont. malezas  |           |         |         |         |         |
| Cm             | 99.962a   | 36.097a | 153.42a | 1242.4a | 1863.6a |
| Cq             | 62.572b   | 20.732b | 137.76b | 769.7b  | 1154.7b |

Los sistemas de cultivos también influyeron significativamente, siendo el sistema de amaranto en monocultivo

el que permitió el valor más alto (95.856 gr/planta), difiriendo del sistema de asociación; por lo que se presume que existió una relación de interferencia inter-cultivos, las cuales aunque no coincidieron en sus etapas fenológicas, hubo aspectos como la máxima necesidad de nutrientes principalmente de macronutrientes para llevar a cabo satisfactoriamente los procesos de acumulación de fotosintatos.

En relación al control de malezas, el control químico de éstas mostró una reducción en la expresión de la variable de 37.4% por abajo del control manual. Esta significancia obedece a que el cultivo estuvo sometido a un periodo de interferencia con las malezas mucho más amplio que el control manual de malezas realizado a los 16 y 36 días después de la emergencia de los cultivos, facilitando de esta manera la reducción de competencia maleza-cultivo. En cambio en el control químico, la emergencia y establecimiento de malezas posteriores a la aplicación del herbicida pre-emergente, permitió mayor tiempo de competencia; lo que aunado al ciclo del cultivo que es bastante largo; hacen que dicha competencia sea más drástica. Barrales *et al.* (1992), citan que la amplitud en días para amaranto implica más tiempo de actividad fisiológica que puede no ser sostenida con el agua aportada por la lluvia; aunque Sumar (1983), asevera que este cultivo no es muy exigente en agua pero requiere de un oportuno control de malezas. Tewari *et al.* (1989), manifiestan que el aumento de peso de las malezas y el agotamiento y/o reducción del nitrógeno, fósforo y potasio se incrementaron con el aumento de la duración del periodo de enmalezado. Vega (1989), evaluó el efecto de las malezas sobre la variable en mención, encontrando que no hubo diferencias significativas entre el tratamiento siempre limpio de malezas y aquel tratamiento donde el cultivo pudo estar enmalezado hasta los 30 días y después limpio, sin que la materia seca de la planta se abata.

Al realizar la comparación de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ) para los tratamientos, se tiene que existen diferencias estadísticas significativas siendo el tratamiento sistema de labranza convencional + amaranto en monocultivo + control manual de malezas el que obtuvo la mayor acumulación de materia seca (139.65 gr/planta), no difiriendo de los tratamientos donde el control

manual de malezas y el sistema de labranza convencional fueron constantes (Cuadro 26). Los valores más bajos se obtuvieron con el tratamiento sistema de labranza cero + sistema de asociación amaranto - frijol + control químico de malezas (40.92 gr/planta), no difiriendo de los demás tratamientos donde el control químico de malezas y el sistema de labranza cero fue constante, independientemente del sistema de cultivo, excepto para el tratamiento más sobresaliente. Por lo anterior se deduce que el sistema de manejo al que es sometido la planta afecta los procesos fisiológicos inherentes a la misma; aunque la tasa de fotosíntesis es muy eficiente, ya que tiene la vía  $C_4$ , como lo afirman Misra *et al.* (1985).

Cuadro 26. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable peso seco de planta de amaranto (P.S.P.A) sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS |     |    | VARIABLE     |               |
|--------------|-----|----|--------------|---------------|
|              |     |    | P.S.P.A      | SIGNIFICANCIA |
| Lc           | As  | Cm | 139.65       | a             |
| Lo           | As  | Cm | 105.77       | ab            |
| Lc           | A+F | Cm | 83.66        | ab            |
| Lc           | As  | Cq | 76.53        | ab            |
| Lc           | A+F | Cq | 71.36        | b             |
| Lo           | A+F | Cm | 70.77        | b             |
| Lo           | As  | Cq | 61.47        | b             |
| Lo           | A+F | Cq | 40.92        | b             |
|              |     |    | Tukey = 65.2 |               |
|              |     |    | CV = 24.8%   |               |

### 6.3.3.2. PESO DE GRANO POR PLANTA.

El ANAVA no mostró diferencias estadísticas significativas ( $\alpha = 0.05$ ) para los factores sistemas de labranza y de cultivos, pero sí para el factor métodos de control de malezas, como también para la interacción sistemas de cultivos por métodos de control. Las demás interacciones no mostraron significancia alguna.

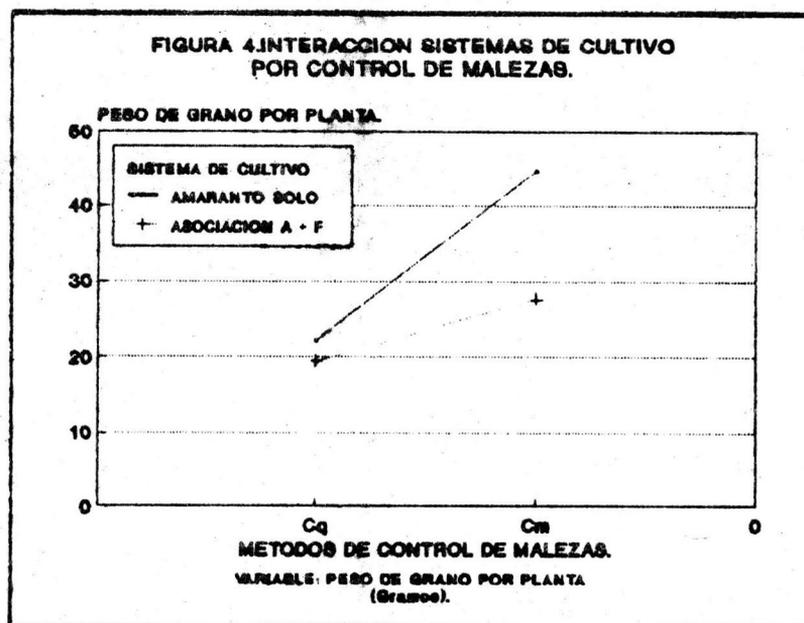
En relación a los sistemas de labranza, es el correspondiente a la labranza convencional el que permitió el mayor peso de grano (34.205 gr/planta) siendo 33.8% superior al valor encontrado en el sistema de labranza cero.

En relación a los sistemas de cultivo es el de amaranto en monocultivo el que superó en 29.6% al sistema de asociación amaranto-frijol, y aunque no hubo diferencias significativas existe un efecto detrimental de la expresión de la variable por consecuencia de las complejas interacciones por competencia que se establecieron entre cultivos cuando compartieron el mismo espacio. Autores como Misra *et al.* (1985), asumen que el descenso en el rendimiento por planta al incrementar la población (competencia) por unidad de superficie pudo haberse debido al congestionamiento entre plantas.

Los métodos de control de malezas ejercieron efectos altamente significativos ( $\alpha=0.01$ ), siendo el control manual de malezas el que superó en 42.5% al control químico. Lo anterior se debe en primer término al lento crecimiento presentado por el amaranto durante sus primeras etapas de desarrollo, lo cual lo hizo más vulnerable; y segundo, al menor cubrimiento foliar sobre la superficie del suelo por parte del cultivo, induciendo la mayor presencia de malezas principalmente de *Amaranthus hybridus*. Vega (1989), señala que el amaranto puede permanecer enmalezado hasta 45 días y después se debe mantener limpio para que el peso de grano por planta no se vea afectado significativamente; aunque al comparar tratamientos que estuvieron limpios los primeros días y luego enmalezados, contra un testigo siempre enmalezado, observó que se manifestaron diferencias significativas, indicando que si el cultivo permanece los primeros 15 días limpio y luego enmalezado el peso de grano por planta no se abate significativamente comparado con el tratamiento de 90 días limpio y luego enmalezado. Lo anterior revela que el cultivo debe permanecer un periodo suficientemente amplio libre de interferencias competitivas con otras plantas, principalmente durante las primeras etapas de desarrollo.

En relación a la interacción sistemas de cultivos por métodos de control de malezas, que resultó significativa, de acuerdo al análisis estadístico de dichos factores, estos no se comportan de manera independiente, por lo que el efecto simple de cada método de control es dependiente del sistema de cultivo en cuestión. Aunque la interacción no es visible dentro del área de exploración (figura 4) se indica que el amaranto responde mejor al utilizarse

el método manual de control de malezas viéndose reducido el sistema de cultivo cuando es sometido al control químico. Resultados similares se obtienen para el sistema de cultivo asociado, aunque la expresión de la variable se redujo como consecuencia de la competencia inter-cultivos. Lo anterior corrobora lo encontrado para cada uno de los factores involucrados y además resulta conveniente mencionar que los mejores beneficios se obtuvieron cuando ambos sistemas de cultivos fueron sometidos bajo el control manual de malezas.



Al realizar la comparación de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ) para los tratamientos (Cuadro 27) se tiene que existen diferencias significativas entre ellos, siendo el correspondiente a labranza convencional + amaranto en monocultivo + control manual de malezas, el que aportó el mayor peso de grano por planta (54.28 gr) seguido del tratamiento labranza cero + amaranto en monocultivo + control manual de malezas, no presentando diferencias estadísticas entre ellos; sin embargo este último se comportó de manera similar a los demás. El tratamiento que aportó el menor peso de grano (13.05 gr) fue el de labranza cero + sistema de asociación amaranto-frijol + control químico de malezas.

Cuadro 27. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable peso de grano por planta de amaranto (P.G.P.A) sobre las tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS |     |    | VARIABLE<br>P.G.P.A SIGNIFICANCIA |    |
|--------------|-----|----|-----------------------------------|----|
| Lc           | AS  | Cm | 54.28                             | a  |
| Lo           | AS  | Cm | 35.00                             | ab |
| Lc           | A+F | Cm | 30.98                             | b  |
| Lc           | AS  | Cq | 25.81                             | b  |
| Lc           | A+F | Cq | 25.75                             | b  |
| Lo           | A+F | Cm | 24.12                             | b  |
| Lo           | AS  | Cq | 18.32                             | b  |
| Lo           | A+F | Cq | 13.05                             | b  |
|              |     |    | Tukey = 23.22                     |    |
|              |     |    | CV = 25.3%                        |    |

### 6.3.3.3. ALTURA DE PLANTA.

Para esta variable el ANAVA reportó diferencias altamente significativas para todos los factores involucrados, así como también para la interacción sistemas de cultivos por métodos de control de malezas. Las demás interacciones no resultaron significativas.

