



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA

MAESTRIA EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL

DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

ESTUDIO DE LA HABILIDAD COMPETITIVA DEL FRIJOL

(*Phaseolus vulgaris* L.) HACIA LA MALEZA.

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN PROTECCION VEGETAL

P R E S E N T A :

ESAU RUIZ SANCHEZ

CHAPINGO, MEXICO 1998.



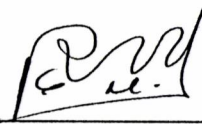
871861

ESTUDIO DE LA HABILIDAD COMPETITIVA DEL FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.) HACIA LA MALEZA.

Tesis realizada por **Esaú Ruiz Sánchez** bajo la dirección del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

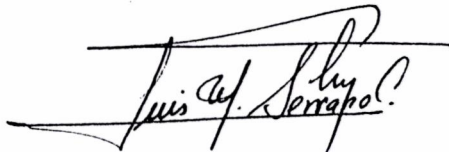
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



Dr. Guillermo Mondragón Pedrero

ASESOR:



M.C. Luis Manuel Serrano Covarrubias

ASESOR:



M.C. J. Antonio Tafoya Razo

Chapingo, México. Agosto de 1998.

33000

ESTUDIO DE LA HABILIDAD COMPETITIVA DEL FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.) HACIA LA MALEZA.

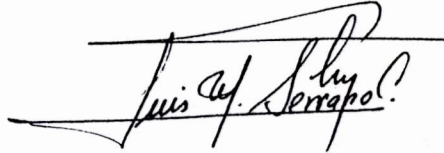
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Esaú Ruiz Sánchez** autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal estuvo constituida por:

DIRECTOR:



Dr. Guillermo Mondragón Pedrero

ASESOR:



M.C. Luis Manuel Serrano Covarrubias

ASESOR:



M.C. J. Antonio Tafoya Razo

Chapingo, México. Agosto de 1998.

AGRADECIMIENTOS

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Por el apoyo económico brindado

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Por haberme dado las facilidades de realizar mi formación profesional

AL DR. GUILLERMO MONDRAGÓN PEDRERO

Por su apoyo desinteresado en la dirección de este trabajo de investigación

AL M.C. LUIS MANUEL SERRANO COVARRUBIAS

Por sus acertadas y valiosas sugerencias para la elaboración de esta tesis

AL M.C. J. ANTONIO TAFOYA RAZO

Por su colaboración en la realización de esta tesis

A TODA AQUELLA PERSONA

Que de alguna forma contribuyó en la realización de esta investigación

DATOS BIOGRÁFICOS

Esaú Ruiz Sánchez nació en Suchiapa, Chiapas el 4 de abril de 1975. Egresó del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo en 1996. El mismo año ingresó al programa de Maestría en Protección Vegetal en la misma Universidad y terminó dichos estudios en 1998.

En lo académico ha logrado algunos reconocimientos importantes, dentro de los cuales destacan: cuadro de honor en el Departamento de Parasitología Agrícola en los ciclos 1992-1993 y 1993-1994. Además de destacarse como uno de los mejores estudiantes del Departamento de Parasitología Agrícola en el ciclo 1992-1993.

El estudio de las malezas ha sido su área de interés desde su primer acercamiento a la investigación en 1995 con la realización de su tesis de Licenciatura, y actualmente se ha dedicado a la búsqueda de alternativas no químicas de control de maleza.

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE.....	vii
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Definición y características de la maleza.....	3
2.2. Daños ocasionados por la maleza.....	3
2.3. Fenómeno de competencia.....	5
2.3.1. Definición.....	5
2.3.2. Competencia interespecífica.....	6
2.3.3. Efectos de la competencia.....	6
2.4. Competencia maleza-cultivo.....	7
2.4.1. Generalidades.....	7
2.4.2. Competencia por nutrientes.....	8
2.4.3. Competencia por agua.....	9
2.4.4. Competencia por luz.....	9
2.4.5. Competencia por CO ₂	10
2.5. Factores que afectan la competencia maleza-cultivo.....	11
2.5.1. Maleza.....	11
2.5.2. Cultivo.....	13
2.5.3. Practicas de manejo del cultivo.....	14
2.5.4. Clima y suelo.....	15
2.6. Habilidad competitiva del frijol.....	17

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Localización del experimento.....	21
3.2. Material vegetal.....	21
3.3. Diseño experimental.....	22
3.4. Trabajo de campo.....	22
3.4.1. Preparación del suelo.....	22
3.4.2. Siembra.....	22
3.4.3. Riegos.....	23
3.4.4. Deshierbes.....	23
3.4.5. Cosecha.....	24
3.5. Variables evaluadas.....	24
3.6. Análisis de datos.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Días a la emergencia.....	28
4.2. Altura al primer nudo	29
4.3. Días a la formación de la primera y tercera hoja trifoliada.....	32
4.4. Número de hojas a los 40 días.....	34
4.5. Porcentaje de cobertura foliar a 50 días.....	37
4.6. Materia seca de maleza.....	38
4.7. Días a floración.....	41
4.8. Días a formación y maduración de vainas.....	44
4.9. Componentes del rendimiento.....	48
4.9.1. Vainas por planta.....	48
4.9.2. Granos por vaina.....	50
4.9.3. Longitud de vaina.....	52
4.9.4. Número de nudos con vainas.....	54
4.9.5. Rendimiento por hectárea.....	56

4.9.6. Peso de cien granos.....	60
4.9.7. Volumen de cien granos.....	62
4.10. Correlación de variables.....	64
4.11. Discusión general.....	67
V. CONCLUSIONES.....	71
VI. LITERATURA CITADA.....	72
VII. APÉNDICE	76

LISTA DE CUADROS

1. Relación del material vegetal empleado.....	21
2. Resumen del análisis de varianza para días a la emergencia.....	28
3. Resumen del análisis de varianza para altura del primer del nudo.....	30
4. Comparación de medias para días a la formación de la primera y tercera hoja trifoliada de cada genotipo en dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	32
5. Resumen del análisis de varianza para la primera y tercera hoja trifoliada.....	33
6. Resumen del análisis de varianza para número de hojas a 40 días..	35
7. Comparación de medias para número de hojas a los 40 días de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo y en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	36
8.- Resumen del análisis de varianza para el porcentaje de cobertura foliar.....	37
9. Resumen del análisis de varianza para peso seco de la maleza.....	40
10. Resumen del análisis de varianza para días a la floración	42
11. Comparación de medias para días a floración de cada genotipo en la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia.....	43
12. Resumen del análisis de varianza para formación y maduración de vainas	44
13. Comparación de medias para días a formación y maduración de vainas.....	45

14. Comparación de medias para días a formación y maduración de vainas en la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo.....	45
15. Comparación de medias para días a formación y maduración de vainas de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	46
16. Comparación de medias para días a maduración de vainas de cada genotipo en la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo.....	47
17. Resumen del análisis de varianza para vainas por planta.....	48
18. Resumen del análisis de varianza para granos por vaina.....	50
19. Comparación de medias para número de granos por vaina de cada genotipo en la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo.....	52
20. Resumen del análisis de varianza para longitud de vainas.....	53
21. Resumen del análisis de varianza para número de nudos con vainas.....	55
22. Comparación de genotipos con base al rendimiento (kg/ha) obtenido en el ciclo de riego.....	58
23. Comparación de genotipos con base al rendimiento (kg/ha) en el ciclo de temporal.....	60
24. Resumen del análisis de varianza para rendimeinto (kg/ha).....	60
25. Resumen del análisis de varianza para peso de cien granos.....	61
26. Resumen del análisis de varianza para volumen de cien granos.....	63
27. Análisis de correlación entre variables en cada ciclo de cultivo.....	66

LISTA DE FIGURAS

1. Días a la emergencia de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo ...	29
2. Altura al primer nudo de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo.....	31
3. Porcentaje de cobertura foliar a 50 días de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo.....	38
4. Materia seca de maleza en cada genotipo en los dos ciclos de cultivo.....	40
5. Número de vainas por planta de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	49
6. Número de granos por vaina de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	51
7. Longitud de vaina de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	54
8. Número de nudos con vainas de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	56
9. Rendimiento de grano por hectárea de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo.....	57
10. Rendimiento de grano por hectárea de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	59
11. Peso de cien granos de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	62
12. Volumen de cien granos de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	64

LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE

A1. Comparación de genotipos con base a días a la emergencia en los dos ciclos de cultivo.....	76
A2. Comparación de genotipos con base a la altura del primer nudo en los dos ciclos de cultivo.....	76
A3. Comparación de genotipos con base al porcentaje de cobertura foliar en los dos ciclos de cultivo.....	77
A4. Comparación de genotipos con base a la materia seca de maleza en los dos ciclos de cultivo.....	77
A5. Comparación de genotipos con base al número de vainas por planta en las condiciones de competencia maleza-cultivo.....	77
A6. Comparación de genotipos con base al número de granos por vaina en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	78
A7. Comparación de genotipos con base a la longitud de vaina en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	78
A8. Comparación de genotipos en base al número de nudos con vainas en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	78
A9. Comparación de genotipos con base al rendimiento de grano (kg/ha) en los dos ciclos de cultivo.....	79
A10. Comparación de genotipos con base al rendimiento de grano (kg/ha) en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	79
A11. Comparación de genotipos con base al peso (g) de cien granos en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	79
A12. Comparación de genotipos con base al volumen (ml) de cien granos en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.....	80

RESUMEN

El experimento se realizó en dos ciclos de cultivo, de abril a noviembre de 1997 en Chapingo, México. Los objetivos fueron evaluar doce genotipos de frijol con base en su capacidad competitiva hacia la maleza y determinar el mecanismo que otorga dicha capacidad a la planta de frijol. El material vegetal usado fue: Negro Huasteco, Línea Élite #8, Línea Élite #4, Pedigrí 341, Bayomex, Pedigrí 540, Oaxaca 268, Pinto Hidalgo, Flor de Mayo RMC, Bayo Madero, Negro 150 Lir #31 y Flor de Junio. Se empleó el diseño de bloques al azar con tres repeticiones con arreglo en serie de experimentos. Los resultados mostraron que la competencia ejercida por la maleza ocasionó disminución en todos los componentes del rendimiento y rendimiento de grano en el cultivo; y el grado de competencia dependió de la cantidad de maleza, genotipo del cultivo y labores de cultivo. La velocidad alta de emergencia, crecimiento inicial rápido, abundancia de follaje y amplia cobertura foliar son elementos que otorgan al frijol ventaja al competir contra las malezas. Los cultivares Flor de Junio, Pinto Hidalgo y Oaxaca 268 mostraron supresión de la maleza y buen rendimiento en competencia con ella.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, control cultural, competencia cultivo-maleza.

SUMMARY

Identical field experiments were conducted from April to November at Chapingo, Mexico. This study was conducted to evaluate the competitive ability of twelve bean genotypes and to determine which characteristics contribute to weed suppression. The genotypes used in this experiment were: Negro Huasteco, Linea Elite #8, Linea Elite #4, Pedigri 341, Bayomex, Pedigri 540, Oaxaca 268, Pinto Hidalgo, Flor de Mayo RMC, Bayo Madero, Negro 150 Lir #31 and Flor de Junio. The experimental design was a randomized complete block with three replicates in a serie of experiments. Competition from weeds resulted in a diminution of yield components and grain yield in this crop; the degee of competition was influenced by weed density, bean genotype and crop farm work. The ability of bean plants to compete against weeds was related to high speed of emergence, fast initial growth, abundant foliage and canopy high density. Superior weed suppression and the best grain yields were shown by Flor de Junio, Pinto Hidalgo and Oaxaca 268.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, cultural control,
crop-weed competition.

I. INTRODUCCIÓN

Al igual que todos los cultivos, el frijol está expuesto a ciertos factores que restringen su producción, siendo los organismos biológicos los que más influyen en el proceso productivo de este cultivo; dentro de los cuales las malezas ocupan un lugar preferencial de estudio, ya que disminuyen en gran cantidad el rendimiento del cultivo por la competencia que ejercen, además de incrementar los costos de producción al combatirlas.

Visto al cultivo como un agroecosistema, se debe manejar la maleza como parte biológica del mismo, usando métodos ecológicamente aceptables, que disminuyan o eviten la contaminación ambiental causada por algunos productos químicos que con el afán de controlar las malezas se usan irracionalmente. También las estrategias tomadas tienen que caracterizarse por su factibilidad económica debido a la baja rentabilidad en la producción de este grano.

Considerando a las malas hierbas y al cultivo como constituyentes bióticos del ecosistema agrícola, y partiendo de la premisa que la competencia entre especies por algún recurso en particular es un fenómeno normal dentro de dicho sistema, es posible incidir en esa relación de competencia maleza-cultivo teniendo presente que la intensidad de la competencia depende tanto de la maleza, condiciones ambientales, manejo del cultivo, y además de las características propias de dicho cultivo.

Con base en el hecho de que el cultivo juega un papel importante en la relación de competencia con la maleza, el uso adecuado de variedades con alta capacidad competitiva reviste gran importancia, no sólo como un método aislado de supresión de malezas, sino también se puede hacer partícipe de una estrategia constitutiva en el manejo integrado de las malas hierbas, que cada vez se hace más necesario adoptar en los sistemas de producción agrícola.

Ante este creciente reto, los técnicos deben enfocar el estudio de manejo de malas hierbas dejando a un lado métodos que ocasionen efectos secundarios de perturbación del medio; por lo contrario la tendencia debe dirigirse a las alternativas más viables que consideren a las malas hierbas como elementos constitutivos del agroecoecosistema, y que como tales no se les pretenda erradicar, sino manejarlas mediante métodos que consideren las relaciones ecológicas maleza-cultivo.

OBJETIVOS

1. Evaluar la capacidad competitiva hacia la maleza de doce genotipos de frijol.
2. Determinar cuáles características le confieren a la planta de frijol mayor habilidad competitiva contra las malezas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Definición y características de la maleza

García y Fernández (1991) mencionan que el concepto de mala hierba es antropocéntrico, y por lo consiguiente muy subjetivo. Por tal razón ellos apoyan la definición de Pujadas y Hernández (1988) quienes definen maleza como: Plantas que crecen siempre o de forma predominante en situaciones marcadamente alteradas por el hombre y que resulta no deseable por él en un lugar y momento determinado.

Ross y Lembi (1985) mencionan algunas características de las malezas, entre las que se encuentran: habilidad de reproducción a temprana edad, maduración rápida, algunas tienen las dos formas de reproducción, capacidad para crecer en condiciones adversas, semillas con varios tipos de letargo, producción de semillas del mismo tamaño y forma que el cultivo, algunas producen más semillas por año que el cultivo, adaptación y especialización en los mecanismos de dispersión de semillas, raíces con capacidad para penetrar a una gran profundidad, las raíces y rizomas de malezas perennes tienen gran cantidad de reservas, gran habilidad competitiva por recursos, se desarrollan en cualquier lugar que se practica la agricultura.

2.2. Daños ocasionados por la maleza en frijol

Algunos daños generales ocasionados por las malezas son mencionados por Marsico (1980) como son la contribución al empobrecimiento y pérdida de productividad de los suelos, reducción de la eficiencia en el uso de la tierra, realización de labores adicionales que elevan los costos de producción y encarecen la recolección.

Para Fischer (1980) los efectos de la competencia que las malezas ejercen se manifiestan básicamente en dos niveles: en el rendimiento del cultivo y en la calidad de las cosechas. Los efectos en el rendimiento son consecuencia de la competencia temprana; mientras que aquellas malezas que aparecen en épocas tardías afectan la facilidad de cosecha así como la calidad del grano en muchos casos.

Específicamente los daños adversos de la competencia de la maleza sobre el rendimiento del cultivo de frijol ha sido motivo de algunos experimentos, dentro de los cuales Urzúa (1990) observó que cuando no se controlaban las arvenses, se redujo la producción de frijol en un 30.6%, se produjo 79.2% menos vainas por planta, las vainas presentaron 46.0% menos semillas y la producción total (g/m^2) se redujo 97.7%. Así mismo, Torres (1990) menciona que la fuerte competencia de la maleza sobre el cultivo redujo en forma significativa el número de vainas por planta y el tamaño de éstas.