Al observar la comparación de medias para los niveles de cada factor, y en el caso de los sistemas de labranza, es la convencional la que aportó la mayor altura de planta (154.38 cm) superando en 17.6 cm al valor obtenido en el sistema de labranza cero. La diferencia entre ambos sistemas de labranza, donde la labranza cero afectó en 11.4% la altura de planta en relación a la convencional y bajo las condiciones de dureza del terreno, se vé apoyado por los resultados obtenidos por Weber (1987), en el sentido de que el amaranto desarrolla pobremente en suelos compactados siendo un grave problema, por lo que para someterlo a labranza reducida es conveniente adoptar otras practicas como abonos verdes antes de la plantación. Kauffman *et al.* (1984), adicionan a lo anterior que posiblemente se deba al limitado crecimiento radical y subsecuente desarrollo de la planta.

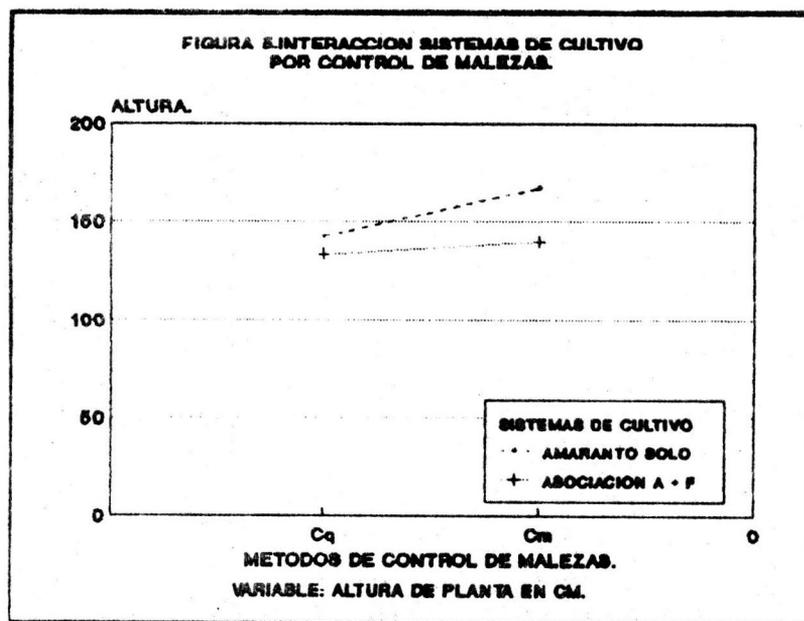
Para los sistemas de cultivos el que mayor favoreció la altura de planta fue el de amaranto en monocultivo (154.82 cm),

resultando 11.9 % superior al obtenido cuando el cultivo fue sometido a la asociación con frijol. Estas diferencias especulan que las relaciones de competencia establecidas por ambos cultivos durante las estación de crecimiento, independientemente de las fases fenológicas de ambos, ejercieron efectos detrimentales en la expresión de la variable, lo que hace pensar que la competencia inter-cultivos se dió hasta la etapa de llenado de vainas del frijol y aparición de la panoja del amaranto. Aunque resulta conveniente mencionar que las diferencias en las alturas del dosel, contribuyeron menos para que la competencia se manifestara en la reducción de la altura de planta. A este respecto Misra *et al.* (1985), encontraron que el fenómeno de competencia intra-cultivo por luz en el amaranto, las plantas tendían a tener mayor altura en las plantaciones más densas, observándose mayor altura a medida que se incrementaba la densidad, posiblemente por la canalización de más energía desde el punto de formación de ramas hacia el tallo principal (plasticidad fenotípica).

En relación a los métodos de control de malezas, estos ejercieron efectos drásticos sobre la altura, reduciéndose cuando el cultivo estuvo sometido a control químico de malezas (137.77 cm), siendo superada por el control manual (153.43 cm), manifestándose significativamente diferente. La diferencia de 10.2% entre ambos métodos de control indican que la selección del método para suprimir a las malezas debe estar en función de la habilidad que este tenga para permitir al cultivo el establecimiento y posterior desarrollo de las funciones que conllevan a la máxima expresión de sus características. Vega (1989), asegura que el amaranto puede permanecer hasta 45 días enhierbado y después limpio sin que la altura de planta se abata significativamente; encontrando que la expresión de la variable guarda una relación estrecha con el período de limpieza, pues a mayor período de limpieza se incrementa la altura de planta; de ahí que cobra relevancia el efecto detrimental que ejercen las malezas sobre el amaranto, lo que aunado a otras características intrínsecas del cultivo, como son la poca estabilidad en sus características genotípicas (altura, color de panoja) hacen que los efectos de interferencia sean más drásticos.

Respecto a la interacción que resultó significativa

correspondiente a los sistemas de cultivos por métodos de control de malezas, se tiene que de acuerdo al análisis estadístico para la interacción, se infiere que hubo un comportamiento diferente para uno de los niveles de los factores involucrados así como la interacción entre ellos. De la figura 5, se deduce que aunque el punto de interacción queda fuera del campo de exploración es el sistema de amaranto en monocultivo el que responde de diferente manera al control de malezas, superando al sistema de asociación. La respuesta del monocultivo de vió favorecida mayormente por el control manual de malezas que por el control químico. Caso similar sucedió con el sistema de asociación, manifestando la mayor altura de planta cuando el cultivo estuvo sometido al control manual de malezas. Lo anterior indica que para ambos sistemas de cultivo, el control manual de malezas favorece la expresión de la variable, ya que no existe interferencia con las malezas coincidiendo con lo encontrado por Putman (1990), en el sentido que el amaranto debe permanecer cuando menos las primeras cuatro o cinco semanas libre de malezas, mientras se manifiesta el desarrollo vigoroso que le permita ser más competitivo.



En relación a los tratamientos la prueba Tukey ( $\alpha=0.05$ ) demostró la existencia de diferencias significativas, siendo el tratamiento labranza convencional + amaranto en monocultivo +

control manual de malezas, el que aportó la mayor altura de planta ( 183.13 cm), manifestándose diferente estadísticamente a los demás. Entre los demás tratamientos no hubo diferencias significativas; sin embargo, el correspondiente a labranza cero + sistemas de asociación amaranto-frijol + control químico de malezas el que presentó la menor altura de planta (123.27 cm). También las menores alturas se reportan para los tratamientos donde se encuentra involucrado el sistema de labranza cero y el sistema de asociación y control químico de malezas (Cuadro 28).

Cuadro 28. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable altura de planta de amaranto (A.L.P.A) en cm sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS |     |    | VARIABLE<br>A.L.P.A SIGNIFICANCIA |   |
|--------------|-----|----|-----------------------------------|---|
| Lc           | As  | Cm | 183.13                            | a |
| Lo           | As  | Cm | 151.47                            | b |
| Lc           | A+F | Cm | 146.86                            | b |
| Lc           | As  | Cq | 144.40                            | b |
| Lc           | A+F | Cq | 143.13                            | b |
| Lo           | A+F | Cm | 137.80                            | b |
| Lo           | As  | Cq | 134.70                            | b |
| Lo           | A+F | Cq | 123.27                            | b |

Tukey = 31.3980  
CV= 6.6%

#### 6.3.3.4. RENDIMIENTO DE AMARANTO (KG/HA).

Los resultados del ANAVA para el rendimiento de grano por hectárea de amaranto, mostraron que existen diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) para los factores sistemas de cultivos y métodos de control de malezas; como también diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) para las interacciones sistemas de cultivos por métodos de control de malezas y la triple interacción sistemas de labranza por sistemas de cultivos por métodos de control de malezas. Tanto para el factor sistemas de labranza como para las demás interacciones, no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Aunque los sistemas de labranza no mostraron diferencia alguna entre ambas modalidades, existe la tendencia de un

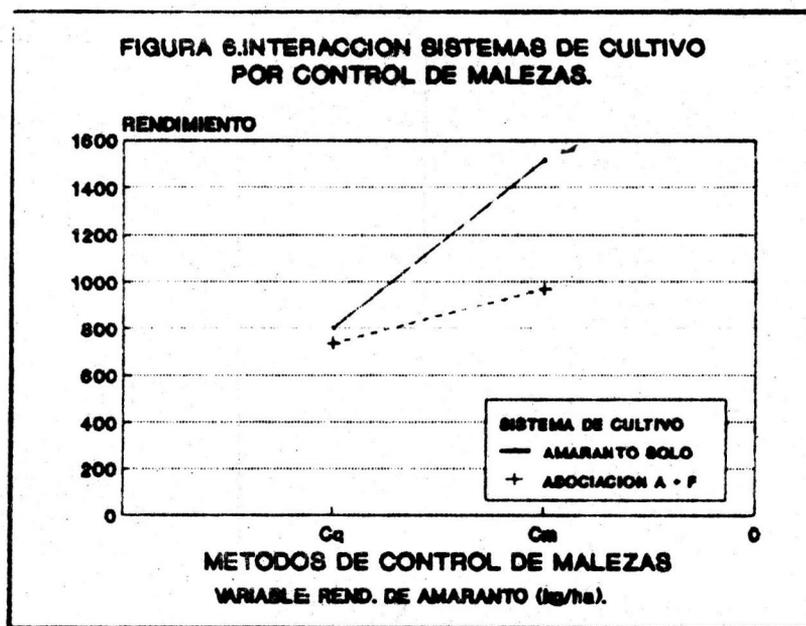
incremento en el rendimiento cuando el amaranto estuvo cultivado bajo el sistema de labranza convencional (1127.9 kg/ha), superando por 243.6 kg/ha al sistema de labranza cero (21.6%). Lo cual indica que a pesar de no existir diferencias estadísticas, las condiciones edáficas, principalmente la dureza del terreno sin cobertura vegetal previa a la siembra del cultivo, modifican la expresión de la variable, lo que aunado con lo deficiente del temporal pudieron afectar la expresión del rendimiento. Covagnaro y Jain (1985), encontraron que para *A. hypochondriacus* las limitaciones de humedad afectan el rendimiento.