Rosas (1991) concluyó que la competencia ejercida por la maleza sobre el cultivo de frijol redujo 69% el rendimiento de grano respecto al testigo libre de maleza.

Por su parte Ruiz (1996) dice que cuando el cultivo de frijol se deja competir con la maleza todo el ciclo, el rendimiento de grano por hectárea disminuye en 94% debido a la disminución de los componentes del rendimiento.

En un ensayo hecho por Blackshaw (1991) para determinar la influencia de *Solanum sarrachoides* sobre el frijol, concluyó que el efecto de la competencia por la maleza se manifiesta en el decremento de biomasa y el rendimiento del cultivo, producción y peso de la semilla.

Otro experimento realizado por Zollinger y Kells (1993) para estudiar la interferencia de *Sonchus arvensis* sobre soya y frijol destacan que redujo el rendimiento de grano, el número de vainas por plantas, de la misma forma que el número de semillas por planta en ambas especies.

2.3. El fenómeno de competencia

2.3.1. Definición

La competencia según White (1985) tiene tres significados para los ecologistas:

1. La relación no simbiótica entre una o dos especies que son capaces de ocupar la misma unidad de terreno.
2. La suma de los procesos por los cuales el rendimiento de una planta se reduce como resultado de la presencia de otra planta.
3. La tendencia de plantas vecinas para utilizar los mismos quantum de luz, ión de nutriente mineral, molécula de agua o volumen de espacio.

Por su parte Zimdahl (1980) cita a Bleasdale, quien afirma lo siguiente: Dos plantas están en competencia una con otra cuando el crecimiento de una de ellas o ambas es reducido o su forma es modificada al compararse con su crecimiento en forma aislada.

El mismo Zimdahl (1993) da su propia definición sobre competencia vegetal, en la cual dice que competir viene del latín *competere*, el cual significa demandar la misma cosa que otro demanda. Dicha competencia ocurre cuando dos o más organismos buscan satisfacer los requerimientos de algunos factores o cosas particulares y cuando el suministro del factor o cosas está por debajo de la demanda combinada de los organismos.

2.3.2. Competencia interespecífica

La competencia por un recurso dado puede ser entre individuos de la misma especie (competencia intraespecífica) o especies diferentes (competencia interespecífica). Cuando tenemos juntas dos o más especies ecológicamente similares, cada una tendrá un efecto depresivo directo sobre la libertad de las otras respecto al uso de los recursos disponibles, lo que se traducirá en un efecto depresivo sobre la población que crece y se desarrolla dentro de los competidores, y en efectos restrictivos en la tasa de crecimiento y crecimiento alcanzado (Putman y Wratten, 1984).

Según Crawel (1986) los ecologistas definen competencia interespecífica (competencia entre diferentes especies) como una interacción en la cual el incremento en la densidad de población de una especie conduce a un decremento en la tasa del crecimiento *per capita* y densidad de población de otra especie.

Begón *et al.* (1988) dicen que cuando la competencia interespecífica implica la explotación de un recurso, una de las especies consume y agota el recurso hasta un nivel que afecta el crecimiento, la reproducción o la supervivencia de la otra especie; esto debido a que la competencia interespecífica es a menudo altamente asimétrica, lo que indica que con frecuencia las consecuencias no son iguales para ambas especies.

2.3.3. Efectos de la competencia

Putman y Wratten (1984) mencionan que en teoría es posible debido a la competencia tener un efecto depresivo sobre una población hasta causar su extinción, si la especie no cambia sus atributos ecológicos en beneficio de ésta. Y concluyen que dos especies pueden coexistir cuando, por cualquier razón, las interacciones competitivas son débiles.

Para Brewer (1979) un resultado extremo de la situación con la que la demanda combinada excede al suministro (dos especies estarían en competencia) sería tal que una de las dos especies llegaría a extinguirse, ocurriendo así el fenómeno conocido como exclusión competitiva.

Begón *et al.* (1988) afirman que cuando las especies ejercen un efecto competitivo menor sobre la otra especie que sobre ellas mismas, las dos especies coexisten. El resultado es una combinación en equilibrio, estable, de las dos especies, a la que tienden a aproximarse todas las poblaciones mixtas. Mientras que la exclusión competitiva se da cuando dos especies competidoras no pueden coexistir en un ambiente estable, debido a que no existe la diferenciación de los nichos, o si el hábitat lo hace imposible, una de las especies competidoras eliminará o excluirá a la otra.

Según Crawel (1986) el punto de coexistencia potencial de dos especies, es el punto en el que las tasas reproductivas de ambas especies igualan a su tasa de mortalidad. Los requerimientos de recursos de estas dos especies definen su hábitat en el cual una especie es dominante, ambas coexisten, o la otra es dominante.

2.4. Competencia maleza-cultivo

2.4.1. Generalidades

Anderson (1983) partiendo de la premisa que tanto malezas y cultivos son plantas, tienen básicamente los mismos requerimientos para crecimiento y desarrollo normal. Estas plantas requieren y compiten por un suministro adecuado de los mismos nutrientes, humedad, luz, energía calorífica (temperatura), dióxido de carbono, y espacio de crecimiento.

Muzik (1970) afirma que la competencia tiende a ser más grande entre plantas de características vegetativas similares, así también como requerimientos similares de suelo, agua y nutrientes, y clima.

También Grime (1982) al definir competencia, en esencia menciona la tendencia de las plantas vecinas a utilizar la misma cantidad de luz, nutriente mineral, molécula de agua, o volumen de espacio.

2.4.2. Competencia por nutrientes

La disponibilidad de nutrientes en el suelo es, generalmente, muy limitada y tiene que ser compartida por el cultivo y las malas hierbas. Por lo tanto, todos aquellos nutrientes que son tomados por las malas hierbas dejan de ser utilizables por el cultivo que, lógicamente, acusará dicha deficiencia (García y Fernández, 1991).

Zimdahl (1993) menciona que, en general, las malezas tienen un requerimiento amplio de nutrientes, tanto o más que el cultivo; y el éxito en ganar esos nutrientes puede permitir crecimiento más rápido y competencia exitosa por otros recursos.

Quasen (1992) determinó que las malezas *Malva sylvestris*, *Chenopodium murale*, *Portulaca oleracea* y *Rumex obtusifolius* son mejores acumuladoras de nutrientes que el frijol. El porcentaje de N, P, K y Mg en los retoños de la mayoría de las especies de maleza fueron más altos que en las plantas cultivadas, también tales malezas acumularon más P en sus raíces.

Alvarado (1976) estudiando la dinámica de extracción de N, P y K por *Simsia amplexicaulis* y *Amaranthus* spp. en poblaciones con frijol concluyó que las

malezas dominaron al frijol, disminuyendo en éste el área foliar, peso seco y extracción de N, P y K con respecto al frijol solo.

2.4.3. Competencia por agua

Las malezas, como otras plantas, consumen gran cantidad de agua; y la mayor cantidad de este líquido se pierde por transpiración a la atmosfera. Bajo condiciones de campo, la cantidad de agua requerida por varias especies de malezas varían de 330 a 1 900 libras de agua para acumular una libra de materia seca (Anderson, 1983). La competencia por agua puede compararse con la competencia por nutrientes, en que las plantas con mayor producción de materia seca y área foliar con la misma extracción de agua, generalmente son mejores competidoras (Etherington, 1975).

Específicamente el estrés reduce fotosíntesis por causar cierre estomatal y reduce la tasa de difusión de CO₂ atmosférico en los sitios de la carboxilación inicial en el mesófilo de la hoja. El estrés por deficiencia de agua también puede afectar directamente varios componentes de los procesos fotosintéticos, incluyendo síntesis de clorofila en hojas verdes, transporte de electrones y fosforilación, y la actividad de las enzimas carboxilasas. Se reduce además la capacidad fotosintética total de la planta por reducción de la tasa de expansión del área foliar (Duke, 1985).

2.4.4. Competencia por luz

La presencia de la maleza altera la calidad o distribución de longitud de onda, tanto, como la cantidad de energía lumínica que pasa a través del dosel. Muchos de los efectos morfológicos y fisiológicos, son ejemplificados con la elongación rápida del tallo, cambios en la distribución de la biomasa de la

planta y el área foliar, así también el decremento en las tasas de crecimiento (Duke, 1985).

Apoyando esa teoría Zimdahl (1993) menciona que las plantas vecinas pueden reducir el suministro de luz por intercepción directa o sombreado. Las hojas que primero interceptan la luz pueden reflejarlo, absorberlo o convertirlo a productos fotosintéticos, convertirlo a calor, o transmitirlo. Una planta sombreada sufre fotosíntesis reducida, crecimiento pobre, sistema radical más pequeño, capacidad reducida de sustraer agua y minerales.

Aunque en los primeros estados de desarrollo del cultivo esta competencia es débil, tan pronto como las plantas empiezan a sombreadarse entre sí, la competencia empieza a ejercer su acción. La falta de luz provoca en las plantas un aumento de la altura, pero merma la resistencia en los tejidos estructurales (García y Fernández, 1991).

2.4.5. Competencia por CO₂

A pesar de que el bióxido de carbono está limitado a la fotosíntesis, las plantas generalmente no compiten por su fuente de carbono, ya que la atmósfera es muy efectiva en volver a satisfacer este recurso (Etherington, 1975). Aunque la competencia por CO₂ no puede ser un factor importante, la vía C₃ contra la C₄ para la fijación de CO₂ puede tener un efecto indirecto, ya que las hojas C₃ llegan a saturarse con luz en más bajas intensidades que las hojas C₄; las plantas de tipo C₃ pueden ser más aptas para crecer bajo sombra (Aldrich, 1984).

De acuerdo con Patterson *et al.* (1984) la competitividad del cultivo C₃ contra la maleza C₄ se incrementa con el aumento de la concentración de CO₂.

Los rendimientos relativos totales en este caso no son significativamente diferentes, lo que indica que las dos especies compiten por el mismo recurso.

2.5. Factores que afectan la competencia maleza-cultivo

El grado de competencia que existe entre los cultivos y las malas hierbas está determinado por las características intrínsecas de las malas hierbas y la especie cultivada; pero estas características pueden ser modificadas por las condiciones ambientales. Dentro de los factores se encuentran: densidad del cultivo, proporción maleza-cultivo, periodo de competencia, entre otros. Algunos de los cuales pueden ser manejados por el agricultor (García y Fernández, 1991).

2.5.1. Maleza

Las diferentes especies de malezas difieren en su habilidad para competir con los cultivos en niveles similares de densidad. Esto es principalmente a causa de las diferencias en sus hábitos de crecimiento y posibles efectos alelopáticos que pueden inhibir la germinación y crecimiento de los cultivos; además el incremento en densidad de maleza ocasiona reducción en crecimiento y rendimiento del cultivo (Gupta y Lamda, 1978).

Al respecto Alvarado (1976) cuando ensayó con dos especies de malezas a la misma densidad, concluyó que al someter a competencia las plantas de frijol, el peso seco de éstas disminuyó; además de reducir en 75% y 99% el rendimiento cuando se sometió a competencia con *Amaranthus hybridus* y *Simsia amplexicaulis* respectivamente.

Otro punto de importancia es lo referente a densidad de la maleza, al respecto Blackshaw (1991) estudiando la interferencia de *Solanum*

sarrachoides en frijol encontró que dicha maleza es capaz de causar reducciones grandes en el rendimiento del frijol; 2 y 100 plantas de maleza por metro lineal reducen el rendimiento de semilla de frijol en 13 y 77%, respectivamente. Estudiando el mismo tópico, Wilson (1993) menciona que la interferencia de *Panicum miliaceum* sobre frijol llegó a ser lineal cuando se tuvo de 10 a 50 plantas/m², y llegó a ser curvilínea cuando la densidad de maleza se incrementó de 50 a 110 plantas/m²; ésta fue la interrelación entre el rendimiento del cultivo y la densidad de la maleza.

Otro aspecto decisivo respecto a la maleza es lo referente a período de competencia, dentro del cual está la época de emergencia de las malas hierbas en relación al cultivo, ya que la planta que se establece primero empieza a explorar y a utilizar los recursos disponibles, aventajando a las que se establecen más tarde (García y Fernández, 1991). Estos mismos autores mencionan que muchas de las especies de malas hierbas perennes ya presentan un sistema subterráneo bien establecido en el momento en que el cultivo inicia su desarrollo. En consecuencia estas especies explorarán primero el suelo y extraerán nutrientes de éste.

Otro estudio sobre el período de competencia en frijol fue hecho por Lugo y Talbert (1989), quienes determinaron el efecto de *Amaranthus hybridus* sembrado a densidad de 70 plantas por metro lineal, compitiendo con frijol por 6 semanas después de la emergencia, y todo el ciclo. El rendimiento del frijol disminuyó en 21 y 76%, respectivamente. Por su parte Blackshaw (1991) determinó las reducciones en biomasa y rendimiento de semilla durante un periodo de interferencia definido; las dos variables ensayadas se redujeron en 63.1 y 24.7 g/m², respectivamente, por cada semana de interferencia después de la emergencia del cultivo.

2.5.2. Cultivo

Existen grandes diferencias en la competitividad de diferentes cultivos, e incluso, de diferentes variedades en un mismo cultivo. En general las variedades de talla alta son superiores a las variedades semienanas. Por el contrario, son malos competidores los cultivos con desarrollo temprano lento y una corta talla (García y Fernández, 1991). También Mercado (1979) concuerda con lo anterior al mencionar que las tasas de crecimiento y periodos de maduración de diferentes variedades o selecciones alteran su habilidad competitiva.

Gupta y Lamda (1978) mencionan que los cultivos y algunas variedades difieren en el habitat que ofrecen a las malezas para su crecimiento, tanto como su habilidad para resistir la competencia de dichas malezas. Tales diferencias pueden ser debidas a sus características morfológicas y fisiológicas.

Muzik (1970) menciona que es importante elegir la variedad del cultivo que esté bien adaptada a las condiciones de suelo, agua, y clima. Muchas de estas variedades se caracterizan por su crecimiento rápido lo que permite competir más eficientemente contra las malezas.

Aldrich (1984) identifica algunas características que confiere al cultivo mayor poder de competir por luz entre los que sobresalen: expansión rápida del dosel, hojas horizontales bajo condiciones nubladas, hojas grandes para minimizar los efectos de penumbra, hábito trepador, extensión rápida del tallo, arreglo de las hojas formando un mosaico.

Grime (1982) menciona que la capacidad competitiva es una función del área, la actividad y la distribución en el espacio y tiempo de las superficies de

las plantas a través de las cuales se absorben los nutrientes, y, como tal depende de una combinación de características de las plantas, entre los que se mencionan la altura, órganos de almacenamiento, expansión lateral, fenología, tasa de crecimiento, y respuesta al daño.

Rodríguez (1986) estudiando cuatro cultivares de frijol encontró que flor de mayo mostró las tasas fotosintéticas más altas, seguidas por Negro 150, Cacahuatate 72 y Michoacán 12A3. La tendencia de transpiración instantánea, también fue diferente entre las variedades de frijol estudiadas. La eficiencia de uso de agua instantánea fue variable para los cuatro cultivares de frijol en estudio.

2.5.3. Prácticas de manejo del cultivo

Braun (1979) menciona que a través de acciones artificiales tales como: siembra, abonado, siega, etc. puede influirse variada e intensivamente en la fuerza vital de las distintas especies y también de las comunidades vegetales.

Según Muzik (1970) la fecha de siembra y densidad de siembra afectan el vigor de las plantas cultivadas. La densidad más alta de siembra agudiza más la competencia del cultivo en contra de la maleza. También cuando las semillas son sembradas más temprano y germinan antes que las malezas, le darán al cultivo una ventaja.

El establecimiento de los cultivos densos y sanos incrementa la competitividad del cultivo y permite ahogar el desarrollo de las malas hierbas. Asimismo, y a igualdad de densidad de siembra, cuando más próximos estén los surcos y más uniforme sea la distribución de las plantas, más se favorece la competitividad del cultivo (García y Fernández, 1991).