Los sistemas de cultivo sí afectaron significativamente el rendimiento del cultivo; siendo el sistema de amaranto en monocultivo el que aportó el mayor rendimiento (1158.5 kg/ha), superando al de asociación en 26.3%. Estas diferencias obedecieron a las complejas interacciones de interferencia establecidas entre los cultivos principalmente durante las primeras etapas de desarrollo de los mismos. A este respecto Misra *et al.* (1985), plantean que el mejor desarrollo de plantas principalmente de inflorescencia y altura contribuyen a incrementar el rendimiento de amaranto.

Asimismo los métodos de control de malezas mostraron diferencias altamente significativas, entre los niveles del factor siendo el correspondiente al control manual de malezas el que permitió la máxima expresión de rendimiento (1242.4 kg/ha), superando al control químico en 38%. Esto coincide con lo citado por Kauffman *et al.* (1984), en el sentido de que la presencia de malezas también reduce la expresión del rendimiento, especialmente si limitan el factor humedad. Vega (1989), encontró que el cultivo de amaranto puede permanecer enmalezado hasta 45 días y después limpio sin que el rendimiento se abata significativamente. Por otro lado si el cultivo permanece los primeros 15 días limpio y luego enmalezado, el rendimiento no se abate significativamente en comparación a cuando el cultivo estuvo limpio los primeros 90 días y luego enmalezado. De lo anterior se deriva que las relaciones de interferencia cultivo-maleza, son fundamentales para la expresión del rendimiento; y éstas no se limitan solamente al período crítico de competencia, sino que prevalecen hasta etapas fenológicas más avanzadas donde se presenta el mayor esfuerzo de

la planta para canalizar fotosintatos a los órganos de demanda.

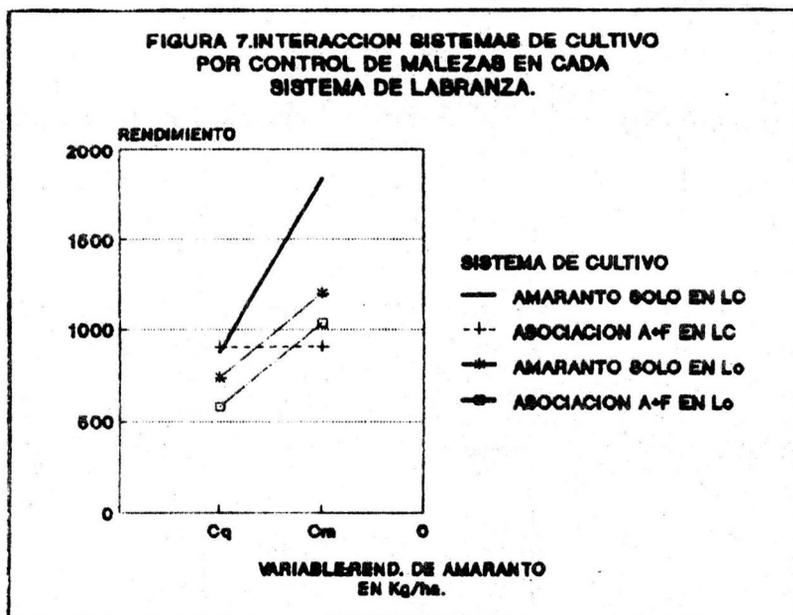
En relación a la interacción sistemas de cultivo por métodos de control de malezas, de acuerdo al análisis y la figura 6, se tiene que la interacción no se encuentra dentro del área explorada, sin embargo el sistema de amaranto en monocultivo superó al de asociación en ambos métodos de control de malezas. En cambio para el sistema de asociación, aunque redujo el rendimiento en ambos métodos de control, el control manual permite obtener rendimientos más altos que el control químico. De lo anterior se deduce que ambos sistemas de cultivos facilitan obtener mejores rendimientos cuando son sometidos al control manual de malezas, debido a la reducción en el desarrollo de las malezas. Lo anterior coincide con lo descrito por Venkateswarlu y Ahlawat (1986). Balyan y Singh (1986), mencionan que el control manual de malezas permitió obtener los mejores resultados sobre los componentes de rendimiento de sorgo y soya; por lo que el incremento en el rendimiento, desarrollo y absorción de nitrógeno en los cultivos, puede ser atribuido al ambiente libre de malezas durante el periodo de crecimiento activo.



Para la triple interacción que resultó estadísticamente significativa ( $\alpha=0.05$ ), para el caso de la labranza convencional (figura 7) el sistema de cultivo amaranto en monocultivo se comporta de manera diferente cuando es sometido a los métodos de

control de malezas, siendo mejor el control manual de malezas que el químico. Cuando el monocultivo es sometido al control químico, se obtienen rendimientos bajos incluso inferiores a los obtenidos en el sistema de asociación. El sistema de asociación dió como resultados rendimientos bajos, siendo mejores cuando fue sometido al control manual de malezas.

Para el caso del sistema de labranza cero, de acuerdo a la misma figura, y a la pendiente de las rectas, se observa que no hay interacción entre factores, o sea que existe paralelismo entre los comportamientos, y sólo hay efectos de sistemas de cultivos y de métodos de control de malezas; y por consecuencia el comportamiento de los sistemas de cultivo al someterse con los métodos de control de malezas son paralelos; esto quiere decir que los sistemas de cultivo fueron igualmente afectados por los métodos de control de malezas, por lo que el incremento en la expresión del amaranto en monocultivo se debe a la acción aditiva de los dos efectos (sistema de amaranto en monocultivo más control manual de malezas).



En el cuadro 29, se tienen los resultados de la comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los tratamientos de los factores involucrados, de donde se observa que se presentaron diferencias significativas; siendo el tratamiento labranza convencional +

amaranto en monocultivo + control manual de malezas, la que obtuvo el rendimiento más alto (1835.0 kg/ha), no difiriendo estadísticamente del tratamiento labranza cero + amaranto en monocultivo + control manual de malezas que obtuvo 1196.0 kg/ha. Sin embargo, este último difirió estadísticamente de los demás. Lo anterior corrobora lo encontrado por las interacciones que se manifestaron como significativas en el ANAVA. Los tratamientos que afectaron más a la variable reduciendo su expresión, fueron aquellos donde fue constante el método de control químico de malezas, independientemente de los niveles de los demás factores, siendo el correspondiente a labranza cero + sistema asociación amaranto--frijol + control químico de malezas (575.3 Kg/ha) el tratamiento que redujo el rendimiento en 68.7 % en relación al mejor.

Cuadro 29. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable rendimiento de grano (R.A) en kg/ha sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS |     |    | VARIABLE |               |
|--------------|-----|----|----------|---------------|
|              |     |    | R.A.     | SIGNIFICANCIA |
| Lc           | As  | Cm | 1835.0   | a             |
| Lo           | As  | Cm | 1195.0   | ab            |
| Lc           | A+F | Cm | 1034.1   | b             |
| Lc           | As  | Cq | 905.5    | b             |
| Lc           | A+F | Cq | 899.7    | b             |
| Lo           | A+F | Cm | 871.4    | b             |
| Lo           | As  | Cq | 732.8    | b             |
| Lo           | A+F | Cq | 575.3    | b             |

Tukey = 671.03  
CV = 20.6%

### 6.3.5. INGRESO BRUTO PARA FRIJOL (NS).

Según el ANAVA para esta variable, se tiene que sólo hubo diferencias significativas ( $\alpha = 0.01$ ) para el factor métodos de control de malezas, no existiendo diferencias estadísticas significativas para los demás factores ni interacciones.

Se observa que existen tendencias respecto a los factores que no resultaron significativos. Cuando el frijol es sometido a

labranza convencional hubo un incremento en el ingreso bruto de 27.9% en relación al valor obtenido bajo labranza cero. Los sistemas de cultivos también indican que cuando el frijol fue sembrado como monocultivo se obtuvo un ingreso de N\$ 3,307.2 el cual es 17.1% mayor que el obtenido bajo el sistema de asociación.

En relación a los métodos de control de malezas, manifestaron diferencias altamente significativa ( $\alpha=0.01$ ), siendo el control manual de malezas el que aportó el mayor ingreso (N\$ 3,517.5) en relación al control químico (N\$ 2,530.7) que se vió reducido en 28.1% en relación al primero. Lo anterior refleja el efecto supresivo que las malezas ejercieron sobre las variables de interés agronómico como el rendimiento de grano. La deficiencia del control de malezas por parte del control químico de malezas puede estar asociado a factores ambientales como la escasa precipitación y a las temperaturas que se presentaron durante los primeros 40 días después de establecido el experimento (Apéndice 3). Tafoya (1990), menciona que la ineficiencia en el control de malezas por parte del linuron es debido posiblemente a que después de haber sido incorporado con un riego, se presenten lluvias continuas durante un periodo prolongado, debido a que en suelos arenosos y con buena cantidad de agua empleada en su incorporación inicial es fácilmente lixiviado, bajando de esta manera su residualidad, lo que ocasionó bajos efectos del herbicida sobre las malezas, sobre todo en las últimas evaluaciones. Para nuestro caso, considerando las condiciones edáficas de ser un suelo migajón arenoso y los riegos por gravedad que se proporcionaron el 28 de junio y 11 de julio, pudieron facilitar la pérdida de efectividad del producto, provocando pérdidas por lixiviación y fotodescomposición, afectando el rendimiento y por ende el ingreso bruto.

Analizando los tratamientos mediante la comparación de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ), se tiene que existen diferencias estadísticas significativas; siendo el tratamiento labranza convencional + frijol en monocultivo + control manual de malezas el cual aportó el mayor ingreso (N\$ 4,641.6); siendo igual estadísticamente al tratamiento labranza convencional + sistema de asociación frijol amaranto + control manual de malezas. Sin embargo este último tratamiento se comportó de manera similar a los demás,

excepto para el tratamiento labranza cero + sistema de asociación frijol--amaranto + control químico de malezas, el cual fue el que afectó mayormente el ingreso bruto (N\$ 1,915.5) (Cuadro 30).

Cuadro 30. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable ingreso bruto (N\$) en frijol, sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS |     |    | VARIABLE |               |
|--------------|-----|----|----------|---------------|
|              |     |    | I.B.F    | SIGNIFICANCIA |
| Lc           | Fs  | Cm | 4,641.6  | a             |
| Lc           | F+A | Cm | 3,610.5  | ab            |
| Lc           | Fs  | Cq | 3,231.6  | b             |
| Lo           | Fs  | Cm | 2,956.1  | bc            |
| Lo           | F+A | Cm | 2,861.6  | bc            |
| Lc           | F+A | Cq | 2,576.1  | bc            |
| Lo           | Fs  | Cq | 2,399.4  | bc            |
| Lo           | F+A | Cq | 1,915.5  | c             |

Tukey = %1239823.62  
CV= 12.6%

### 6.3.6. INGRESO BRUTO PARA AMARANTO (N\$).

El ingreso bruto se manifiesta como una buena alternativa que podría integrar los resultados de la asociación de cultivos (Medina, 1983), cuando se tienen inconvenientes de no poder estudiar los efectos en la asociación en base a rendimiento de grano.

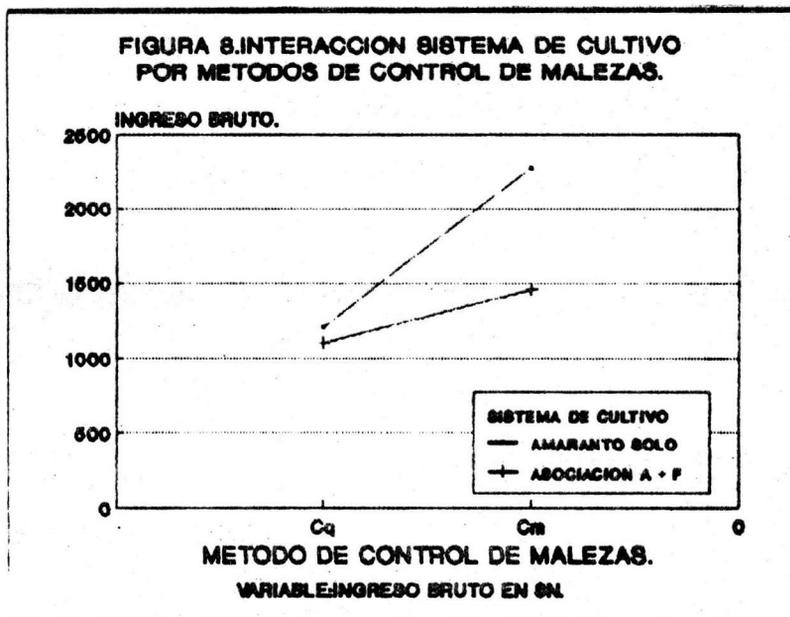
Para esta variable en amaranto según el ANAVA, se detectaron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) para los factores sistemas de cultivos y métodos de control de malezas, diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) para las interacciones sistemas de cultivo por métodos de control de malezas y para la triple interacción sistemas de labranza por sistemas de cultivo por métodos de control de malezas. Tanto el factor sistemas de labranza como las demás interacciones no resultaron significativas.

Aunque en los sistemas de labranza no hubo significancia estadística se observó que la labranza convencional permitió obtener el mayor ingreso bruto para amaranto (N\$ 1,691.8) superando a la labranza cero en 21.6% (N\$ 1,326.5). Los sistemas

de cultivo si afectaron el ingreso bruto, siendo el sistema amaranto en monocultivo el que aportó N\$ 1,737.8, diferente estadísticamente al valor obtenido bajo el sistema de asociación N\$ 1,280.5, el cual se vió superado en 26.3% por el primero. De lo anterior se enuncia que posiblemente las complejas relaciones de interferencia establecidas por ambos cultivos durante las etapas de crecimiento en el sistema de asociación afectan el rendimiento y el ingreso. Medina (1983), al analizar el efecto de malezas en el sistema de asociación maíz-frijol manifiesta que la causa se debe probablemente a la existencia de cantidades limitadas de nutrientes y agua que no satisfacen las necesidades conjuntas de los componentes de la asociación.

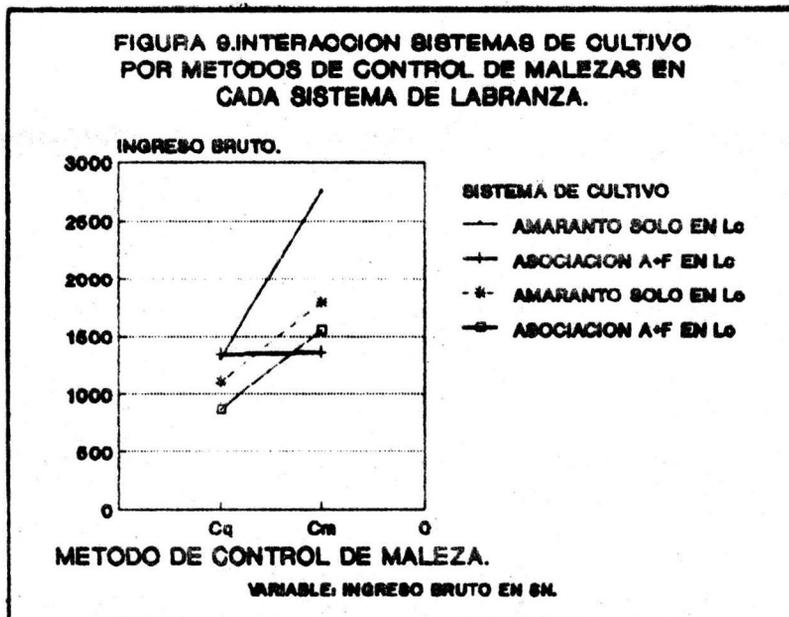
Los métodos de control de malezas también mostraron diferencias estadísticas, siendo el control manual de malezas el que permitió los mayores ingresos (N\$ 1,860.4), superando al control químico en 38%. La presencia de malezas durante las primeras etapas fenológicas de los cultivos se manifiesta como una reducción en la expresión de los componentes morfo-fisiológicos como lo es el rendimiento de grano, afectando por ende el ingreso. Medina (1983), encontró diferencias altamente significativas para el factor tratamientos de enmalezado en el ingreso bruto de la asociación maíz-frijol, indicando que si el cultivo se mantiene desmalezado durante los primeros 60 días, la presencia posterior de malezas no disminuirá los ingresos obtenidos. Lo que para nuestro caso equivaldría al control manual de malezas, pues la supresión de las mismas a los 16 y 36 días después de la emergencia se manifestó beneficiosamente en relación al ingreso bruto.

En relación a la interacción sistemas de cultivos por métodos de control de malezas que resultó estadísticamente significativa, tuvieron un comportamiento similar a los encontrados para el rendimiento de grano; pues cuando el amaranto fue sometido bajo el control manual de malezas aportó el mayor ingreso, a diferencia de cuando se sometió al control químico. Caso similar ocurrió para el sistema de asociación, aunque los ingresos fueron inferiores al obtenido en monocultivo (figura 8).



En relación a la triple interacción, al igual que para el rendimiento, fue en el sistema de labranza convencional y cuando el amaranto estuvo como monocultivo, cuando se obtuvo el mejor ingreso bruto a diferencia de cuando fue sometido al control químico, cuyo ingresos fueron reducidos (figura 9). Para el sistema de labranza cero, el sistema de asociación amaranto-frijol, tuvo un comportamiento similar bajo los dos métodos de control de malezas; sin embargo el mejor ingreso se obtuvo cuando el sistema estuvo bajo el control manual de malezas (figura 9).

FIGURA 9. INTERACCION SISTEMAS DE CULTIVO POR METODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN CADA SISTEMA DE LABRANZA.



Lo anterior se corrobora en el cuadro 31, donde se observa que el tratamiento labranza convencional + amaranto en monocultivo + control manual de malezas es el que aporta el mejor ingreso bruto (N\$ 2,752.5) sin embargo no difiere estadísticamente ( $\alpha=0.05$ ) del tratamiento labranza cero + amaranto en monocultivo + control manual de malezas cuyo ingreso ascendió a N\$ 1,792.5. Los demás tratamientos se comportaron estadísticamente igual incluso al segundo tratamiento mencionado anteriormente. De lo anterior se deduce que el método de control de malezas influyó sobre la expresión de la variable, teniendo el mismo comportamiento el cultivo cuando las malezas fueron controladas manualmente que cuando se utilizó bentazona + fluazifop-butil, lo que representa una buena alternativa de control de malezas para el cultivo bajo labranza cero (Cuadro 31). También se puede observar que todos los tratamientos que presentaron bajos ingresos, son aquellos donde estuvo involucrado el control químico de malezas; por lo que nuevamente queda en evidencia que el mayor tiempo de competencia

maleza-frijol-amaranto afecta la expresión satisfactoria de las plantas de interés. A este respecto Medina *et al.* (1991), mencionan que la magnitud de la competencia maleza-cultivo depende de varios factores, entre los que destacan: 1) las especies de malezas que compiten con el cultivo, densidad de las poblaciones de malezas, su distribución, su capacidad para poder proveerse de los recursos del medio, del tiempo y duración con que aparecen y "conviven" con el cultivo, entre otros; 2) al cultivo, tipo de especie o variedad, densidad de población, arreglo espacial de siembra, habilidad competitiva; 3) a la disponibilidad de los recursos del medio, principalmente nutrientes, humedad y luz.

Cuadro 31. Prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable ingreso bruto (I.B.A) para amaranto en \$N/ha sobre los tratamientos de factores principales (sistemas de labranza, sistemas de cultivos y control de malezas). Chapingo, México. 1992.

| TRATAMIENTOS |     |    | VARIABLE |               |
|--------------|-----|----|----------|---------------|
|              |     |    | I.B.A.   | SIGNIFICANCIA |
| Lc           | As  | Cm | 2,752.5  | a             |
| Lo           | As  | Cm | 1,792.5  | ab            |
| Lc           | A+F | Cm | 1,551.2  | b             |
| Lc           | As  | Cq | 1,358.3  | b             |
| Lc           | A+F | Cq | 1,349.6  | b             |
| Lo           | A+F | Cm | 1,307.1  | b             |
| Lo           | As  | Cq | 1,099.2  | b             |
| Lo           | A+F | Cq | 862.9    | b             |

Tukey = %1006548.625

CV= 20.6%

## VII. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos así como a los objetivos e hipótesis planteados y a las condiciones bajo las cuales se desarrolló la presente investigación se concluye que:

Herbicidas como linuron y simazina con adición de carbón activado resultan promisorios para el control de malezas en amaranto.

El carbón activado fue incapaz de inhibir la capacidad fitotóxica del herbicida fomesafen a dosis de 0.375 Kg/ha, sin embargo fue el herbicida que presentó altos porcentajes de control de malezas tanto en pre- como en post-emergencia; pero no puede ser una alternativa de manejo de malezas en la asociación frijol - amaranto.