Por su parte Gupta y Lamda (1978) mencionan que las prácticas de cultivo tales como métodos de cultivo, densidad de cultivo, y distribución del mismo, han dado efectos sobre la interferencia maleza-cultivo. Generalmente tanto más largo sea el intervalo entre la emergencia del cultivo y la maleza, menor será la interferencia de la maleza hacia éste; ahora respecto a la densidad y rectangularidad del cultivo, las plantaciones en las cuales son iguales el espacio entre surco y entre plantas es ideal para reducir la competencia intraplanta en los cultivos.

Everaarts (1992) al estudiar la respuesta de las malezas al método de fertilización sobre los suelos de baja fertilidad en Surinam, concluyó que en esos suelos, aparte de mejorar la eficiencia de la fertilización, colocando el fertilizante en una banda angosta de varios centímetros de profundidad puede ser un medio importante en la reducción del crecimiento de la maleza e incremento de la competitividad del cultivo.

2.5.4. Clima y suelo

El ambiente puede hacer variar notablemente las relaciones de competencia. Así, por ejemplo, la temperatura afecta de una forma diferente a especies con metabolismo tipo C_3 y aquellas de tipo C_4 . Asimismo, la fertilidad del suelo o las condiciones hídricas pueden condicionar la mayor o menor competitividad de diferentes especies (García y Fernández, 1991).

La composición de especies y densidad es determinada por varios factores y elementos del clima que prevalecen en un área, por lo tanto, las variaciones climáticas y estacionales son responsables en la inducción de una amplia diferencia en la competencia maleza-cultivo. Algunas condiciones climáticas adversas como sequía, lluvias continuas, y temperaturas extremas intensifican la interferencia maleza-cultivo, cuando nuestros cultivos son muy

susceptibles a tales condiciones. Además muchas especies de malezas toleran reacciones anormales de suelo, un ejemplo es la competencia más alta de maleza-cultivo sobre suelos con pH bajos o altos, que sobre suelos con pH normal (Gupta y Lamda, 1978).

Para Muzik (1970) al enlistar una serie de factores que determinan la habilidad competitiva, menciona que las relaciones de agua (cantidad y distribución) con las de suelo (tipo, textura, etc) son importantes en la interferencia maleza-cultivo. Además la fertilidad del suelo afecta ambos, el vigor del cultivo y el vigor de la maleza.

Williams y Groves (1980) estudiando la influencia de la temperatura y fotoperíodo sobre el crecimiento y desarrollo de la maleza *Parthenium hysterophorus* L. determinaron que la producción de materia seca se incrementó con el incremento en temperaturas y, las plantas crecieron menos cuando se sombrearon cerca del 7% o menos de luz solar.

Por su parte Solorzano (1982) comparando algunos componentes y hábito de crecimiento en genotipos de frijol, concluyó que el efecto del medio sobre el hábito de crecimiento fue notorio en algunos de sus componentes como: altura de planta, ramificación, lo que confiere cierta habilidad competitiva al cultivo. También Urwin *et al.* (1996) cuando estudiaron la supresión de malezas tardías por medio de algunos cultivares de frijol, dedujeron que las temperaturas más frías en el primer año de estudio ocasionó un dosel menos denso del frijol blanco Mayflower, el cual suprimió menos el quelite (*Amaranthus retroflexus*), que bajo las condiciones más cálidas del segundo año de estudio que permitió un dosel más denso del cultivo.

2.6. Habilidad competitiva del frijol

Alvarado (1976) observó que cuando *Simsia amplexicaulis* estuvo asociada con frijol, en *S. amplexicaulis* se presentó una disminución en área foliar, peso seco, extracción de nitrógeno, fósforo y potasio, la cual se supone fue ocasionada por un efecto inhibitor del frijol sobre la maleza, de cuyo mecanismo no se tiene evidencias.

Campos (1983) estudiando la respuesta del rendimiento físico y económico del frijol al efecto de malezas, encontró que cuando el cultivo se somete a competencia con la maleza, el número de semillas y rendimiento está en función del hábito de crecimiento y del ciclo vegetativo; esto se ratificó por los cambios en menor porcentaje de Canario-107, variedad de mata y de ciclo precoz, y por la no diferencia en los niveles de 50 y 0% enhierbado en Canario 107 y Bayo 107, los cuales son de menor ciclo vegetativo que Negro 150.

Valverde y Araya (1986), al ensayar la tolerancia a malezas en frijol, encontraron que el número de vainas por planta es un factor de gran importancia al evaluar los materiales. Los aumentos observados para este carácter se interpretaron como evidencia de la capacidad competitiva; por otro lado los cultivares BAT 202, ICA Pijao y Rev. 79 fueron los mejores por la mayor estabilidad de sus componentes de rendimiento, lo que parece confirmar la existencia de capacidad competitiva en estos materiales.

Osuna (1987) trabajando con la competencia entre cinco variedades de frijol concluyó que las variedades más precoces producen menos semillas que las tardías y también presentan los valores de adaptación más pequeños; por tal razón, cuando crecen en forma mezclada resultan ser los competidores más débiles, mientras que las variedades Michoacán 150 y Negro 150 fueron los competidores más fuertes.

Solís (1988) al realizar un ensayo sobre componentes de competencia en frijol, encontró que los componentes de esta aptitud son: semillas por planta, rendimiento por planta, vainas por planta y semillas por vaina. Los componentes de la habilidad represiva, son aquellos que están relacionados con el vigor de la planta (el número de nudos del tallo principal, la longitud del tallo principal, el hábito de crecimiento) y la precocidad. Los genotipos más vigorosos fueron los más tardíos y las variedades con mayor aptitud competitiva presentaron mayor habilidad represiva, y los genotipos mas competitivos fueron Negro 150 y Michoacán 150.

Malik *et al.* (1993) estudiando la interacción de cultivares de frijol, espaciamiento entre surcos y densidad de siembra sobre las malezas anuales, concluyeron que los cultivares de hábito indeterminados OAC Gryphon y OAC Laser redujeron la biomasa total de la maleza comparados con el cultivar de hábito determinado OAC Sprint. Estas diferencias entre variedades fueron atribuidas a diferencias genéticas entre ellas. El cultivar OAC Sprint mostró poco crecimiento vegetativo después de su floración, a diferencia de los otros dos que continuaron sus crecimientos después de floración.

Quiroz (1993) investigando los mecanismos de interferencia entre frijol y maleza, concluyó que los genotipos 85, 89 y 95, originados por irradiación de la variedad Negro 150, toleran la competencia por maleza (mateniendo constante su rendimeinto en presencia de ella), además exhiben marcados efectos alelopáticos. También menciona que no existe una característica única que determine la habilidad competitiva y/o represiva de los genotipos, sino que es una combinación específica de ellas.

En un estudio conducido para determinar qué características morfológicas del frijol contribuyen a suprimir las malezas y encontrar genotipos

de frijol con habilidad para suprimir dichas malas hierbas, se encontró que el promedio de peso de la biomasa de maleza al momento de la cosecha osciló de 55 a 120 g/m² para los 15 genotipos evaluados. La habilidad para suprimir maleza fue encontrada independiente del hábito de crecimiento del frijol; sin embargo se relacionó con tamaño de la hoja, número de hojas y velocidad de crecimiento de la planta; por lo que fue factible determinar que el tamaño grande de la hoja y alto índice de hojas es el criterio básico para seleccionar genotipos de alto rendimiento con habilidad para suprimir malezas (Wortmann, 1993).

Ponce (1994) evaluando la habilidad competitiva hacia la maleza en 11 cultivares de frijol determinó que el cultivar que mejor compitió con la maleza fue el CP-0191, seguido por la variedad Flor de Durazno. Además menciona que la habilidad competitiva en frijol puede expresarse a un sólo componente del rendimiento, que fue el número de vainas por planta; y no existió correlación entre la precocidad y la habilidad competitiva del frijol.

Guzmán (1995) estudiando el efecto de las estructuras foliares de frijol sobre el crecimiento de la maleza concluyó que el hábito de crecimiento, cobertura, abundancia de hoja y tamaño de planta es lo que condiciona parcialmente la aptitud competitiva del frijol hacia la maleza, independiente del tamaño de hoja. Caso contrario los genotipos de porte bajo (tipo mata), dosel estrecho, resultaron ser los más dañados al someterlos a competencia con malezas, y se determinó que el cultivar Negro 150 registró el mayor rendimiento de grano en competencia con la maleza, también se determinó que la velocidad de crecimiento inicial en frijol juega un papel importante para la detección de genotipos competitivos.

Urwin *et al.* (1996) evaluando 12 cultivares de frijol para suprimir malezas tardías con materiales de diferente arquitectura del dosel de la planta

y cantidad de luz interceptada, mencionan que el hábito de crecimiento de enredadera de Pinto D-84354 produjo un dosel más denso y más supresión de zacate cola de zorra (*Setaria glauca*), que pinto RS-101 que tuvo un hábito de crecimiento erecto; bajo condiciones más cálidas del primer año de estudio el frijol blanco Mayflower suprimió el quelite (*Amaranthus retroflexus*), ya que el cultivo desarrolló un dosel más denso que cuando las temperaturas fueron frías.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El ensayo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en el lote X-1 de la tabla Xaltepa.

El experimento se llevó a cabo en 1997, el cual consistió de dos ciclos de cultivo; el primero de punta de riego, que se desarrolló de abril a septiembre; el segundo de temporal, el cual se hizo de junio a noviembre.

3.2. Material vegetal

Los genotipos de frijol con los que se trabajaron, fueron proporcionados por el Programa de Investigación en Leguminosas de Grano Comestible de la Universidad Autónoma Chapingo.

Los genotipos se dividieron en cuatro grupos, que corresponden a sus respectivos hábitos de crecimiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación del material vegetal empleado.

Hábito de crecimiento	Genotipo	Nomenclatura en campo
1	Negro Huasteco	G01
1	Línea Élite #8	G02
1	Línea Élite #4	G03
2	Pedigrí 341	G04
2	Bayomex	G05
2	Pedigrí 540	G06
3	Oaxaca 268	G07
3	Pinto Hidalgo	G08
3	Flor de Mayo RMC	G09
4	Bayo Madero	G10
4	Negro 150 Llr #31	G11
4	Flor de Junio	G12

GENEALOGÍA:

Pedigrí 341= [(V-8025) x (Cuilapa-72)] F4-6

Pedigrí 540=[(BAT-67) x (AGS-77)] F4-10

Línea Élite #4 = [(Pue-152) x (BAT-5208)] F4-12-0

Línea Élite #8 = [(Pue-152) x (BAT-5208)] F4-5-0

3.3. Diseño experimental

Los genotipos se ubicaron en una serie de experimentos bajo el diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Las fuentes de variación involucradas fueron tres: La primera fue el ciclo de cultivo, la cual presentó dos niveles: riego y temporal. La segunda fue la condición de competencia del cultivo, cuyos niveles fueron dos, enmalezado hasta prefloración y limpio todo el ciclo. La tercera fuente de variación fue usada para denominar los genotipos de frijol, la cual presentó doce niveles.

Las unidades experimentales tuvieron 4 surcos de 0.40 m de ancho por 4.0 m de largo.

3.4. Trabajo de campo

3.4.1. Preparación del suelo

En la preparación del terreno para la siembra, se barbechó y se dieron dos pasos de rastra. Posteriormente se rayó con la finalidad de hacer surcos de 40 cm de ancho.

3.4.2. Siembra

Se realizó manualmente para ambos ciclos, depositando una semilla cada 10 cm, lo que permitió establecer la densidad de 160 semillas en cada

unidad experimental (6.4 m²). El ciclo de riego se sembró el 5 de abril y el de temporal el día 7 de junio.

3.4.3. Riegos

Sólo se suministraron al primer ciclo de cultivo dos riegos por aspersión. El primero el 6 de abril y el segundo el 3 de mayo. Posteriormente se estableció el temporal.

3.4.4. Deshierbes

Ciclo de riego. Las unidades experimentales siempre limpias se manejaron con aplicaciones de herbicidas. La primera aplicación el 26 de abril con 187.5 g de i.a/ha de fomesafen; la segunda aplicación se realizó en mayo 7, con la mezcla 250 g de i.a/ha de fomesafen mas 125 g de i.a/ha de fluazifop-butil. En las unidades experimentales enmalezadas, el 15 de junio se eliminaron las malas hierbas manualmente con ayuda de hoces; fecha en que la mayoría de los genotipos estaban en la prefloración. 15 días posteriores al deshierbe manual se aplicó 250 g de i.a/ha de imazethapyr a causa de el rebrote de la maleza.

Ciclo de temporal. La primera aplicación herbicida se realizó a toda el área experimental con paraquat 400 g i.a/ha tres días después de la siembra (junio 10) para eliminar la maleza emergida antes de establecer el cultivo y no forzar a éste a competir desde su emergencia con maleza ya establecida, y así permitir la igualdad de condición del ciclo anterior. Para las unidades experimentales siempre limpias fue suficiente una aplicación herbicida adicional el 9 de julio (32 días después de la siembra) con 250 g/ha de fomesafen más 125 g de i.a/ha de fluazifop-butil para mantener al cultivo libre de malezas. Mientras que en las unidades experimentales enmalezadas se

realizó la labor de deshierbe en forma manual el 9 de agosto, cuando a simple vista la mayoría de los genotipos presentaban botones florales.

3.4.5. Cosecha

Ciclo de riego. La cosecha se llevó a cabo de la segunda mitad de agosto a la primera quincena de septiembre de acuerdo a la maduración de los genotipos, siendo los de hábito I los más precoces y los de hábito IV los más tardíos.

Ciclo de temporal. La cosecha se efectuó de la segunda mitad de octubre a primera de noviembre bajo la misma secuencia del ciclo anterior.

La cosecha fue manual y para desgranar se usó una máquina desgranadora de frijol.

3.5. Variables evaluadas

Días a la emergencia. Se tomó cuando aproximadamente el 50% de las plántulas presentaron los cotiledones visibles sobre la superficie del suelo. Contados los días desde el momento en que el cultivo tuvo suficiente humedad para comenzar el proceso germinativo. La etapa es conocida como V-1.

Primera hoja trifoliada. Se tomó cuando el 50% de las plantas presentaban la primera hoja compuesta completamente abierta, se conoce como etapa V-3.

Tercera hoja trifoliada. El dato se registró cuando la tercera hoja compuesta se halló desplegada completamente en por lo menos el 50% de las

plantas. El tiempo se determinó en días a partir de la germinación y la etapa se denomina V-4.

Altura al primer nudo. Se hizo la medición en centímetros con una regla graduada, del nivel del suelo al primer nudo formado por las hojas primarias. En cada unidad experimental se tomó al azar una muestra de 10 plantas.

Número de hojas a 40 días. En diez plantas por parcela, tomadas al azar, se contabilizaron el número de hojas compuestas que componían el dosel.

Porcentaje de cobertura. Únicamente se realizó la determinación visual para la cobertura foliar en las unidades experimentales siempre limpias, para relacionar esta característica en cada variedad con la supresión de malezas. El dato fue tomado a los 50 días de la germinación.

Días a prefloración. Etapa conocida como R-5 y que se manifiesta a la aparición de los botones florales, tomándose el dato cuando en la mayoría de las plantas de cada parcela chica se notó dicha característica.

Días a floración. La floración se denomina etapa R-6, y se cuantificó cuando las flores aparecieron en las plantas de frijol, y que éstas estuvieran turgentes.

Materia seca de maleza. El muestreo fue hecho en la etapa de floración del cultivo, obteniendo dos muestras de la misma unidad experimental; dichas muestras se hicieron segando la maleza presente en un marco de 0.25 m² y posteriormente secándolas en una estufa de aire forzado durante 96 h a 75°C.

Días a formación de vainas. El dato fue tomado al momento en que fue notoria la pequeña vaina acompañada de una corola colgada o corola ausente por la caída de la misma.

Días a llenado de vainas. Se determinó cuando la vaina se sentía llena al tacto, además la semilla puede comenzar a cambiar del color verde al color característico del cultivar. Etapa conocida como R-8.