*Amaranthus hypochondriacus* L. resulta tolerante a bromoxinil tanto en aplicaciones pre y post-emergentes.

El uso de carbón activado a dosis de 100 Kg/ha y colocado sobre la superficie del suelo protege de la acción fitotóxica de linuron + metolaclor a dosis de 0.712 + 1.44 kg/ha, al cultivo de amaranto y su asociación con frijol.

La respuesta de las especies cultivadas, sometidas a los diferentes sistemas de labranza y de cultivo, fue resultado de los efectos competitivos con las malezas, siendo más afectado *Amaranthus hypochondriacus* L.

La eficiencia en el control de malezas en los diferentes sistemas de labranza y de cultivos (siembra), así como los métodos de control de maleza; explican en forma significativa la variación en los parámetros evaluados.

*Amaranthus hypochondriacus* L. fue la especie cultivada más afectada por el sometimiento a los diversos factores de estudio, manifestando su mayor expresión cuando estuvo sometido al sistema de labranza convencional, en el sistema de monocultivo y bajo el control manual de malezas.

*Phaseolus vulgaris* L. fue mayormente afectado por los métodos de control de malezas, sin embargo existe tendencias a reducir la expresión de sus características, cuando estuvo sometido a labranza cero y al sistema de asociación.

Los mayores rendimientos para los cultivos fueron obtenidos bajo el sistema monocultivo, en labranza convencional y control manual de malezas, sin embargo para frijol también es factible producirlo bajo el sistema de asociación.

El sistema de monocultivo *Amaranthus hypochondriacus* es factible producirlo bajo el sistema de labranza cero con aplicaciones post-emergentes dirigidas de bentazona + fluazifop-butil.

El mejor rendimiento para el sistema de asociación fue obtenido con el tratamiento labranza convencional + sistema *Phaseolus vulgaris* L.-- *Amaranthus hypochondriacus* L. y control manual de malezas.

Existe una mayor eficiencia en la productividad de los sistemas de asociación, obteniéndose un valor promedio de eficiencia relativa de la tierra (LER) de 1.62, que representa un 62% en el incremento de la productividad de la tierra.

El sistema de monocultivo frijol afectó mayormente la presencia de malezas que el sistema amaranto y el de asociación.

La maleza *Amaranthus hybridus* L. se mostró tolerante al herbicida bentazona aplicado en post-emergencia.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Abraham, C. T.; Singh, S. P. and Kulshrestha, G. 1987. Persistence of herbicides in sorghum-legume intercropping system. In: Indian Jour. Agron. 32 (3): 253-257.
- Aguilar M., I. 1990. El control de malezas en cultivos asociados. En: Memorias. Curso de actualización sobre manejo de malezas. Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Escuela de Agronomía y Zootecnia. Universidad de Guanajuato, Irapuato, Gto. México. pp 45-50.
- Akobundu, I. O. 1987. Weed science in the tropics. Principles and practices. John Willey & Sons Ltd.
- Alejandre I., G. y Gómez, L. F. 1986. Cultivo del amaranto en México. Patronato Universitario, Universidad Autónoma Chapingo, México. 245 p.
- Albarrán M., M. 1983. La siembra asociada de maíz-frijol en surcos anchos (1.80 m) intercalada con trigo o frijol: Una alternativa de producción en áreas de temporal. Tesis profesional, UACH, Chapingo, México. 116 p.
- Ali, M. 1988. Efficacy of herbicides for weed control in winter french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Indian Jour. Agric. Sci. 58 (6): 440-443.
- Alvarez-Solis, J. D.; Vesga-Cala, A. B.; Cárdenas, M. y Tasistro, A. 1990. Nodulación y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tratado con diferentes herbicidas en dos sistemas de labranza. En: Turrialba 40 (2): 250-255.
- Andrade A. G. A., de; Nogueira F., L. A.; Fernandez L., N. and Galvão, J. D. 1986. Producao e componentes da producao em sistemas de cultivos associados e exclusivos de milho e feijao. Rev. Ceres 33 (190): 469-478.
- Anaele, A. O. and Bishnoi, U. R. 1992. Effects of tillage, weed control and row spacing on soybean yield and certain soil properties. In: Soil & Tillage Research. 23: 333-340.
- Anderson, W. P. 1983. Weed science: Principles. West Publishing Co. 655 p.
- Harrales Dominguez, J.S.; Garcia Reyes, J.; Gil Muñoz, B.; López Baltazar, J.; López Pedro, A. y Meztiza Hernández, C. 1991. Resultados de un proyecto de producción de amaranto en la Universidad Autónoma Chapingo. En: Memorias de la VIII presentación de trabajos de investigación agropecuaria y forestal. Centro de Investigación y Divulgación Agrpecuaria de la UACH. Universidad Autónoma Chapingo, México. México. p 2.
- \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ y Meztiza H., C. 1992. Influencia de la distribución de la precipitación pluvial sobre el desarrollo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). En: Rev. Chapingo (México) 16 (77): 66-70.

- Barreto, A. 1970. Competencia entre el frijol y malas hierbas. En: Agricultura Técnica en México. 2 : 519-526.
- Balyan, J. S. and Singh, R. R. 1986. Effect of nitrogen and weed management on growth, yield and nitrogen uptake by sorghum and soybean intercropping systems. In: Indian Jour. Agron. 31 (3): 235-239.
- Bolaños E., A. 1989. Fomesafen: Actividad biológica en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y residualidad en rotación con maíz (*Zea mays*). Tesis de Maestría, UACH., Chapingo, México. 83 p.
- Bovey, R. W. and Miller, F. R. 1969. Effect of activated carbon on the phytotoxicity of herbicides in a tropical soil. In: Weed Sci. 17 (2):189-192.
- Burril, L. C.; Cárdenas, J. y Locatelli, E. 1977. Manual de campo para investigación en control de malezas.(Trad). Ed. International Plant Protection Center. Oregon, USA. 64 p.
- Campos E, A. 1983. Respuesta del rendimiento físico y económico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al efecto de malezas, plagas y sistemas de producción. Tesis de Maestría, C. P., Chapingo, México. 166 p.
- \_\_\_\_\_ y Garza G., R. 1990. Guía para cultivar frijol de temporal en el estado de México. Folleto para productores no. 2, INIFAP., SARH., México. 19 p.
- Cerna, L. y Valdéz, V. 1987. Influencia de las poblaciones de las malezas *Sorghum halapense* (L.) Pers. y *Bidens pilosa* L. sobre el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) "Pirata 2". En: Turrialba 37 (4): 303-309.
- Chargoy Zamora, C. I. 1986. Indicadores matemáticos del comportamiento de las asociaciones de plantas cultivadas. En: Rev. Chapingo (México) XI(No 52/53):82-90.
- Coffey, D. L. and Warren, G. F. 1969. Inactivation of herbicides by activated carbon and other adsorbents. In: Weed Sci. 17 (1):16-19.
- Cochran, W. C. y Cox, G. M. 1981. Diseños experimentales. 7ª reimpresión, Ed. Trillas, México. 661 p.
- Covagnaro, I. B. y Jain, S. K. 1985. Efecto de la limitación o deficiencia de agua en cuatro especies de amaranto. En: El amaranto. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Boletín no. , Guatemala, Guatemala, C. A.
- Dawelbeit, M. I. and Hamada, A. A. 1992. Effect of variation in tillage on weed and groundnut establishment and yield in Rahad Project, Sudan. In: Soil & Tillage Research, 22: 363-370.
- Duncan E., A. 1981. Amaranth grain production guide. New crops departament. Organic gardening and farming, Research Center. Rodale Press, Inc. Co. USA. 20 p.

- Dwivedi, V. D.; Pandey, R. P. and Namdeo, K. N. 1991. Weed control in pigeonpea-sorghum intercropping system. In: Indian Jour. Agron. 36 (2): 234-238.
- Early, D. K. 1977. Cultivation and uses of amaranth in contemporary Mexico. In: Proc. First Amaranth Seminary. Rodale press. USA. pp 39-60.
- Eleftherohorinos, I.G. 1987. Phytotoxicity and persistence of chlorsulfuron as affected by activated charcoal. In: Weed Res. 27 ( ):443-452.
- Espitia R., E. 1989. Guia para cultivar amaranto en los Valles Altos de la Mesa Central. Folleto para productores No. 18, Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del estado de México. SARH., México. 13 p.
- \_\_\_\_\_. 1991. Recursos genéticos de amaranto (*Amaranthus spp.*). En: Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. Sociedad mexicana de Fitogenética. México.
- \_\_\_\_\_ y Mapes S., C. 1992. Recolección nacional de germoplasma de *Amaranthus spp.*. En: Informe de avances en la investigación en amaranto. INIFAP., CAEVAMEC., SARH., México. pp 8-19.
- FIRA 1993. Sistema de siembras con labranza de conservación. En: Fundamentos básicos del sistema labranza de conservación, Centro Demostrativo "Villadiego", Banco de México, Gto., México. 6 p.
- Fleck, N. G.; Naumann M., C. M. and Saldanha De Souza, R. 1984. Eficiencia da consorcio de culturas no controle de plantas daninhas. In: Pesq. Agropec. Bras., Brasilia, 19 (5):591-598.
- Froud-Williams, R. J.; Chancellor, R. J. and Drenan, S. H. 1983. Influence of cultivation regime on weed flora of arable cropping systems. In: Jour. Appl. Ecol. 20 :187-197.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM., Instituto de Geografía, México. 246 p.
- García G., F. 1991. Linuron, Metolaclor y Metribuzin: Control de malezas y residualidad en suelo y zanahoria (*Daucus carota L.*) en Chapingo, México. Tesis de maestría, UACH., Chapingo, México. 47 p.
- Gallegos V., C. y Domínguez A., J. L. 1990. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) bajo cinco sistemas de labranza en condiciones de secano. En: Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética, Cd, Juárez, Chih., México. p 478.
- Gavande, S. A. 1973. Física de suelos. Ed. Limusa, México. 351 p.

- Godínez H., J. J. 1989. El proceso global de la producción de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en San Miguel del Milagro, Tlaxcala, México. Tesis profesional, UACH., Chapingo, México. 103 p.
- González R., L. L. 1990. Labranza de conservación una alternativa para aumentar la producción y productividad del agro mexicano. En: Boletín informativo del FIRA. Banco de México. Vol. 23. 43 p.
- González, J. M. y Bressani, R. 1987. Una guía para el cultivo de amaranto de grano - resumen de experiencias en la finca experimental del INCAP. En: El amaranto. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Boletín No. 2, Guatemala, Guatemala, C. A. pp 5-7.
- Hatzios, K. K. 1983. Herbicide antidotes: Development, chemistry, and mode of action. In Adv. in Agronomy 36 ( ):265-316.
- Kauffman, C. S.; Bailey, N. N.; Volak, B. T.; Weber, L. E. and Volk, N. R. 1984. Amaranth grain production guide. New crops Department. Rodale Research Center. Rodale Press, Inc. Co. 35 p.
- Kramm M., V. E.; Vieira, C.; Da Silva, J. F.; Cardoso, A. A. 1990. Efeitos da competição com plantas daninhas sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Rev. Ceres 37 (212): 345-361.
- Krishnamurthy, L (Dir). 1984. Análisis de la estructura, función, dinámica, y manejo del agroecosistema de cultivos asociados. Informe técnico del Proyecto PCAFBNA-001404 para CONACYT. Universidad Autónoma Chapingo, México. 400 p.
- Kratky, B. A. and Warren, G. F. 1971. Activated carbon-vermiculite mixture for increasing herbicide selectivity. In: Weed Sci. 19 (1):79-81.
- Kumar, A. and Singh, R.P. 1987. Production potential and economic returns of gram and mustard intercropping system under rainfed condition. In: Indian Jour. Agron. 32 (3):258-260.
- Lal, R. 1989. Conservation tillage for sustainable agriculture: Tropics versus temperate environments. In: Adv. in Agron. 42 :85-197.
- Lepíz L., R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. En: Folleto técnico No. 58, INIA., SAG., México.
- López Villa, M. 1990. Estudio monográfico del amaranto (*Amaranthus spp.*) en México. Tesis profesional, Fac. de ciencias agrícolas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. México. 173 p.
- Loaiza V., J. M. 1986. Crecimiento y aprovechamiento de la energía solar del maíz (*Zea mays*) en asociación con frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis de Maestría, C.P., Chapingo, México. 150 p.

- Martineau, J. R. 1985. Resumen agronómico del amaranto de grano. Descripción botánica. En: El amaranto. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Boletín No. 4, Guatemala, Guatemala, C. A. 10 p.
- Malik, V. S.; Swanton, C. J. and Michaels, T. E. 1993. Interaction of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, row spacing, and seeding density with annual weeds. In: Weed Sci. 41 (1): 62-68.
- Mahapatra, P. K. 1991. Weed control in intercropping systems based on pigeonpea (*Cajanus cajan*). In: Indian Jour. of Agric. Sci. 61 (12):885-888.
- Medina Pitalúa, J. L.; Domínguez V., J. A. y Orrantia O., M. 1991. Control de malezas en cultivos asociados. En: Memorias. Curso sobre manejo y control de malas hierbas. Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Guerrero, México. pp 65-85.
- Medina P., J. L. 1983. determinación del periodo crítico de competencia entre las malezas y un cultivo de asociación maíz (*Zea mays* L.)-frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo dos niveles de fertilización. Tesis profesional, UACH., Chapingo, México.
- Mendoza T., J. R. 1992. Surfactantes en la acción biológica de bentazona en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en campo e invernadero. Tesis profesional, UACH., Chapingo, México. 47 p.
- Misra, P. N.; Pal, N. and Pandey, R. M. 1985. Estudios sobre el efecto de variación en las densidades de plantas sobre el crecimiento y el rendimiento de amaranto de semilla (*Amaranthus hypochondriacus* L.). En: El amaranto. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Boletín No. 3, Guatemala, Guatemala, C. A.
- Miller, D. E. and Burke, D. W. 1984. Response of dry beans to deep tillage in relation to soil texture and irrigation invernal. In: Annual report of the Beans Improvement Cooperative 27: 174-175.
- Morgan, W.C. and Morgans, A. S. 1992. Potencial use of activated carbon as a protectant against pre-emergence herbicides in direct-seeded processing tomatoes. In: Weed Res. 32 ( ):87-94.
- Mullins, C. A. 1985. Evaluation of herbicide treatments for no-till snap bean production. In: Annual report of the Beans Improvement Cooperative 28: 111-113.
- . 1986. Snap bean tillage and spacing studies. In: Annual report of the Beans Improvement Cooperative 29: 68-69.
- Odtofan O., R. 1983. El amaranto: Una cosecha promisoriosa descuidada. En: El amaranto. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Boletín No. 4, Guatemala, Guatemala, C. A. 4 p.

- Ogg, A.G. Jr. 1978. Herbicides and activated carbon for weed control in direct-seeded asparagus (*Asparagus officinalis*). In: Weed Sci. 26 (3):284-286.
- Oliveira, F., de ; Vieira, C.; Chagas, J. M. and Mizubuti, A. 1990. Comportamento da batata (*Solanum tuberosum* L.) e do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em cultivo consorciado. In: Rev. Ceres 37 (214): 534-547.
- Osoria R., L. 1983. Cultivos asociados maíz-frijol. En: Metodologías de investigación en maíz. INIA., SARH., México. pp 22-28.
- Pal, M. S.; Gupta, P. C. and Singh, O.P. 1991. Effect of sorghum based intercropping systems on productivity, land equivalent ratio and economics in mollisols of Nainital Tarai (U.P.). In: Indian Jour. Agron. 36 (1):12-16.
- Pérez N., S. 1989. Información básica para la planeación del riego en el campo experimental de la UACH. Tesis profesional, UACH, Chapingo, México.
- Pimentel C., A. 1987. Cultivo de la alegría en San Miguel del Milagro, Tlaxcala. Tesis profesional, UACH., Chapingo, México.
- Platero E., O. 1975. Análisis de rendimiento y económico de las asociaciones maíz-frijol en la región este del Valle de México. Tesis de Maestría, C.P., Chapingo, México. 125 p.
- Prasad, K. and Srivastava, V. 1991. Weed management in pure and mixed crops of pigeonpea (*Cajanus cajan*) and soybean (*Glycine max*). In: Indian Jour. of Agric. Sci. 61 (6):374-378.
- Putman, D. H. 1990. Agronomic practices for grain amaranth. In: Amaranth. Perspectives on production, processing and marketing. Procc. of the Fourth National Amaranth Symposium. Mineapolis, Minnesota. USA. pp 151-169.
- Ramírez Vega, M. 1981. Morfología, área foliar y peso del frijol canario 107, negro 150 (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz H-28 (*Zea mays* L.) asociados. Tesis de Maestría, C. P., Chapingo, México. 83 p.
- Reddy, B. N.; Rao, J. V. and Dharudu, M. 1985. Weed management in groundnut based intercropping system. In: Indian Jour. Agric. Sci. 55 (10):631-633.
- Reyes C., P. 1978. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas, México. 344 p.
- Richey, C. B.; Griffith, D. R. and Parsons, S. D. 1977. Yields and cultural energy requirements for corn and soybeans with various tillage-planting systems. In: Adv. in Agron. 29: 141-182.

- Rivera G., J. J. 1979. Evaluación de concentración de carbón activado bajo aplicación de tres concentraciones de Diuron y Linuron en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L.. Tesis profesional, ITESM, Unidad Queretaro, Gro., México. 40 p.
- Rosas M., A. 1991. Métodos de control de malezas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado en dos sistemas de labranza. Tesis profesional, UACH., Chapingo, México. 61 p.
- Robles S., R. 1975. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa, México. 607 p.
- S.A.R.H. 1991. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaría de planeación. Dirección general de estadística. México.
- Sánchez E., Ma del C. 1986. Susceptibilidad varietal en frijol a la mezcla Lazo + Afalón. En: Informe de actividades 1986 del programa combate de malezas, SARH, INIFAP, Campo Agrícola Experimental "Valle de México". 27 p.
- Sánchez D., S. 1977. Estudio de la rentabilidad económica de la asociación maíz-frijol en la zona de influencia de Chapingo. Tesis profesional, ENA., Chapingo, México. 78 p.
- Shah, M.H.; Koul, P.K.; Khanday, B.A. and Kachroo, D. 1991. Production potential and monetary advantage index of maize intercropped with different grain legumes. In: Indian Agron. 36 (1):23-28.
- Shu-an, W.; Xin-hai, L. y Jia-yi, L. 1985. Breve informe de una serie de estudios del amaranto de semilla. En: El amaranto. Archivos latinoamericanos de nutrición, Boletín No. 3. Guatemala, Guatemala, C. A.. 9 p.
- Silva, J. F., da 1982. Selectividade dos herbicidas. In: Inf. Agropec. Belo Horizonte 8 (87):35-38.
- Spotanski, R. F. and Burnside, O. C. 1973. Reducing herbicide injury to sorghum with crop protectants. In: Weed Sci. 21 (6):531-536.
- Sumar K., L. 1983. El pequeño gigante. En: El amaranto. Archivos latinoamericanos de nutrición. Boletín No 4, Guatemala, Guatemala, C. A.. 4 p.
- \_\_\_\_\_. 1991. Reintroducción del cultivo de la Kiwicha (amaranto en Perú. En: Primer congreso internacional del amaranto. Oaxtepec, Morelos, México. pp 125-128.
- Tavaram Filho, J.J.; Nogueira F., L.A.; Galvao, J.D ; Reis C., A. 1989. Influencia de populacao e genotipo de sorgo granifero na producao de feijao cultivado em consorcio. Em: Rev. Ceres 36 (205):278-294.
- Tafoya R., J. A. 1990. Métodos de labranza y control de maleza en la relación *Rhizobium leguminosarum* Biovar *Phaseoli* *Phaseolus vulgaris* L. . Tesis de Maestría, C.P., Montecillo, México.