Días a maduración de vainas. Etapa denominada V-9, presentada cuando la vaina está muy madura, y se torna de color verde a amarillenta, en este proceso también puede comenzar la caída de las hojas en algunos cultivares.

Vainas por planta. Al momento de la cosecha se eligieron diez plantas al azar de cada unidad experimental, de las cuales se contabilizaron las vainas que tuvieran cuando menos una semilla.

Número de granos y longitud de vaina. De las diez plantas escogidas para la variable anterior, se eligió una vaina de cada planta para determinar al tacto el número de granos bien formados y fijar el tamaño de dicha vaina apoyados por una regla graduada.

Nudos con vaina. Las mismas plantas usadas para los datos anteriores fueron útiles para determinar por conteo el número de nudos con vainas, que en otros términos indica el número de ramas con vainas, que se originan del tallo principal.

Rendimiento por parcela. Una vez cosechadas las plantas y desgranadas las vainas de frijol, se procedió a pesar la muestra en grano de

cada unidad experimental mediante la ayuda de bolsas de papel y una balanza electrónica. Tales datos se extrapolaron a rendimiento por hectárea.

Peso y volumen de 100 granos. Una vez obtenido el peso del grano de cada unidad experimental, se procedió a sacar una muestra de 100 granos de cada una de ellas, a la cual se le cuantificó el peso en una balanza electrónica y se midió también el volumen de tal muestra por desplazamiento de agua en una probeta de 100 ml.

3.6. Análisis de datos

Análisis estadístico. Se llevó a cabo con el apoyo del paquete estadístico SAS que permitió realizar los análisis de varianza, pruebas de comparación múltiple de medias (siguiendo la metodología de Tukey), así como obtener la matriz de correlaciones entre las variables evaluadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Días a la emergencia

La velocidad de emergencia en las plantas de frijol fue mayor en el ciclo de temporal, esta rapidez en la emergencia se atribuye principalmente a las altas temperaturas. La emergencia del frijol se dio a los 9.6 días en el ciclo de temporal, y a los 10.1 días en el ciclo de riego. Aunque la diferencia es muy pequeña, fue suficiente para ser estadísticamente significativa (Cuadro 2).

Para las condiciones de competencia maleza-cultivo, enmalezado y sin maleza, no existió diferencia significativa; lógicamente este comportamiento se debe a la igualdad de condiciones en que se inició el experimento: sin maleza emergida para ambas condiciones de competencia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resumen del análisis de varianza para días a la emergencia.

FV	GL	C.M	SIGNIF
CICL	1	9.0000	0.0078*
BLOQ(CICL)	4	0.3681	0.6681
COND	1	5.4444	0.0453
CICL*COND	1	20.2500	0.0052*
BLOQ*COND(CICL)	4	0.6597	0.3791
GENO	11	3.5581	0.0001*
COND*GENO	11	0.9747	0.1211
CICLO*GENO	11	0.6818	0.3711
CICL*COND*GENO	11	0.7197	0.3259
ERROR	88	0.6199	

CICL = Ciclo de cultivo

COND = Condición de competencia

* Significancia al 5%

BLOQ = Bloque

GENO = Genotipo

En lo que a los genotipos respecta, se encontró diferencia significativa entre ellos (Cuadro 2). Aunque la diferencia entre el más veloz y el más tardío fue del orden de 1.5 días, que no representa un valor amplio, pero la diferencia significativa existió. Los genotipos de emergencia más rápida fueron: G09 (Flor de mayo RMC), G08 (Pinto Hidalgo), G07 (Oaxaca 268), G11 (Negro 150 Llr

#31) y G12 (Flor de Junio); y los más tardíos fueron: G02 (Línea Élite #8), G03 (Línea Élite #4) y G10 (Bayo Madero) (Figura 1).

El análisis individual de cada genotipo en ambos ciclos de cultivo, mostró tendencia casi en todos los genotipos a emerger más rápido en el ciclo de temporal; sin embargo, la diferencia no fue significativa entre los días a la emergencia en riego y los días a la emergencia en temporal (Figura 1 y Cuadro A1 del apéndice).

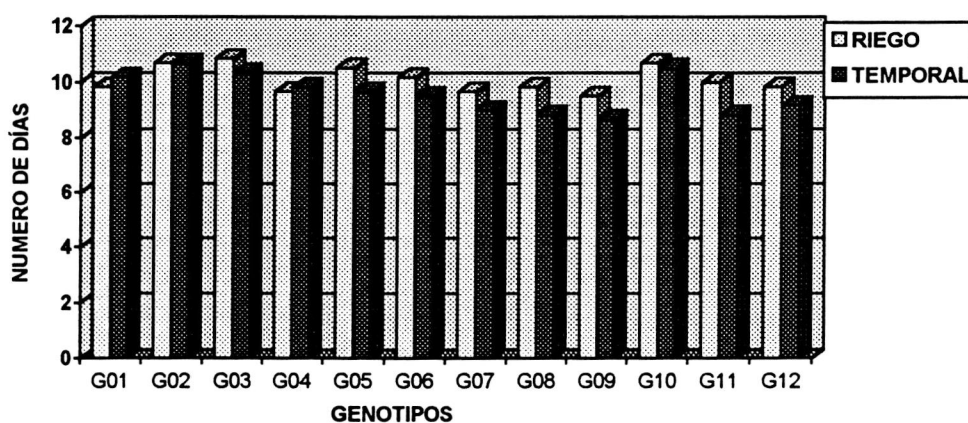


Figura 1. Días a la emergencia de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo.

El número de días a la emergencia puede ser tomada como una variable relacionada con las características fisiológicas que mencionan Gupta y Lamba (1978), las cuales otorgan diferencias en habilidad para resistir la competencia de las malezas.

4.2. Altura al primer nudo

El primer nudo se presentó a mayor altura en las plantas del ciclo de riego, midiendo 4.5 cm; y en el ciclo de temporal a los 3.8 cm. La mayor altura de las plantas en el ciclo de riego fue debido a las mejores condiciones de

humedad, ya que las plantas emergieron y comenzaron su crecimiento con suficiente humedad en el suelo; por lo contrario, en el ciclo de temporal la escasez de agua de lluvia, cuando estaban emergiendo las plantas, retrazó la velocidad inicial de crecimiento.

La altura al primer nudo en el frijol fue estadísticamente igual en ambas condiciones de competencia maleza-cultivo (Cuadro 3). Lo más probable es que, al igual que para los días a la emergencia, en ese tiempo las malezas aún no causaban daño al desarrollo del cultivo.

Cuadro 3. Resumen de análisis de varianza para altura al primer nudo.

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	16.6736	0.0011*
BLOQ(CICL)	4	0.2378	0.0144*
COND	1	0.3403	0.4302
CICL*COND	1	0.9064	0.9064
BLOQ*COND(CICL)	4	0.4428	0.0002*
GENO	11	7.9945	0.0001*
COND*GENO	11	0.1330	0.0578
CICLO*GENO	11	0.5463	0.0001*
CICL*COND*GENO	11	0.1218	0.0884
ERROR	88	0.0720	

* Significancia al 5%

Al analizar la combinación de los factores: ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo, se notaron las mayores alturas de nudos en el frijol en ambas condiciones de competencia en el ciclo de riego.

Los genotipos presentaron gran diferencia respecto a esta variable, fueron el G10 (Bayo Madero) con 6.2 cm, el que significativamente presentó mayor altura; le siguieron G05 (Bayomex), G11 (Negro 150 Llr #31), G08 (Pinto Hidalgo) y G07 (Oaxaca 268), los cuales son iguales entre ellos, y G01 (Negro Huasteco) fue el que menor valor presentó (Figura 2 y Cuadro A2 del apéndice).

En el análisis de la combinación ciclo de cultivo por genotipo indica que todos los genotipos presentaron mayor altura en el ciclo de riego, incluso tal diferencia fue significativa en algunos genotipos como G01 (Negro Huasteco), G03 (Línea Élite #4), G04 (Pedigrí 341), G06 (Pedigrí 540), G07 (Oaxaca 268) y G09 (Flor de Mayo RMC) (Figura 2 y Cuadro A2 del apéndice). En contraste, analizando cada genotipo en ambas condiciones de competencia maleza-cultivo no hubo un patrón de comportamiento determinado; tampoco hubo en la combinación triple (ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo por genotipo). Sin embargo, se alcanzó a apreciar que G10 (Bayo Madero) en ambas condiciones de competencia maleza-cultivo para el ciclo de riego tuvo un valor estadísticamente superior a cualquier otro genotipo, además este mismo genotipo también destacó en el ciclo de temporal con más alto valor.

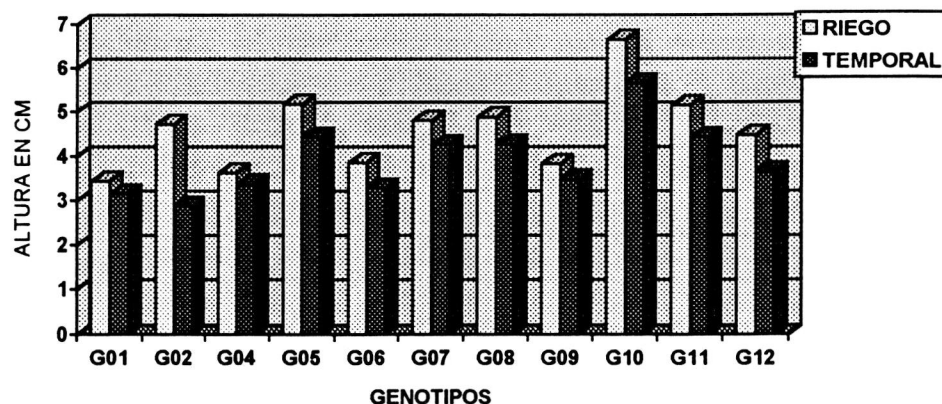


Figura 2. Altura al primer nudo de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo.

La altura al primer nudo foliar está fuertemente relacionada con lo que mencionan García y Fernández (1991): Existen grandes diferencias en la competitividad de diferentes variedades, en general las variedades de talla alta son superiores. También Aldrich (1984), dentro de las características que identifica, menciona a la extensión rápida del tallo como característica para

competir por luz. Además Solís (1988) menciona la longitud del tallo principal como un componente de la habilidad represiva en frijol.

4.3. Días a la formación de la primera y tercera hoja trifoliada

Esta variable respuesta sólo se evaluó en el ciclo de temporal, por lo tanto, solamente se incluirán en el análisis dos factores: condición de competencia maleza-cultivo y genotipos.

La primera hoja trifoliada en el frijol se presentó a los 17.4 días en la condición enmalezada; y fue estadísticamente diferente de la condición limpia, que transcurrieron en promedio 18.2 días para la formación de dicha hoja. A excepción del G09 (Flor de Mayo RMC), todos los genotipos formaron más rápido la primera hoja trifoliada en condiciones de competencia con la maleza, sin ser significativa esa diferencia al analizar a su similar en condiciones libres de competencia con la maleza (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de medias para días a la formación de la primera y tercera hoja trifoliada de cada genotipo en dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	1A. HOJA TRIFOLIADA		3A. HOJA TRIFOLIADA	
	Limpio	enmalezado	Limpio	enmalezado
G01	19.3 abc	18.3 abcdef	27.7 a	27.7 a
G02	20.0 a	19.3 abc	26.3 abc	26.7 ab
G03	19.0 abcd	18.0 bcdefg	26.7 ab	26.0 abcd
G04	19.0 abcd	18.3 abcdef	27.0 a	26.3 abc
G05	18.3 abcdef	16.7 fgh	25.0 bcde	24.7 cdef
G06	19.7 ab	18.7 abcde	26.0 abcd	26.0 abcd
G07	16.7 fgh	16.3 gh	23.0 fg	22.3 g
G08	17.3 defgh	16.7 fgh	23.3 efg	23.0 fg
G09	16.7 fgh	17.0 efgh	23.7 efg	23.3 efg
G10	17.7 cdefgh	16.3 gh	24.0 efg	24.3 def
G11	17.3 defgh	17.0 efgh	23.7 efg	23.3 efg
G12	17.0 efgh	16.0 h	24.0 efg	23.0 fg

Los valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 1.76 para 1a. hoja trifoliada y DMS = 1.87 para la 3a. hoja trifoliada

Los genotipos de hábitos III y IV fueron los que emplearon menos días para llegar a esta etapa fenológica; en promedio los de hábito III tardaron 16.8 días y las de hábito IV 16.9 días, lo que indica prácticamente que no existió diferencia entre ellas.

En la formación de la tercera hoja trifoliada, se notó un cambio respecto a la primera hoja trifoliada. Ambas condiciones de competencia maleza-cultivo fueron estadísticamente iguales (Cuadro 5), aunque se mantuvo la tendencia de formación de la tercera hoja trifoliada en menor número de días en la condición enmalezada con 24.7 días, y la condición limpia 25 días, no fueron estadísticamente diferentes.

Cuadro 5. Resumen del análisis de varianza para la primera y tercera hoja trifoliada.

FV	GL	PRIMERA		TERCERA	
		CM	SIGN	CM	SIGN.
COND	1	10.8889	0.0195*	1.6805	0.1365
BLOQ (COND)	4	0.7639	0.0585	0.4861	0.2531
GENO	11	7.4949	0.0001*	16.9129	0.0001*
COND*GENO	11	0.4040	0.2532	0.2563	0.7015
ERROR	44	0.3093		0.3497	

* Significancia al 5%

Respecto al genotipo, siguió el mismo comportamiento que para la formación de la primera hoja trifoliada, lo que indica que los hábitos III y IV fueron los que ocuparon menos días para llegar a esta etapa fenológica. En promedio los genotipos de hábito III ocuparon 23.1 días y los de hábito IV 23.7 días, lo que muestra la tendencia de menor número de días en el hábito III.

En la combinación de competencia maleza-cultivo por genotipo, se pudo apreciar que, excepto G01 (Negro Huasteco), G02 (Línea Élite #8), G07 (Oaxaca 268) y G10 (Bayo Madero), todos los genotipos en competencia con la maleza formaron más rápido la tercera hoja trifoliada (Cuadro 4). Esto posiblemente se debió a que cierto grado de competencia con la maleza

estimula la rapidez de desarrollo foliar (caso de la primera hoja trifoliada); y que cuando el grado de interferencia, por aumento en el desarrollo de la maleza (caso de la tercera hoja trifoliada), la velocidad del desarrollo foliar del cultivo se ve disminuido.

Los días a la formación de la primera y tercera hoja trifoliada indican la velocidad de crecimiento inicial, la cual es mencionada por Muzik (1970) como una característica del cultivo para competir contra la maleza. También García y Fernández (1991) mencionan que son buenos competidores los cultivos con desarrollo temprano rápido. Wortmann (1993) menciona la velocidad de crecimiento de la planta como un criterio básico para seleccionar genotipos con habilidad para suprimir malezas.

4.4. Número de hojas a los 40 días

Esta variable fenológica de suma importancia es mencionada por algunos autores como una de las mejor indicadores de la capacidad de competencia cultivo-maleza. La suposición es que cuando el cultivo ofrece mayor dosel, ya sea mayor cantidad de hojas u hojas de mayor tamaño, tendrá mayor habilidad para suprimir el crecimiento de las malas hierbas.

El ciclo de cultivo en el cual el frijol presentó mayor número de hojas por planta fue, sin lugar a dudas, el de temporal con 11.3 hojas en promedio, siendo superior en 1.8 hojas al ciclo de riego (Cuadro 6). Lo anterior es atribuido a las temperaturas altas del ciclo de temporal que ocasionaron mayor desarrollo foliar.

El frijol en la condición enmalezada presentó estadísticamente menor número de hojas por planta (Cuadro 6); esta disminución en el número de hojas fue ocasionada por el efecto dañino de las malezas sobre el cultivo y, que a

esas alturas del ciclo, las malezas ya ejercían gran competencia hacia las plantas de frijol. El frijol en la condición limpia presentó 11.1 hojas por planta, tal cantidad excede en 1.4 hojas a la otra condición de competencia.

Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza para número de hojas a 40 días.