- Tewari, A. N.; Singh, K. K.; Singh, S. K. and Tewari, U. S. 1989. Crop weed competition in pigeonpea (*Cajanus cajan* L.) intercropped with blackgram (*Vigna mungo* L. Hepper). In: Indian Jour, Agron. 34 (1): 140-142.
- Thakur, H.C. and Sharma, N. N. 1988. Intercropping of maize (*Zea mays*) with short-duration pigeonpea (*Cajanus cajan*) and groundnut (*Arachis hypogaea*). In: Indian Jour. Agric. Sc. 58 (4):259-262.
- Thung, M. 1991. Bean agronomy in monoculture. In: Common beans: Research for crop improvement, Edited by A. Van Schoonhoven & O. Voysest. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. pp 737-767.
- Toth, J.; Milham, P. J.; Hillier, G. R. and Kaldor, C. J. 1987. Use of activated carbon to protect tomato against metribuzin. In: Weed Res. 27 ( ):367-373.
- Torres, R. 1983. Determinación del número de deshierbes y cultivos complementarios a la aplicación de herbicidas preemergentes en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis profesional, Univ. de Guanajuato, Irapuato, Gto., México. 80 p.
- Tyler, D. D. and Overton, J. R. 1982. No-tillage advantages for soybean seed quality during drought stress. In: Agron. Jour. 74: 344-346.
- Unger, P. W. and McCalla, T. M. 1980. Conservation tillage systems. In: Adv. in Agron. 33: 1-58.
- Urzúa Soria, F. 1993. Manejo de herbicidas en áreas agrícolas. En: Fundamentos básicos del sistema labranza de conservación, Centro Demostrativo "Villadiego", Banco de México, Gto., México. 8 p.
- Valverde, R. L. y Araya, R. 1986. Tolerancia a la competencia de las malezas en seis cultivares de *Phaseolus vulgaris* L.. En: Turrialba 36 (1): 59-64.
- Vázquez Alvarado, M. P. y Kohashi Shibata, J. 1983. Fenología, rendimiento y componentes del rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) como cultivos intercalados. En: Rev. Chapingo 8(39):31-35. México.
- Vega Arciga, J. 1989. Período crítico de competencia entre las malezas y el cultivo de alegría (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Tesis profesional, UACH, Chapingo, México. 103 p.
- Venkateswarlu, U. and Ahlawat, I. P. S. 1986. Studies on weed management in pigeonpea based intercropping systems. In: Indian Jour. Agron. 31 (2): 184-186.

- Vieira S., G.; Galvao, J. D.; Nogueira F., L. A.; De Souza F., M. and Cardoso, A. A. 1989. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre o consorcio milho-feijao (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Rev. Ceres 36 (208): 465-482.
- Wagoner, P. and Kauffman, C. S. 1984. Grain amaranth: An overview of research and production methods. Rodale Reseach Center. Rodale Press, Inc. PA. 23 p.
- Wahua, T. A. T.; Babalola, O. and Aken'ova, M. E. 1981. Intercropping morphologically different types of maize with cowpeas: LER and growth attributes of associated cowpeas. In: Expl. Agric. 17: 407-413.
- Weber, L. E. 1984. La producción comercial del amaranto en los Estados Unidos. En: El amaranto (*Amaranthus spp.*) su cultivo y aprovechamiento. Compiladores Trinidad S., A.; Gómez L., F.; Suárez R., G. 1990. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.pp 274-279.
- \_\_\_\_\_. 1987. Amaranth grain production guide. Rodale Reseach Center, Rodales Press, Inc. Kutztown, PA 39 p.
- \_\_\_\_\_; Hubbard, E. S.; Nelson, L. A.; Putman, D. H. and Lehmann, J. W. 1988. Amaranth grain production guide. Rodale Research Center and American Amaranth Institute. Kutztown, Pa. 25 p.
- Willey, R. W. and Osiru, D. S. O. 1972. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with particular reference to plant population. In: Jour. Agric. Sci. 79: 517-529.
- Wooley, J. and Davis, J. H. C. 1991. The agronomy of intercropping with beans. In: Common benas. Research for crop improvement, Edited by A. Van Schoonhoven & O. Voysest. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. pp 707-735.
- Yaduraju, N. T.; Gautam, K. C. and Mani, V. S. 1986. Studies on weed control in maize based intercropping system. In: Indian Jour. Agron. 31 (3):240-243.
- Yelverton, F. H.; Worsham, A. D. and Peedin, G. F. 1992. Activated carbon reduces tobacco (*Nicotiana tabacum*) injury from soil-applied herbicides. In: Weed Technology 6 ( ):310-316.
- Zaffaroni, E.; De Zouza D., M. and Bastos Dos Santos, E. 1987. Yield stability of sole and intercropping systems in the northeast of Brazil. In: Pesq. Agropec. Bras., Brasilia, 22 (4):393-399.

IX. A P E N D I C E

A PENDICE 1. GRADOS DE LIBERTAD Y CUADRADOS MEDIOS DEL ANAVA  
PARA LAS VARIABLES DE ESTUDIO EN EL CULTIVO DE  
FRIJOL, CHAPINGO, MEXICO, 1992.

CUADRADOS MEDIOS

| F.V              | G.L | P.S.P.F               | N.G.V.F | N.V.P.F    | R.F          | I.B.F        |
|------------------|-----|-----------------------|---------|------------|--------------|--------------|
| Bloques          | 2   | 39.0129               | 0.02041 | 1.9079     | 9247.08      | 3.69883E+10  |
| Labranza (L)     | 1   | 561.6333              | 0.0266  | 365.601e** | 1445913.22   | 5.78365E+12  |
| Error a          | 2   | 31.3587               | 0.0579  | 2.4879     | 104998.81    | 4.19986E+11  |
| Sis Cultivo (S)  | 1   | 126.5004*             | 0.0018  | 30.8266    | 480958.59    | 1.92363E+12  |
| L x S            | 1   | 9.2504                | 0.0150  | 1.4018     | 115162.76    | 4.60651E+11  |
| Error b          | 4   | 15.4742               | 0.06833 | 13.6604    | 67721.09     | 2.70884E+11  |
| Cont Malezas (C) | 1   | 392.6504*             | 0.0600  | 103.3350*  | 1460677.81** | 5.64271E+12* |
| L x C            | 1   | 2.4704                | 0.0000  | 1.5000     | 63131.51     | 3.32526E+11  |
| S x C            | 1   | 12.7604               | 0.0816  | 1.2150     | 18.084       | 7.23380E+07  |
| L x S x C        | 1   | 15.5204               | 0.0416e | 11.2086    | 54864.84     | 2.19459E+11  |
| Error c          | 8   | 17.0716               | 0.2496  | 17.2291    | 36762.47     | 1.47050E+11  |
| Total            | 23  |                       |         |            |              |              |
|                  |     | C.V = 17.4            | 10.7    | 22.9       | 12.58        | 12.6         |
|                  |     | R <sup>2</sup> = 0.91 | 0.25    | 0.81       | 0.93         | 0.93         |

\* = Significancia con alpha 0.05

\*\* = Significancia con alpha 0.01

APENDICE 2. GRADOS DE LIBERTAD Y CUADRADOS MEDIOS DEL ANAVA  
 PARA LAS VARIABLES DE ESTUDIO EN EL CULTIVO DE  
 AMARANTO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