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	120.8167	0.0004*
BLOQ(CICL)	4	0.9551	0.7377
COND	1	65.7451	0.0101*
CICL*COND	1	72.1084	0.0086*
BLOQ*COND(CICL)	4	3.1226	0.1748
GENO	11	117.5583	0.0001*
COND*GENO	11	2.9472	0.1334
CICLO*GENO	11	7.4528	0.0001*
CICL*COND*GENO	11	0.9287	0.9088
ERROR	88	1.9202	

* Significancia al 5%

En la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo se pudo notar que, estadísticamente, el frijol presentó menor cantidad de hojas en la condición enmalezada del ciclo de riego con promedio de 8.1. Las otras combinaciones son estadísticamente iguales entre ellas. Aquí también se pudo notar el efecto dañino de la maleza; ya que en el ciclo de riego la densidad de maleza fue mayor, dicha densidad de maleza fue tal que propició la disminución del número de hojas de las plantas de frijol.

Los genotipos G12 (Flor de Junio), G07 (Oaxaca 268) y G08 (Pinto Hidalgo) presentaron los valores más altos para esta variable; éstos fueron estadísticamente iguales entre ellos. Contrariamente G03 (Línea Élite #4), G01 (Negro Huasteco) y G04 (Pedigrí 341) presentaron los valores más bajos, siendo entre ellos estadísticamente iguales (Cuadro 7). En la combinación condición de competencia por genotipo; los genotipos con los valores más altos, mencionados anteriormente, siguen conservando esa cualidad, presentando en la condición limpia los valores más altos. Cabe mencionar que sólo en G07 esa diferencia fue estadísticamente significativa (Cuadro 7).

Al combinar ciclo de cultivo por genotipo; la variable respuesta no sigue el mismo patrón de comportamiento. El ciclo de temporal es el que obtiene mayores valores para cada genotipo (Cuadro 7). Al analizar la combinación triple (ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo por genotipo) resaltaron G07 (Oaxaca 268), G12 (Flor de Junio) y G08 (Pinto Hidalgo), como los valores más altos en ambas condiciones de competencia maleza-cultivo para el ciclo de temporal.

El número de hojas fue relacionado por Wortmann (1993) como criterio básico de selección de genotipos para suprimir malezas. También Guzmán (1995) menciona la abundancia de hoja como un factor que condiciona parcialmente la aptitud competitiva del frijol.

Cuadro 7. Comparación de medias para número de hojas a los 40 días de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo y en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	CICLO		CONDICIÓN	
	Riego	Temporal	Limpia	Enmalezada
G01	6.97 jk	6.43 k	6.90 jklm	6.50 klm
G02	8.20 hijk	9.13 fghijk	9.33 fghijk	8.00 ijklm
G03	6.20 k	6.60 k	6.93 jklm	5.87 m
G04	7.20 ijk	6.93 jk	7.83 ijklm	6.30 lm
G05	7.13 ijk	10.35 defgh	8.90 ghijkl	8.58 hijklm
G06	8.23 hijk	9.63 efghij	9.63 efghij	8.23 ijklm
G07	12.37 bcde	16.70 a	16.30 a	12.77 bcd
G08	13.03 bcd	14.53 ab	14.93 ab	12.63 bcde
G09	11.67 bcdef	13.40 bc	13.50 abcd	11.57 cdefgh
G10	8.57 ghijk	11.43 cdefg	10.50 defghi	9.50 fghijk
G11	10.03 defghi	14.00 abc	11.90 cdefg	12.13 bcdef
G12	14.00 abc	16.43 a	16.03 a	14.40 abc

Los valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 3.00 para ciclo y DMS = 3.00 para condición

4.5. Porcentaje de cobertura foliar a 50 días

En ambos ciclos de siembra el promedio en el porcentaje de cobertura foliar del frijol fue igual (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resumen del análisis de varianza para el porcentaje de cobertura foliar.

FV	GL	CM	SIGNIF
CICL	1	206.7222	0.1209
BLOQ (CICL)	4	53.5556	0.6514
GENO	11	509.1313	0.0001*
CICL*GENO	11	133.2071	0.1520
ERROR	44	86.5404	

* Significancia al 5%

Los genotipos con mayor dosel fueron: G12 (Flor de Junio), G10 (Bayo Madero), G07 (Oaxaca 268), G11 (Negro 150 Llr #31) y G08 (Pinto Hidalgo) (Figura 3 y Cuadro A3 del apéndice), los cuales estuvieron dentro de la misma agrupación de medias Tukey, pero existió una tendencia a ser mayores los valores en los primeros y disminuir conforme la secuencia del listado que se dio al inicio de este párrafo.

Esta variable respuesta en estudio no tuvo el mismo comportamiento en cada variedad al ensayarlo en ambos ciclos; sin embargo, se pudo notar que G12 (Flor de Junio) se ubicó dentro de los valores más altos en ambos ciclos de cultivo, aunque, estadísticamente no hubo diferencia significativa, la capacidad de producir abundante dosel por parte de G12 (Flor de Junio) fue muy clara. En general también se observó que la cobertura foliar aumentó de los materiales de hábito I a los de hábito IV, en esa misma secuencia. Los hábitos intermedios tienen valores de cobertura foliar intermedios. Adicional a esta afirmación, se pudo también apreciar a G10 (Bayo Madero) y G11 (Negro 150 Llr #31) ubicados dentro de los valores superiores, pero por debajo de G12 (Flor de Junio) (Figura 3 y Cuadro A3 del Apéndice).

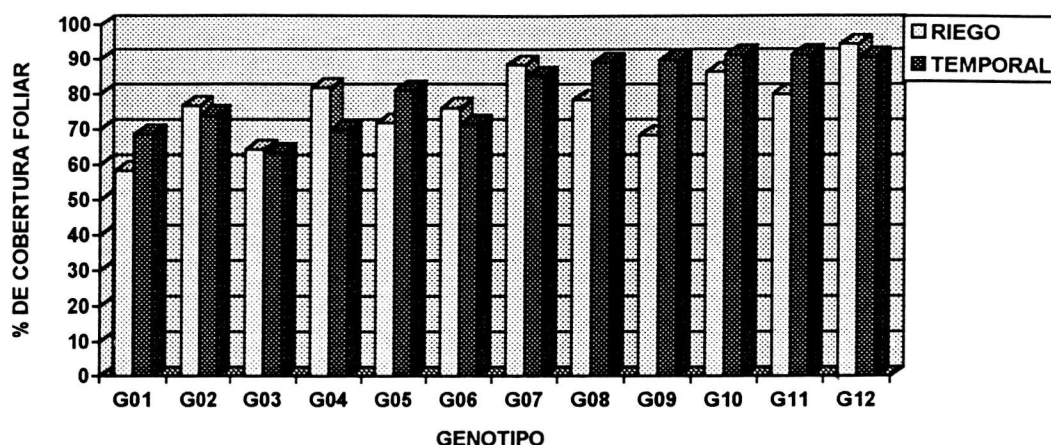


Figura 3. Porcentaje de cobertura foliar a 50 días de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo.

La cobertura foliar está fuertemente relacionada con el hábito de crecimiento, los de hábito IV poseen mayor cobertura foliar. Este factor es mencionado por Aldrich (1984), quien dice que el hábito trepador confiere al cultivo mayor poder de competir por luz. Además Solís (1988) menciona que los componentes de la habilidad represiva son aquellos que están relacionados con el vigor de la planta. Malik (1993) menciona que los cultivares de hábitos indeterminados redujeron la biomasa total de la maleza. Por último Urwin *et al.* (1996) mencionan que el hábito de crecimiento de enredadera produjo un dosel más denso y más supresión de malezas.

4.6. Materia seca de maleza

El cultivo en el ciclo de riego presentó significativamente mayor cantidad de malezas; prueba de ello fueron los 340.1 g/m² de materia seca de maleza en promedio para tal ciclo. En el ciclo de temporal, el promedio de peso de materia seca fue de 113.7 g/m² (Figura 4). Esta variación se debió a que en el ciclo de riego la maleza presente fue la de primera generación, ya que cuando se laboreó, el suelo estaba completamente seco; actividad seguida se sembró y

regó, y la maleza que emergió en esa época fue la que compitió con el cultivo. Caso diferente sucedió en el ciclo de temporal que la primera generación de maleza fue destruida con el laboreo del terreno, el cual fue hecho cuando la maleza ya había emergido; además se dejó pasar un tiempo considerable para sembrar, de tal forma que cuando se sembró, ya estaba emergida la segunda generación de maleza, misma que se destruyó con una aplicación de paraquat. Bajo este supuesto, las malezas que ocasionaron competencia al ciclo de temporal fueron las de tercera generación.

La composición de la maleza fue completamente diferente en ambos ciclos. En el ciclo de riego, la composición fue: 95% *Simsia amplexicaulis*, 2% *Acalipha virginica*, 2% *Galinsoga parviflora*, y 1% *Amaranthus hybridus*. Y en el ciclo de temporal: 93% *Eragrostis mexicana*, 3% *A. hybridus*, 3% *S. amplexicaulis* y 1% *A. virginica*.

Los diferentes genotipos no presentaron diferencias significativas entre ellos con respecto a la cantidad de materia seca de maleza presente en un metro cuadrado; sin embargo existió una tendencia a ser menor la biomasa de maleza en G12 (Flor de Junio), G09 (Flor de Mayo RMC), G08 (Pinto Hidalgo), G06 (Pedigrí 540), G07 (Oaxaca 268) Y G10 (Bayo Madero); siendo los tres primeros materiales que se enlistaron al inicio de este parrafo, los que presentaron menores valores de materia seca de maleza (Figura 4 y Cuadro A4 del Apéndice).

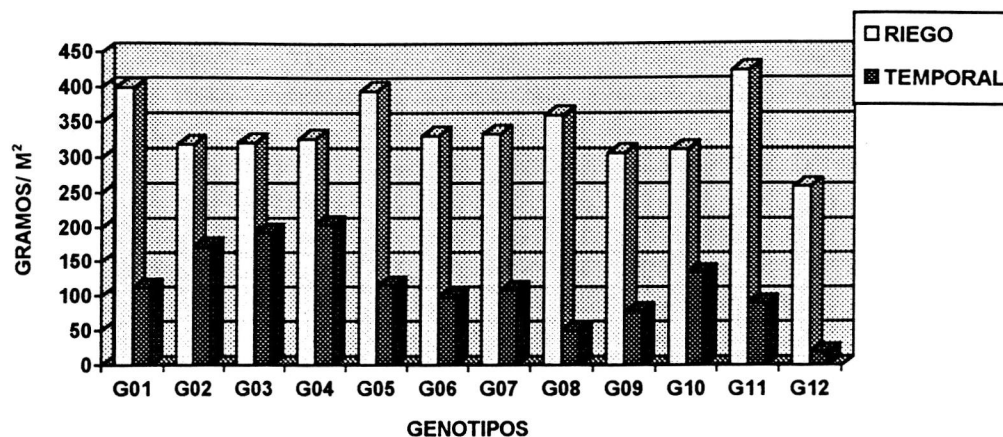


Figura 4. Materia seca de maleza en cada genotipo en los dos ciclos de cultivo.

Los genotipos siguieron el mismo comportamiento en ambos ciclos de cultivo (Cuadro 9), y se pudo notar en el ciclo de riego que G12 (Flor de Junio), G09 (Flor de Mayo RMC) y G10 (Bayo Madero), presentaron los valores más bajos, aunque no fueron estadísticamente diferentes del resto de los genotipos en ese mismo ciclo. En el ciclo de temporal los sobresalientes por su menor valor de materia seca de maleza fueron: G12 (Flor de Junio), G08 (Pinto Hidalgo) y G09 (Flor de Mayo RMC).

Cuadro 9. Resumen del análisis de varianza para peso seco de la maleza.

FV	GL	CM	SIGN
CICL	1	922147.6378	0.0027*
BLOQ (CICL)	4	20904.5379	0.0058*
GENO	11	8062.1478	0.1269
CICL*GENO	11	7448.9565	0.1677
ERROR	44	4981.4910	

* Significancia al 5%

Lo anterior dio lugar a la siguiente afirmación: El genotipo G12 (Flor de Junio) en ambos ciclos de cultivo tuvo la capacidad de suprimir la maleza comparado con el resto de los materiales. Además G09 (Flor de Mayo RMC) también mostró esa cualidad, aunque se vio afectado por la época de cultivo.

Lo expuesto anteriormente acerca de la diferencia en cantidad de maleza presente en el ciclo de temporal y riego, así como la diferencia en composición de la maleza es mencionado por Braun (1979), quien dice que a través de acciones artificiales puede influirse variada e intensivamente en la fuerza vital de distintas especies y también de las comunidades. También Gupta y Lamda (1978) mencionan que algunas prácticas de cultivo han dado efecto sobre la interferencia maleza-cultivo. Estos trabajos resaltan la importancia del manejo del cultivo, y que en este ensayo fue diferente para el ciclo de temporal.

Las condiciones ambientales entre un ciclo y otro también pudieron haber afectado la composición y cantidad de maleza, al respecto García y Fernández (1991) mencionan que el ambiente puede hacer variar notablemente las relaciones de competencia. Gupta y Lamda (1978) mencionan también que la composición de especies y densidad son determinadas por varios factores y elementos del clima y son responsables en la inducción de una amplia diferencia en la competencia maleza-cultivo. Pero también el medio puede afectar al cultivo como lo menciona Solorzano (1982), al decir que el hábito de crecimiento del frijol es afectado por el medio en alguno de sus componentes como: altura de planta y ramificación. Al respecto Urwin *et al.* (1996) aseguran que las temperaturas frías ocasionan un dosel menos denso en el frijol.

4.7. Días a floración

Analizando ambos ciclos de cultivo, en temporal, el frijol llegó a floración más rápido tardando 56.3 días, que lo hace diferente significativamente del ciclo de riego, el cual empleó 59 días (Cuadro 10).

Para ambas condiciones de competencia los días a floración del frijol no fueron diferentes (Cuadro 10).

Al analizar la combinación ciclo de cultivo por genotipo, se pudo notar que los genotipos no siguieron el mismo patrón de comportamiento en ambos ciclos de cultivo con respecto al número de días a floración (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resumen del análisis de varianza para días a la floración.

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	264.0625	0.0049*
BLOQ(CICL)	4	8.3333	0.0899
COND	1	6.6736	0.1851
CICL*COND	1	142.0069	0.0018*
BLOQ*COND(CICL)	4	2.6111	0.6267
GENO	11	160.2140	0.0001*
COND*GENO	11	6.6282	0.0971
CICLO*GENO	11	51.9886	0.0001*
CICL*COND*GENO	11	3.3857	0.5953
ERROR	88	4.0025	

* Significancia al 5%

En la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo, las plantas de frijol en ambas condiciones de competencia para el ciclo de temporal tuvieron los valores más bajos respecto a esta variable respuesta. Estadísticamente, el frijol enmalezado presentó el valor más bajo en el ciclo de temporal y el más alto en el ciclo de riego. Las otras dos combinaciones restantes (frijol limpio en ambos ciclos) presentaron valores intermedios y no fueron diferentes entre ellas. Lo anterior dio lugar a pensar que cuando las malezas compiten con el cultivo, pero dicha cantidad de maleza no es tan alta, la precocidad del cultivo puede aumentar; no así cuando la cantidad de maleza es alta, ya que provoca un retraso en la floración, lo que pudo ser visto con claridad en la condición enmalezada del ciclo de riego, que fue estadísticamente superior el número de días a la floración al resto de las combinaciones de ciclo por condición (Cuadro 11)

Las genotipos más precoces a floración fueron: G05 (Bayomex), G10 (Bayo Madero) y G08 (Pinto Hidalgo), los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre ellos, mientras que los más tardíos fueron la G03 (Línea Élite #4), G12 (Flor de Junio) y G01 (Negro Huasteco) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias para días a floración de cada genotipo en la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia.

GENOTIPO	RIEGO		TEMPORAL	
	Limpio	Enmalezado	Limpio	Enmalezado
G01	63.3 abcd	64.7 abc	58.3 cdefg	56.7 defgh
G02	59.3 bcdef	64.7 abc	58.3 cdefg	55.0 efghi
G03	65.3 ab	69.3 a	59.3 bcdef	59.3 bcdef
G04	61.3 bcde	63.0 abcd	58.7 bcdefg	56.0 efgh
G05	49.0 i	50.0 hi	53.3 fghi	52.3 ghi
G06	59.0 bcdefg	60.0 bcdef	58.0 cdefg	55.0 fghi
G07	59.0 bcdefg	58.0 cdefg	55.3 fghi	54.3 fghi
G08	50.3 hi	53.7 fghi	56.0 efgh	54.7 efghi
G09	58.7 bcdefg	57.7 defg	58.7 bcdefg	55.0 efghi
G10	50.0 hi	53.7 fghi	54.3 fghi	54.3 fghi
G11	54.7 efghi	59.0 bcdefg	56.0 efgh	55.7 efghi
G12	63.0 abcd	68.3 a	58.0 cdefg	57.3 defg

Los valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 6.73

Cuando se examinó cada genotipo en ambas condiciones, se notó que los genotipos siguieron el mismo comportamiento respecto a los días que tardaron en llegar a floración cuando se sometieron a competencia con la maleza (Cuadro 10); además al analizar la agrupación Tukey para cada genotipo, la diferencia no fue significativa para el mismo material genético en ambas condiciones de competencia (Cuadro 11).

En la combinación triple (ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo por genotipo), la variable respuesta siguió el mismo patrón de comportamiento, pero se pudo notar que G05 (Bayomex) fue el más precoz, y que estadísticamente no hubo diferencia cuando se sometió a diferentes condiciones de competencia y se cultivó en diferente ciclo.

La variable días a floración determina en gran medida la precocidad del genotipo, al respecto Campos (1982) menciona que los cambios fueron en menor porcentaje de enmalezado a limpio en los materiales de ciclo precoz. Por lo contrario, Solís (1988) menciona que los genotipos más vigorosos fueron los más tardíos y los que presentaron mayor aptitud competitiva. También Osuna (1987) menciona que las variedades más precoces presentan los valores de adaptación más pequeños y resultan ser los competidores más débiles.

4.8. Días a formación y maduración de vainas

Los días a formación de vainas del frijol fueron menores para el ciclo de temporal. Sin embargo, la maduración de vainas no fue estadísticamente diferente para ambos ciclos de cultivo (Cuadro 12), aunque en temporal haya habido una tendencia a ser menor el número de días, estadísticamente no fue significativo (Cuadro 13).

Cuadro 12. Resumen del análisis de varianza para formación y maduración de vainas.

FV	GL	FORMAC. DE VAINAS		MADURAC. DE VAINAS	
		C.M	SIGNIIF	CM	SIGNIF.
CICL	1	327.0069	0.0001*	821.7778	0.0733
BLOQ(CICL)	4	0.5903	0.9282	141.1806	0.0001*
COND	1	10.5625	0.1315	870.2500	0.0002*
CICL*COND	1	16.6736	0.0763*	860.4444	0.0002 *
BLOQ*COND(CICL)	4	2.9514	0.3685	5.3472	0.8889
GENO	11	91.1888	0.0001*	380.9773	0.0001*
COND*GENO	11	6.9716	0.0072*	57.6136	0.0018*
CICLO*GENO	11	38.7494	0.0001*	400.8081	0.0001*
CICL*COND*GENO	11	3.3857	0.5953	59.0202	0.0014*
ERROR	88	4.0025		18.9609	

* Significancia al 5%.

Respecto a las condiciones de competencia, la formación de vainas en el frijol no fue afectada por la competencia de la maleza; pero la maduración de vainas sí. Esta última variable fenológica presentó los valores más bajos en la

condición enmalezada. Lo más probable es que al desmalezar, las plantas de frijol entraron en un periodo de desequilibrio, y además, con el poco vigor que tenían éstas, no fueron capaces de mantener más tiempo la turgencia de las vainas; por lo tanto, la madurez fisiológica de las vainas se dio más rápido en la condición enmalezada (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación de medias para días a formación y maduración de vainas.

VAR. FENOLOGICA	CICLO		CONDICIÓN	
	Riego	Temporal	Limpia	Enmalezada
Formación de vainas	67.6 a	64.6 b	65.9 a	66.4 a
Maduración de vainas	102.0 a	97.2 a	102.1 a	97.2 b

Los valores con la misma letra por línea son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)

Formación de vainas: DMS = 0.35 para ciclo y DMS = 0.79 para condición

Maduración de vainas: DMS = 5.50 para ciclo y DMS = 1.07 para condición

Al combinar ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo se pudo apreciar que, para la formación de vainas en el frijol, siguieron el mismo comportamiento las dos condiciones de competencia en cada ciclo de cultivo (Cuadro 12), además se notó que ambas condiciones de competencia en el ciclo de temporal fueron estadísticamente inferiores a las dos condiciones de competencia del ciclo de riego. Sin embargo, la maduración de vainas tuvo una situación diferente, las plantas de frijol de la condición enmalezada en ambos ciclos alcanzaron la floración con menor número de días (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de medias para días a formación y maduración de vainas en la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo.

VAR. FENOLOG.	RIEGO		TEMPORAL	
	Limpio	Enmalezado	Limpio	Enmalezado
Formación de vainas	67.0 a	68.3 a	64.7 b	64.6 b
Maduración de vainas	106.9 a	97.1 b	97.3 b	97.2 b

Los valores con la misma letra por línea son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)

DMS = 1.65 para formación de vainas y DMS = 2.22 para maduración de vainas

Los genotipos G05 (Bayomex), G10 (Bayo Madero), G08 (Pinto Hidalgo), G07 (Oaxaca 268) y G11 (Negro 150 Llr #31) son los que presentaron los valores más bajos para la variable: días a la formación de vainas; los más tardíos fueron G03 (Línea Élite #4) y G12 (Flor de Junio). En la maduración de vainas, los más precoces fueron G05 (Bayomex), G10 (Bayo Madero) y G08 (Pinto Hidalgo); y el más tardío continúa siendo G12 (Flor de Junio) (Cuadro 15).

En la combinación condición de competencia maleza-cultivo por genotipo, se pudo apreciar que en ambas condiciones de competencia con la maleza, los genotipos G05 (Bayomex) y G10 (Bayo Madero) fueron los que presentaron los menores números de días a la formación de vainas, y los más tardíos fueron G03 (Línea Élite #4) y G01 (Negro Huasteco); mientras que la maduración de vainas más o menos siguió la tendencia anterior, y se volvieron a notar los valores más bajos en los materiales G05 (Bayomex) y G10 (Bayo Madero); sin embargo, ahora el valor más alto lo obtuvo G12 (Flor de Junio) (Cuadro 15).

Cuadro 15.- Comparación de medias para días a formación y maduración de vainas de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	FORMACIÓN DE VAINAS		MADURACIÓN DE VAINAS	
	Limpio	Enmalezado	Limpio	Enmalezado
G01	69.17 abc	68.33 abcde	100.17 defg	95.33 efgh
G02	66.50 cdefgh	68.50 abcd	101.67 cdef	99.17 defgh
G03	71.83 a	70.67 ab	105.83 abcd	101.00 cdefg
G04	66.33 cdefgh	67.66 bcdef	101.00 cdefg	97.33 defgh
G05	61.83 j	62.17 j	92.17 gh	90.50 h
G06	66.50 cdefgh	64.67 fghij	98.83 defgh	92.50 fgh
G07	64.17 fghij	64.50 fghij	103.50 bcde	95.17 efgh
G08	63.17 hij	64.83 efghij	101.50 cdefg	93.00 fgh
G09	66.83 cdefg	65.83 cdefghi	103.17 bcde	99.67 defgh
G10	62.33 ij	63.67 ghij	94.67 efgh	92.83 fgh
G11	64.00 ghij	65.00 defghij	110.00 abc	94.83 efgh
G12	67.67 bcdef	71.00 ab	112.50 ab	114.67 a

Los valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha=0.05$)
DMS = 3.57 para formación de vainas y DMS = 9.44 para maduración de vainas

Al analizar las tres fuentes de variación, se volvió a notar que G05 (Bayomex) y G10 (Bayo Madero) presentaron los valores más bajos para formación de vainas, aunque no tuvieron un comportamiento definido para la condición de competencia con la maleza y ciclo de cultivo; en contraste, los valores más altos no fueron para G12 (Flor de Junio). La definición de los materiales más precoces o más tardíos, mediante los valores mostrados, no fue clara.

Para la variable fenológica maduración de vainas, los valores más bajos fueron mostrados por G05 (Bayomex) y G10 (Bayo Madero) en el ciclo de riego y condición enmalezada; el genotipo G12 (Flor de Junio) en riego y enmalezado mostró los valores más altos para el número de días a maduración de vainas (Cuadro 16).

Cuadro 16. Comparación de medias para días a maduración de vainas de cada genotipo en la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	RIEGO		TEMPORAL	
	Limpio	Enmalezado	Limpio	Enmalezado
G01	106.33 cdefgh	96.00 efghijklm	94.00 fghijklm	94.67 fghijklm
G02	108.00 cdef	103.00 cdefghij	95.33 fghijklm	95.33 fghijklm
G03	113.67 bc	102.30 cdefghij	98.00 defghijkl	99.67 cdefghijk
G04	110.00 bcde	102.00 cdefghij	92.00 hijklm	92.67 ghijklm
G05	83.67 lm	83.00 m	100.67 cdefghij	98.00 defghijkl
G06	103.00 cdefghij	90.00 jklm	94.67 fghijklm	95.00 fghijklm
G07	111.33 bcd	95.33 fghijklm	95.67 efghijklm	95.00 fghijklm
G08	107.00 cdefg	91.67 ijklm	96.00 efghijklm	94.33 fghijklm
G09	103.33 cdefghij	94.33 fghijklm	103.00 cdefghij	105.00 cdefghi
G10	89.67 jklm	85.33 klm	99.67 cdefghijk	100.33 cdefghij
G11	123.00 ab	93.33 ghijklm	97.00 defghijklm	96.33 efghijklm
G12	124.00 ab	129.00 a	101.00 cdefghij	100.33 cdefghij

Los valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 14.65

4.9. Componentes del rendimiento

4.9.1. Vainas por planta

En ambos ciclos de cultivo, la planta de frijol produjo igual cantidad de vainas (Cuadro 17). Por lo contrario, para la condición de competencia, sí hubo diferencia significativa (Cuadro 17); las plantas en la condición limpia tuvieron mayor cantidad de vainas (23.2); mientras que en la condición enmalezada tuvieron 11.5 vainas por planta. Fue claro el efecto negativo de la maleza sobre la producción de vainas en las plantas de frijol, que en este caso fue una disminución de 50.4% de vainas, cuando el cultivo creció en condiciones de competencia con la maleza. Al respecto también Urzúa (1980) observó reducción de 79.2% de vainas por planta cuando no se controlaban las arvenses.

En la combinación condición de competencia por ciclo de cultivo, se notaron los valores superiores para la condición libre de malezas en ambos ciclos de cultivo (Cuadro 17).

Cuadro 17. Resumen del análisis de varianza para vainas por planta.

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	60.0625	0.4037
BLOQ(CICL)	4	69.0329	0.0006*
COND	1	4930.3803	0.0001*
CICL*COND	1	1284.0278	0.0004*
BLOQ*COND(CICL)	4	10.7836	0.4994
GENO	11	117.8342	0.0001*
COND*GENO	11	42.1991	0.0008*
CICLO*GENO	11	46.3383	0.0003*
CICL*COND*GENO	11	26.8344	0.0277*
ERROR	88	12.7371	

* Significancia al 5%

Entre los materiales que mayor número de vainas por planta presentaron, se encuentran G02 (Línea Élite #8), G01 (Negro Huasteco) y G06

(Pedigrí 540). Mientras que los materiales que habían presentado tendencia a suprimir la maleza, como G12 (Flor de Junio), G09 (Flor de Mayo RMC) y G10 (Bayo Madero), aquí, no fueron los más destacados, sino al contrario, ya que G12 (Flor de Junio) y G10 (Bayo Madero) son dos de los materiales con menor número de vainas (Figura 5).

Al examinar la combinación ciclo de cultivo por genotipo, G02 (Línea Élite #8) y G01 (Negro Huasteco) conservaron los valores más altos en ambos ciclos de cultivo, cabe mencionar que, en el análisis individual, todos los genotipos fueron iguales en ambos ciclos de cultivo. Ahora en el análisis de la combinación condición de competencia maleza-cultivo por genotipo, todos los genotipos disminuyeron significativamente su cantidad de vainas al someterlos a competencia con la maleza, excepto G12 (Flor de Junio) y G05 (Bayomex) (Figura 5 y Cuadro A5 del Apéndice).

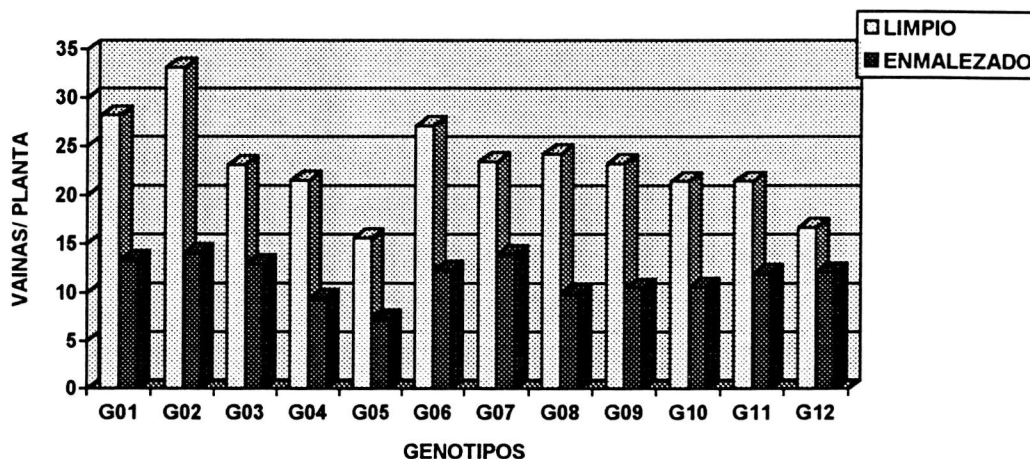


Figura 5. Número de vainas por planta de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

En la combinación triple (ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo por genotipo) se percibió claramente que los todos los genotipos mostraron los valores más bajos en la condición enmalezada del ciclo de riego.

4.9.2. Granos por vaina

No existió diferencia significativa para los dos ciclos de cultivo (cuadro 18). Sin embargo, para las condiciones de competencia maleza-cultivo, aunque es poco perceptible, hubo diferencia significativa; el frijol limpio produjo 4.5 granos por vaina, y enmalezado 4.0 granos por vaina.

Cuadro 18. Resumen del análisis de varianza para granos por vaina.

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	0.0506	0.8045
BLOQ(CICL)	4	0.7239	0.0011*
COND	1	8.3617	0.0003*
CICL*COND	1	2.7501	0.0022*
BLOQ*COND(CICL)	4	0.0557	0.8192
GENO	11	4.5863	0.0001*
COND*GENO	11	0.1933	0.2196
CICLO*GENO	11	0.9809	0.0001*
CICL*COND*GENO	11	0.1528	0.4069
ERROR	88	0.1449	

* Significancia al 5%

En la combinación ciclo de cultivo por genotipo, el número de granos por vaina no siguió el mismo patrón de comportamiento (Cuadro 18). En la condición limpia, el frijol presentó mayor número de granos por vaina en ambos ciclos, y el frijol en la condición enmalezada de ambos ciclos presentó los valores más bajos.

Algunos genotipos presentaron mayores cantidades de granos, por ejemplo G04 (Pedigrí 341), G06 (Pedigrí 540), G01 (Negro Huasteco) y G08 (Pinto Hidalgo); contrariamente, G05 (Bayomex) y G10 (Bayo Madero) exhibieron los valores más bajos. Los genotipos anteriores que forman cada grupo, no mostraron diferencias significativas entre ellos (Figura 6).