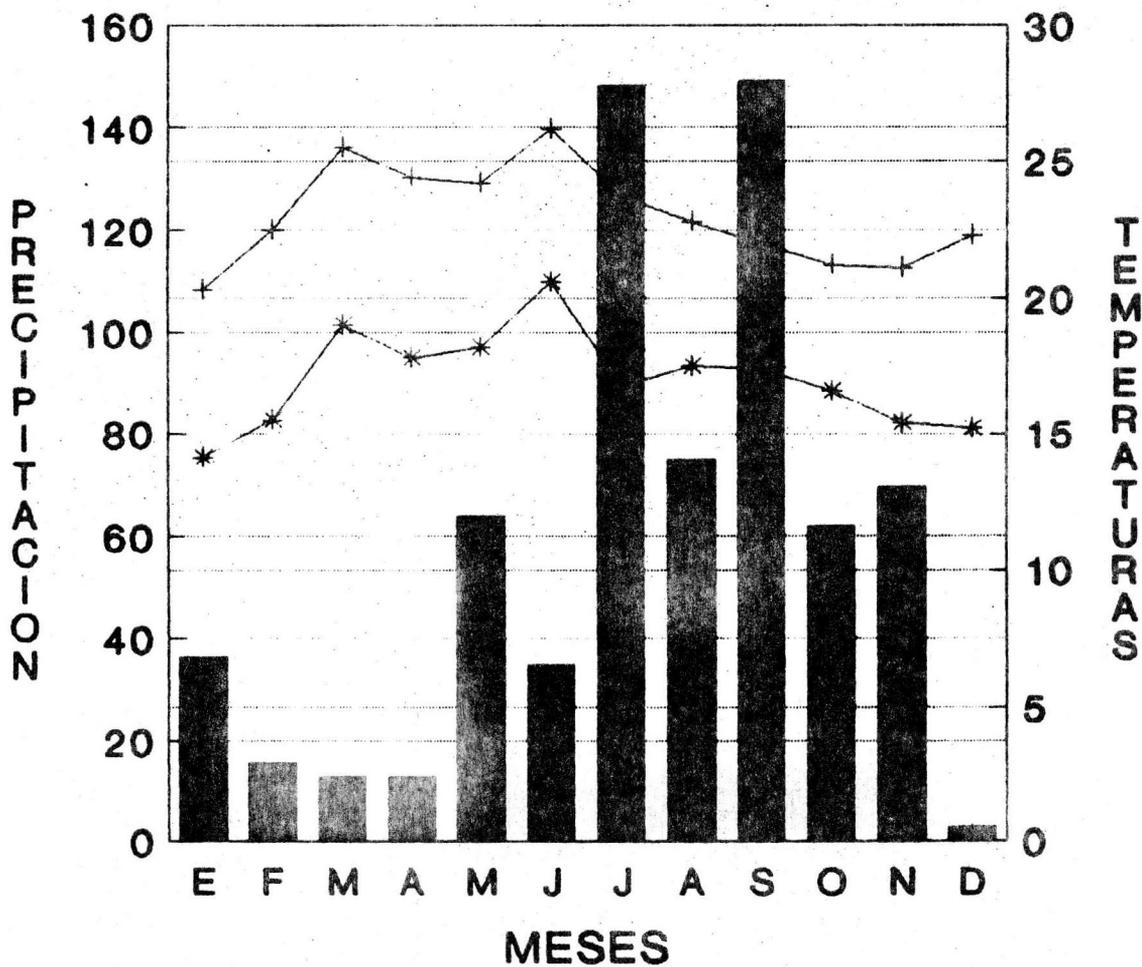
CUADRADOS MEDIOS

| F.V               | G.L | P.S.P.A               | P.G.P.A    | A.L.P.A     | R.A          | I.B.A         |
|-------------------|-----|-----------------------|------------|-------------|--------------|---------------|
| Bloques           | 2   | 148.2116              | 11.9866    | 57.5204     | 17659.84     | 3.97946E+10   |
| Labranza (L)      | 1   | 3191.9653*            | 804.8100   | 1859.2897*  | 356078.24    | 8.01176E+11   |
| Error a           | 2   | 127.3774              | 76.1061    | 46.7037     | 60107.06     | 1.35241E+11   |
| Sis. Cultivo (S)  | 1   | 5108.2508*            | 585.0936   | 2040.5704** | 557641.78**  | 1.25469E+12** |
| L X S             | 1   | 11.7600               | 19.4760    | 46.7604     | 127361.93    | 2.86563E+11   |
| Error b           | 4   | 963.5049              | 77.2743    | 77.2604     | 29296.23     | 6.57815E+10   |
| Cont. Malezas (C) | 1   | 8388.072**            | 1416.499** | 1471.1004** | 1340925.12** | 3.01573E+12** |
| L X C             | 1   | 0.5953                | 13.3504    | 57.9704     | 876.04       | 1.97109E+09   |
| S X C             | 1   | 1598.3808             | 312.0488*  | 519.8704*   | 346400.46*   | 7.79401E+11*  |
| L X S X C         | 1   | 495.7686              | 116.4241   | 402.6204    | 341611.57*   | 7.68626E+11*  |
| Error c           | 8   | 406.6736              | 51.5758    | 94.3079     | 43075.69     | 6.69203E+10   |
| Total             | 23  |                       |            |             |              |               |
|                   |     | C.V = 24.8            | 25.3       | 6.67        | 20.6         | 20.6          |
|                   |     | R <sup>2</sup> = 0.86 | 0.90       | 0.90        | 0.91         | 0.91          |

\* - Significancia con alpha 0.05

\*\* - Significancia con alpha 0.01

# APENDICE 3. PRECIPITACION Y TEMPERATURAS MAXIMA Y MEDIA PRESENTADAS PARA EL AÑO 1992.



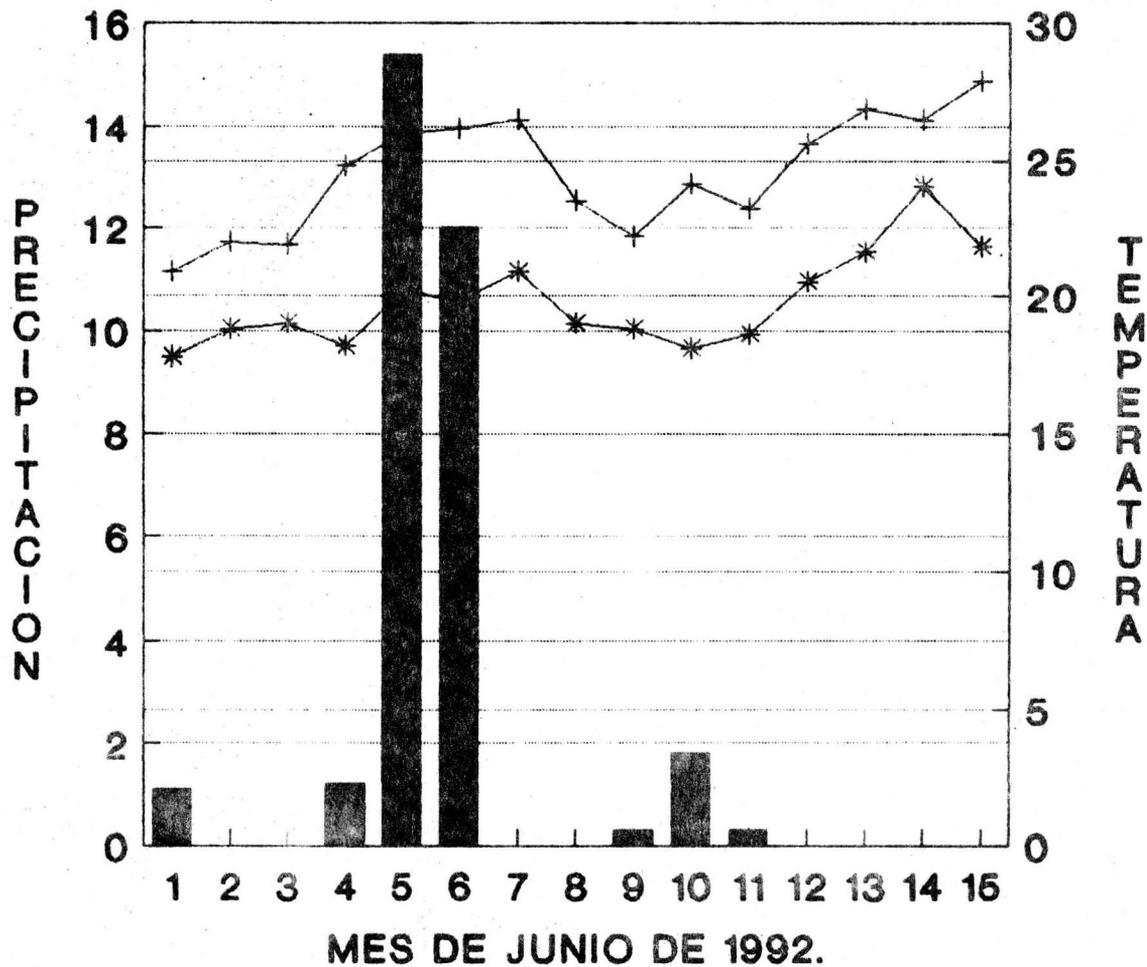
CONDIC. AMBIENTAL

PRECIP. EN MM   
 
 TEMP. MAXIMA EN °C  

 TEMP. MEDIA EN °C

ESTACION EXPERIMENTAL CHAPINGO, MEXICO.

**APENDICE 4. PRECIPITACION Y TEMPERATURA MAXIMA Y MEDIA PRESENTADAS 15 DIAS ANTES DE LA APLICACION DEL HERBICIDA LINURON.**



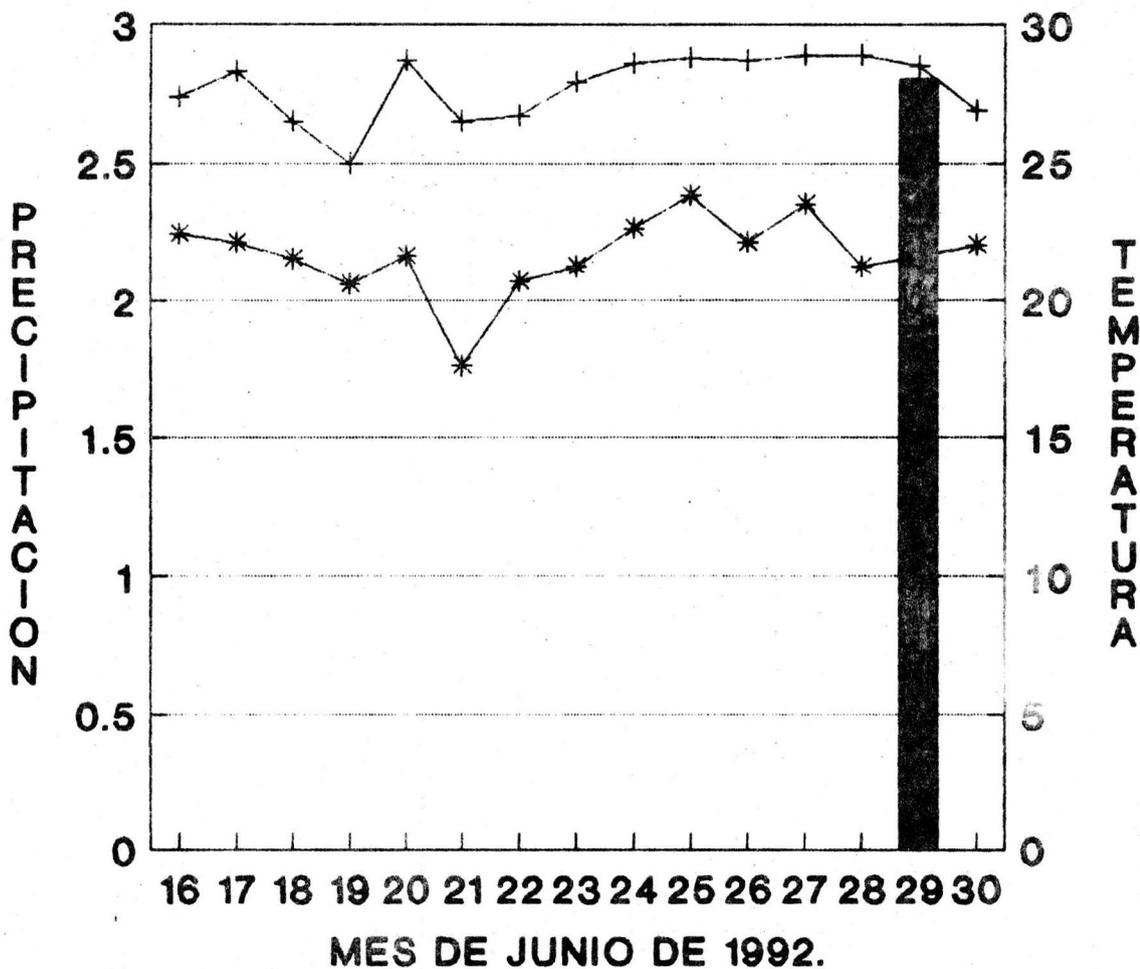
**CONDICION AMBIENTAL**

**PRECIP. EN MM**    
 
**TEMP. MAXIMA EN °C**  

\*
**TEMP. MEDIA EN °C**

**ESTACION EXPERIMENTAL CHAPINGO, MEXICO.**

**APENDICE 5. PRECIPITACION Y TEMPERATURA  
MAXIMA Y MEDIA PRESENTADAS 15 DIAS  
DESPUES DE LA APLIC. DEL HERB. LINURON.**



**CONDICION AMBIENTAL**

- PRECIP. EN MM
- TEMP. MAXIMA EN °C
- TEMP. MEDIA EN °C