Al analizar cada genotipo dentro de cada ciclo de cultivo, se pudo notar que no hubo diferencia significativa de cada genotipo a su similar cuando se

cultivó en riego y en temporal, excepto G02 (Línea Élite #8) y G05 (Bayomex), los cuales si se vieron afectados por el ciclo de cultivo. El genotipo G02 (Línea Élite #8) mostró el valor más alto en temporal, mientras que en riego la superioridad correspondió a G05 (Bayomex).

Examinando cada genotipo en ambas condiciones de competencia, todos los genotipos mostraron tendencia a disminuir el número de granos al crecer en competencia con la maleza, aunque sólo en G07 (Oaxaca 268) esa diferencia fue estadísticamente significativa (Figura 6 y Cuadro A6 del Apéndice) . También Urzúa (1990) observó que las vainas presentaron 46 % menos semillas cuando no se controlaban las arvenses en este cultivo. Además Zollinguer y Kells (1993) encontraron que el número de semillas por planta se reducía cuando interfería *Sonchus arvensis* con frijol.

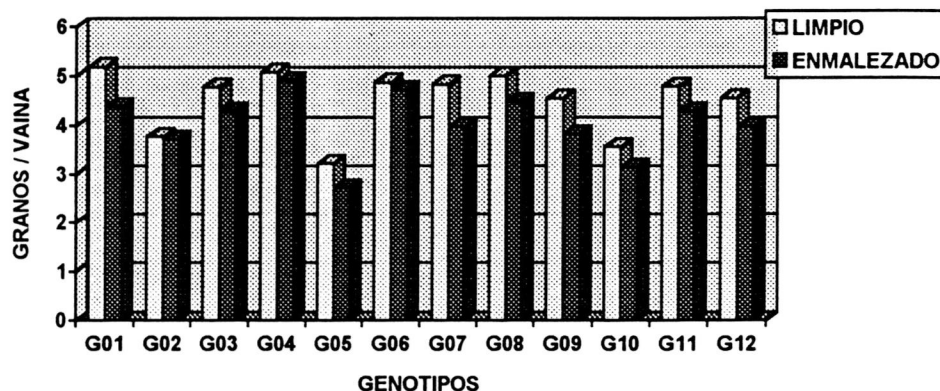


Figura 6. Número de granos por vaina de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

En la combinación de las tres fuentes de variación (ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo por genotipo), G12 (Flor de Junio) enseñó que se mantenía más o menos constante en ambas condiciones de competencia con la maleza y ambos ciclos de cultivo; lo mismo sucedió con G10 (Bayo Madero), y G06 (Pedigrí 540), además este último presentó valores más altos que G12 (Flor de Junio) y G10 (Bayo Madero) (Cuadro 19).

Cuadro 19. Comparación de medias para número de granos por vaina de cada genotipo en la combinación ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	RIEGO		TEMPORAL	
	Limpio	Enmalezado	Limpio	Enmalezado
G01	5.4 a	4.4 bcdefgh	5.0 abc	4.4 abcdefg
G02	3.0 ijk	3.0 ijk	4.6 abcdef	4.5 abcdefg
G03	5.2 ab	4.2 abcdefghi	4.3 abcdefgh	4.4 abcdefg
G04	5.0 abc	4.6 abcdef	5.1 abc	5.2 ab
G05	3.7 defghij	3.1 hijk	2.8 jk	2.3 k
G06	4.9 abcd	4.7 abcde	4.9 abcd	4.7 abcdef
G07	5.0 abcd	3.8 cdefghi	4.7 abcdef	4.1 bcdefghi
G08	5.2 ab	4.4 abcdefg	4.8 abcd	4.5 abcdef
G09	4.9 abcd	3.5 efghijk	4.2 abcdefghi	4.1 abcdefghi
G10	3.7 efghij	3.1 hijk	3.4 fghijk	3.2 ghijk
G11	5.1 abc	4.2 abcdefghi	4.5 abcdef	4.4 abcdefgh
G12	5.1 abc	3.9 bcdefghij	4.0 bcdefghij	4.0 bcdefghij

Los valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 1.28

4.9.3. Longitud de vaina

El frijol en el ciclo de riego logró mayor longitud de vainas con 8.5 cm, mientras que el de temporal fue de 7.6 cm, dicha diferencia fue significativa (Cuadro 20).

El comportamiento de la variable respuesta no fue el mismo cuando se examinaron ambas condiciones de competencia con la maleza en cada uno de los ciclos de cultivo (Cuadro 20).

Las plantas que crecieron en competencia con la maleza presentaron vainas de 7.6 cm de longitud, y cuando crecieron sin competencia con la maleza, la longitud fue de 8.4 cm, lo cual indica que sí existió diferencia significativa (Cuadro 20).

Cuadro 20. Resumen del análisis de varianza para longitud de vainas.

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	31.2667	0.0005*
BLOQ(CICL)	4	0.2830	0.2987
COND	1	22.4834	0.0003*
CICL*COND	1	3.6417	0.0090*
BLOQ*COND(CICL)	4	0.1617	0.5870
GENO	11	6.1020	0.0001*
COND*GENO	11	0.2039	0.5481
CICLO*GENO	11	0.6051	0.0055*
CICL*COND*GENO	11	0.3031	0.2209
ERROR	88	0.2277	

* Significancia al 5%

Los genotipos, de acuerdo a la respuesta, los podemos asociar en dos grupos. El primer grupo contiene a los de valores más altos, en el cual se encuentran G04 (Pedigrí 341), G03 (Línea Élite #4), G11 (Negro 150 Lir #31), G07 (Oaxaca 268), G09 (Flor de Mayo RMC), G08 (Pinto Hidalgo) y G12 (Flor de Junio), dichos genotipos no presentaron diferencias significativas entre ellos, pero existió una tendencia a disminuir los valores conforme fue escrita la secuencia del listado de esos genotipos. En el otro grupo, los de valores más bajos, se encuentran G06 (Pedigrí 540), G02 (Línea Élite #8), G10 (Bayo Madero), G01 (Negro Huasteco) y G05 (Bayomex), los cuales muestran una tendencia a disminuir su valor conforme se fueron enlistados, pero estadísticamente no hubo diferencia significativa entre ellos (Figura 7).

Al analizar cada genotipo en ambos ciclos de cultivo, se notó que los genotipos no siguieron el mismo patrón de comportamiento en los dos ciclos de cultivo con respecto a la variable respuesta en análisis. A manera general se notó la longitud de vaina mayor en el ciclo de riego, y para todos los genotipos esa diferencia fue significativa, excepto para G04 (Pedigrí 341), G09 (Flor de Mayo RMC) y G08 (Pinto Hidalgo), que aunque siguieron la tendencia ya mencionada, la diferencia no fue tan grande para ser estadísticamente significativa.

Al examinar cada genotipo en cada una de las condiciones de competencia maleza-cultivo, se observó que la tendencia fue a ser mayor la longitud de vainas en las parcelas limpias; pero tales diferencias no fueron significativas, excepto en G06 (Pedigrí 540) (Figura 7 y Cuadro A7 del Apéndice). Esta afirmación es hecha también por Torres (1990), quien menciona que la competencia de la maleza sobre el cultivo reduce en forma significativa el tamaño de las vainas.

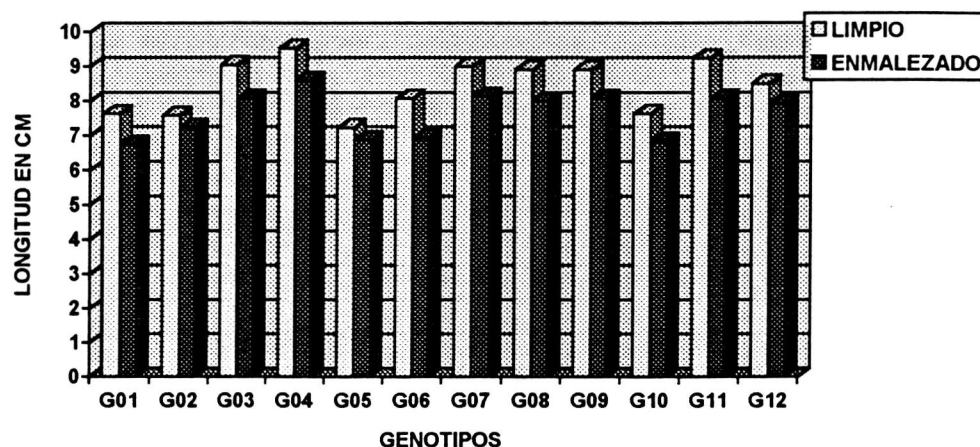


Figura 7. Longitud de vaina de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

4.9.4. Número de nudos con vainas

En el ciclo de temporal, el frijol tuvo significativamente mayor número de nudos con vainas, el cual llegó a 6.0, mientras que en el ciclo de riego llegó a 4.3 (Cuadro 21).

Cuando se dejó crecer sin competencia con la maleza, la planta de frijol produjo en promedio 5.9 nudos con vainas, y cuando creció en competencia con la maleza 4.4 nudos, tal diferencia fue estadísticamente significativa (Cuadro 21).

Al examinar ambas condiciones de competencia en cada ciclo de cultivo, el comportamiento de la variable respuesta en análisis no siguió el mismo patrón (Cuadro 21); pero se notaron los más altos valores en el ciclo de temporal, y la condición limpia fue superior a la enmalezada.

Cuadro 21. Resumen del análisis de varianza para el número de nudos con vainas.

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	103.5306	0.0066*
BLOQ(CICL)	4	3.8567	0.0004*
COND	1	80.5506	0.0010*
CICL*COND	1	20.1751	0.0130*
BLOQ*COND(CICL)	4	1.1106	0.1712
GENO	11	9.6520	0.0001*
COND*GENO	11	3.5399	0.0001*
CICLO*GENO	11	1.9211	0.0032*
CICL*COND*GENO	11	2.3046	0.0006*
ERROR	88	0.6769	

* Significancia al 5%

Analizando cada genotipo, los que tuvieron los valores más altos estadísticamente fueron: G06 (Pedigrí 541) y G01 (Negro Huasteco) (Figura 8). No sucedió así con G12 (Flor de Junio), G09 (Flor de Mayo RMC), G10 (Bayo Madero) y G11 (Negro 150 Lir #31), que fueron los más bajos, a pesar de haber presentado este último grupo tendencia a suprimir la maleza. Cabe mencionar que todos los genotipos al analizarlos por separado tuvieron su valor más alto en el ciclo de temporal, pero sin ser significativos, excepto G03 (Línea Élite #4), G04 (Pedigrí 341), G07 (Oaxaca 268) y G09 (Flor de Mayo RMC).

En la combinación condición de competencia maleza-cultivo por genotipo, todos los genotipos presentaron mayor número de nudos con vainas cuando crecieron libres de maleza (Figura 8); los que no presentaron diferencia significativa entre ambas condiciones de competencia fueron G03 (Línea Élite #4), G05 (Bayomex), G07 (Oaxaca 268), G08 (Pinto Hidalgo), G10 (Bayo Madero), G11 (Negro 150 Lir #31) y G12 (Flor de Junio) (Cuadro A8 del

apéndice). Aquí se puede notar que algunos de los genotipos que tuvieron capacidad de suprimir la maleza (los últimos de la lista anterior), aunque no sobresalieron por su alto valor, tampoco disminuyeron significativamente su número de nudos con vainas al someterlos a competencia con la maleza (Figura 8 y Cuadro A8 del Apéndice). Lo anterior concuerda con lo encontrado por Solís (1988), quien menciona que dentro de los componentes de la habilidad represiva de la planta de frijol hacia la maleza se encuentra en número de nudos del tallo principal.

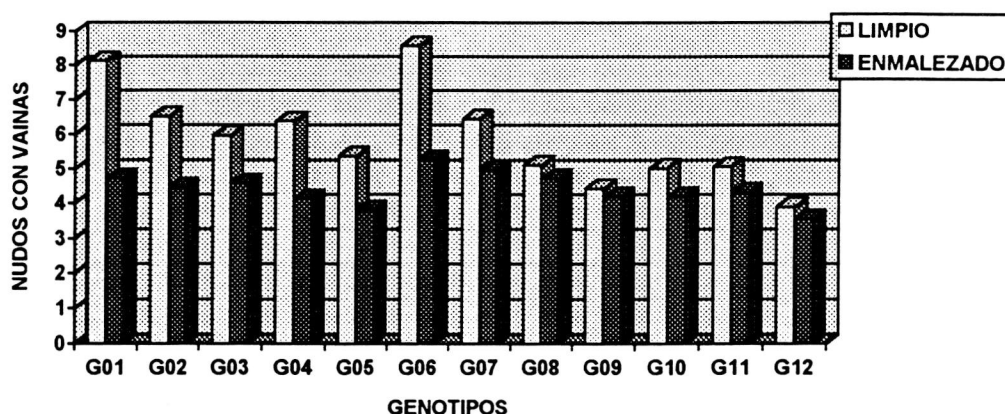


Figura 8. Número de nudos con vainas de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

4.9.5. Rendimiento por hectárea

Las plantas de frijol en el ciclo de riego presentaron en promedio los rendimeintos más altos (Figura 9) (promedio de 1773.5 kg/ha en el ciclo de riego, mientras que el ciclo de temporal 1405.1 kg/ha); el menor rendimiento del ciclo temporalero se debió al ataque severo de picudo del ejote *Apion godmani*.

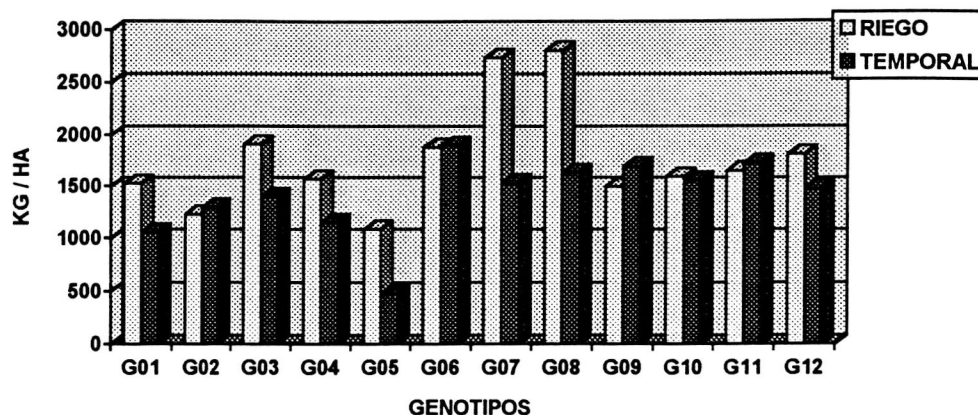


Figura 9. Rendimiento de grano por hectárea de cada genotipo en los dos ciclos de cultivo.

La condición de competencia maleza-cultivo tuvo diferencia significativa, siendo el frijol en condición limpia el de mayor rendimiento con 2368.2 kg/ha, y el frijol en la condición enmalezada el de menor rendimiento con 792.5 kg/ha (Figura 10). Esta afirmación es dada también por Urzúa (1990), quien observó que cuando no se controlaban las arvenses, la producción se reducía en un 30.6%. También Rosas (1991) menciona que el rendimiento de grano disminuye 69% cuando el cultivo de frijol se deja competir con la maleza todo el ciclo.

En la combinación condición de competencia por ciclo de cultivo, se notó que el frijol en la condición limpia tuvo los mayores rendimientos en el ciclo de riego. El frijol en el ciclo de temporal presentó valores intermedios y no hubo diferencias significativas entre ambas condiciones de competencia. Y el valor más bajo lo presentó el frijol enmalezado en el ciclo de riego. Lo relevante en este análisis es señalar la semejanza en rendimiento de la condición limpia y enmalezada en el ciclo de temporal; esto se dio por la baja densidad de maleza que se presentó en dicho ciclo, que le permitió al cultivo en condición enmalezada no ser tan drástica la reducción en rendimiento.

En el análisis de comparación de medias de los genotipos, G08 (Pinto Hidalgo) y G07 (Oaxaca 268) fueron los que mayor rendimiento mostraron; entre ellos no hubo diferencia significativa. El menos rendidor fue G05 (Bayomex) (Figura 10).

Al analizar cada genotipo en cada condición de competencia maleza-cultivo, todos disminuyeron significativamente el rendimiento al someterlos a la competencia con la maleza en el ciclo de riego (Cuadro 22) ; pero destaca el G12 (Flor de Junio), G08 (Pinto Hidalgo) y G06 (Pedigrì 540), como los más rendidores aún en condiciones de competencia con la maleza (Figura 10 y Cuadro A10 del apéndice).

Cuadro 22. Comparación de genotipos con base al rendimiento (kg/ha) obtenido en el ciclo de riego.

GENOTIPO	LIMPIO	ENMALEZADO	DIFERENCIA
G01	2648.1 bcdefg	403.0 lmno	2245.1
G02	2201.7 cdefgh	248.1 no	1953.6
G03	3554.2 b	264.4 no	3289.8
G04	2919.8 bc	210.0 o	2709.8
G05	1952.8 cdefghi	222.6 no	1730.2
G06	3389.9 b	366.1 lmno	3023.8
G07	4823.8 a	657.3 jklmno	4166.5
G08	4934.4 a	684.3 jklmno	4250.1
G09	2707.8 bcdef	276.0 no	2431.8
G10	2901.3 bcd	285.0 mno	2616.3
G11	2819.6 bcde	478.2 klmno	2341.4
G12	2711.9 bcdef	904.5 ijklmn	1807.4

Los valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 1148.2

En la combinación de las tres fuentes de variación (ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo por genotipo) se observó que, en el ciclo de riego, todos los genotipos al someterlos a competencia con la maleza disminuyeron significativamente su rendimiento, y G12 (Flor de Junio), G08 (Pinto Hidalgo) y G07 (Oaxaca 268) mostraron los rendimientos más altos

cuando crecieron en competencia con la maleza; y en el ciclo de temporal, las más rendidoras en condiciones de competencia con la maleza fueron G06 (Pedigrí 540), G08 (Pinto Hidalgo), G12 (Flor de Junio) y G07 (Oaxaca 268) (figura 10).

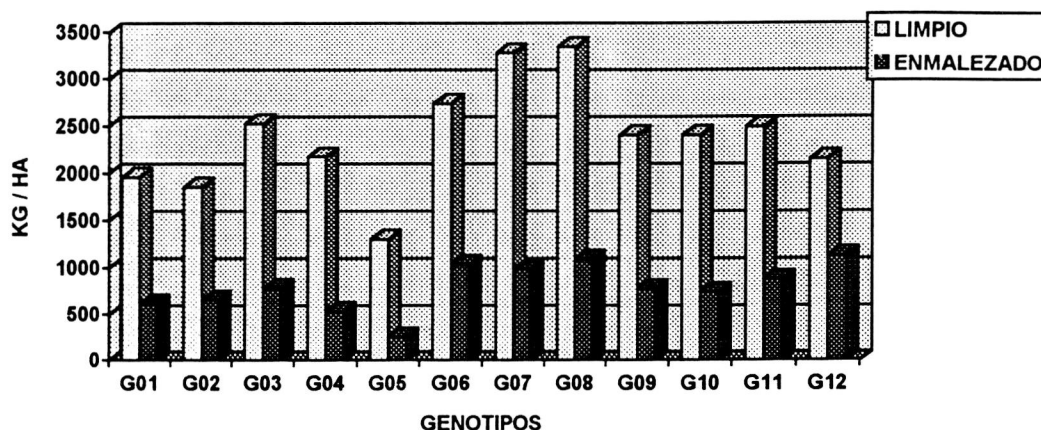


Figura 10. Rendimiento de grano por hectárea de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

Cabe mencionar también que en el ciclo de temporal ningún genotipo disminuyó significativamente su rendimiento al competir con la maleza durante su crecimiento (Cuadro 23). La explicación de dichos resultados es muy fácil: La maleza en el ciclo de temporal fue mucho menos densa, de tal forma que no logró un efecto tan dañino sobre el cultivo de frijol. Es necesario hacer mención también que los genotipos con más altos rendimientos en temporal bajo condiciones de competencia con la maleza fueron G06 (Pedigrí 540), G08 (Pinto Hidalgo) y G12 (Flor de Junio).

Cuadro 23. Comparación de genotipos con base al rendimiento (kg/ha) obtenido en el ciclo de temporal.

GONOTIPO	LIMPIO	ENMALEZADO	DIFERENCIA
G01	1272.6 hijklmno	839.4 ijklmno	433.2
G02	1508.7 ghijkl	1073.0 hijklmno	435.7
G03	1498.5 hijkl	1300.2 hijklmno	198.3
G04	1429.4 hijklm	861.0 ijklmno	613.4
G05	647.8 jklmno	297.9 mno	349.9
G06	2087.5 cdefgh	1702.7 efghij	384.8
G07	1738.0 efghij	1316.3 hijklmno	421.7
G08	1760.3 defghij	1496.7 hijkl	263.6
G09	2100.0 cdefgh	1282.1 hijklmno	817.9
G10	1906.2 cdefghi	1204.7 hijklmno	701.5
G11	2164.0 cdefgh	1284.3 hijklmno	879.7
G12	1589.3 fghijk	1361.5 hijklmn	227.8

Los valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 1148.2

Cuadro 24. Resumen del análisis de varianza para rendimiento (kg/ha).

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	4887265.8774	0.0463*
BLOQ(CICL)	4	600594.3285	0.0009*
COND	1	91431694.5938	0.0001*
CICL*COND	1	45169775.7163	0.0002*
BLOQ*COND(CICL)	4	256636.6153	0.0749
GENO	11	1861507.4594	0.0001*
COND*GENO	11	500499.0882	0.0001*
CICLO*GENO	11	664011.5399	0.0001*
CICL*COND*GENO	11	626708.6997	0.0001*
ERROR	88	116391.3375	

* Significancia al 5%

4.9.6. Peso de cien granos

No hubo diferencia significativa entre ambos ciclos; sin embargo, entre condiciones de competencia sí (Cuadro 25), ya que el frijol libre de malezas alcanzó 30.3 g y enmalezado 28.3 g. Al analizarlos juntos estos dos factores, se notó definitivamente que las plantas de frijol en la condición limpia de ambos ciclos de cultivo fueron superiores que las plantas en la condición enmalezada. Esta afirmación también la hizo Blackshaw (1991), quien concluye que uno de

los efectos de la competencia de la maleza sobre el cultivo, es el decremento del peso de la semilla.

Cuadro 25. Resumen del análisis de varianza para peso de cien granos.

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	4.7961	0.5725
BLOQ(CICL)	4	12.7257	0.0014*
COND	1	156.8756	0.0004*
CICL*COND	1	7.0225	0.0756
BLOQ*COND(CICL)	4	1.2343	0.7585
GENO	11	792.8925	0.0001*
COND*GENO	11	7.5485	0.0029*
CICLO*GENO	11	32.2387	0.0001*
CICL*COND*GENO	11	3.2826	0.2691
ERROR	88	2.6327	

* Significancia al 5%

El genotipo G10 (Bayo Madero) presentó el valor más alto con 45.6 g, seguido de G05 (Bayomex) y G07 (Oaxaca 268); estos tres materiales fueron estadísticamente iguales entre ellos. Los genotipos G01 (Negro Huasteco), G06 (Pedigrí 540) y G04 (Pedigrí 341) fueron los de más bajos valores. Los genotipos G12 (Flor de Junio), G10 (Bayo Madero) y G08 (Pinto Hidalgo), que presentaron buenos rendimientos y con cierta habilidad de suprimir la maleza, para esta variable respuesta no se destacaron, excepto G10 (Bayo Madero) (Figura 11).

Al examinar cada genotipo en los dos ciclos de cultivo, se notó que en ambos el G10 (Bayo Madero), sigue teniendo esa cualidad de presentar los valores más altos, seguidos por G05 (Bayomex) y G07 (Oaxaca 268). Mientras que los valores más bajos los presentaron G01 (Negro Huasteco), G06 (Pedigrí 540) y G04 (Pedigrí 341).

El genotipo G10 (Bayo Madero) fue el único que presentó diferencia significativa, cuando se analizó cada genotipo en ambas condiciones de competencia maleza-cultivo. En general hubo tendencias a ser mayor el peso

de 100 granos en la condición limpia; y también siguieron los genotipos G10 (Bayo Madero), G05 (Bayomex) y G07 (Oaxaca 268) presentando los valores más altos. Los valores inferiores fueron exhibidos por G01 (Negro Huasteco), G04 (Pedigrí 341) y G06 (Pedigrí 540) (Figura 11 y Cuadro A11 del Apéndice).

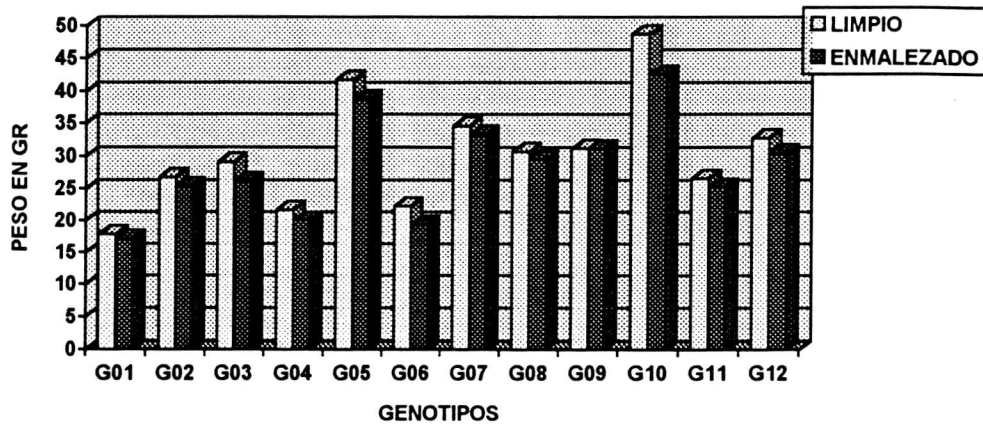


Figura 11. Peso de cien granos de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

Analizando cada genotipo, no existió diferencia significativa del mismo genotipo cuando se sometió a competir con la maleza, excepto G10 (Bayo Madero), ni cuando se cultivó en uno u otro ciclo de cultivo.

4.9.7. Volumen de cien granos

El frijol en ambos ciclos de cultivo, respecto a esta variable, fue igual (Cuadro 26). Sin embargo, al analizar cada condición de competencia con la maleza, el frijol limpio tuvo mayor volumen de grano con 30.3 ml, mientras que enmalezado mostró 28.3 ml, y dicha tendencia, de mayor volumen de grano en limpio, se manifestó en ambos ciclos de cultivo.

Cuadro 26. Resumen del análisis de varianza para volumen de cien granos.

FV	GL	C.M	SIGNIF.
CICL	1	41.1736	0.1213
BLOQ(CICL)	4	10.6944	0.0388*
COND	1	142.0069	0.0025*
CICL*COND	1	1.5625	0.5194
BLOQ*COND(CICL)	4	3.1389	0.5438
GENO	11	646.1433	0.0001*
COND*GENO	11	6.7494	0.0940
CICLO*GENO	11	35.7645	0.0001*
CICL*COND*GENO	11	1.8807	0.0001*
ERROR	88	4.0455	

* Significancia al 5%

Los genotipos que presentaron mayor volumen de grano fueron: G10 (Bayo Madero) y G05 (Bayomex), que fueron diferentes significativamente entre ellos y al resto de los genotipos también (Figura 12). Los genotipos con valores más bajos fueron: G01 (Negro Huasteco) y G04 (Pedigrí 341). Los genotipos G12 (Flor de Junio) y G08 (Pinto Hidalgo) que fueron muy promisorios para habilidad competitiva, en este caso presentaron valores intermedios.

Analizando cada genotipo en ambos ciclos de cultivo, la tendencia continúa, y los mejores valores fueron para G10 (Bayo Madero) y G05 (Bayomex) en ambos ciclos de cultivo. Mientras que los genotipos con más bajo volumen de grano fueron: G01 (Negro Huasteco) y G04 (Pedigrí 341).

Al examinar cada genotipo en ambas condiciones de competencia maleza-cultivo, sólo el G10 (Bayo Madero) fue diferente significativamente de una condición de competencia a otra; y la tendencia se vio en todos los genotipos: Los volúmenes de grano de la condición limpia fueron mayores (Figura 12 y Cuadro A12 del apéndice).

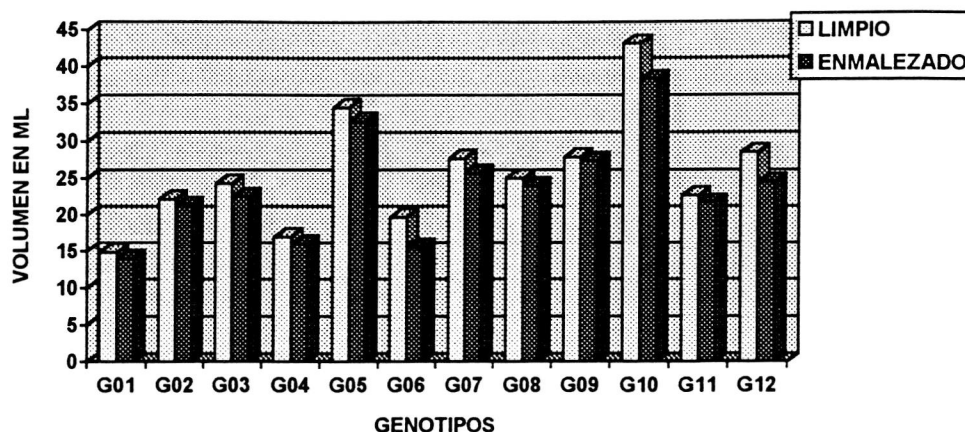


Figura 12. Volumen de cien granos de cada genotipo en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

Combinando las tres fuentes de variación (ciclo de cultivo por condición de competencia maleza-cultivo por genotipo) se notó que solo G10 (Bayo Madero) en riego disminuyó significativamente cuando se sometió a competir con la maleza. Todos los demás genotipos aunque el valor fue mayor en la condición limpia, no mostraron diferencia significativa en la agrupación de cada material genético en ambas condiciones de competencia y ambos ciclos de cultivo.

4.10. Correlación de variables

Se midieron el grado de asociación de algunas variables, por ejemplo: la materia seca de maleza, rendimiento en la condición enmalezada, diferencia en rendimiento de enmalezado y limpio, y porcentaje de pérdida en rendimiento; todas esas variables se asociaron con días a la emergencia, altura al primer nudo, número de hojas a 40 días, días a la formación de la primera y tercera hoja trifoliada, porcentaje de cobertura foliar del frijol a 50 días, y días a floración.

En el ciclo de temporal se pudieron correlacionar las siguientes variables: La emergencia con el rendimiento enmalezado, y dicho coeficiente fue negativo; lo que indica que a menor número de días a la emergencia, el rendimiento en condición enmalezada es mayor. La velocidad de emergencia también tuvo correlación con el porcentaje de pérdida limpio-enmalezado, pero en este caso fue positiva, lo que mostró que entre menos días tarda la planta en emerger, menor será el porcentaje de pérdida. La altura al primer nudo no se le encontró grado de asociación significativo con las variables probadas, en ninguno de los dos ciclos.

El número de hojas a 40 días se correlacionó negativamente con la materia seca de maleza, lo anterior muestra que a mayor número de hojas de la planta de frijol, menor es la materia seca de maleza presentada; esta correlación se notó en el ciclo de temporal. En el ciclo de riego, sin embargo, se pudo también correlacionar positivamente el número de hojas con el rendimiento en condición enmalezada, lo que asegura que a mayor número de hojas, mayor es el rendimiento en condición enmalezada; también el número de hojas se correlacionó con el porcentaje de pérdida limpio-enmalezado, pero en este caso en forma negativa, lo que indica que a mayor número de hojas del genotipo, menor es el porcentaje de pérdida cuando se somete a competencia con la maleza.

El porcentaje de cobertura foliar de cada genotipo se asoció negativamente con la materia seca de maleza presentada, lo que prueba la supresión de maleza conforme mayor es la cobertura foliar del frijol. También la cobertura foliar se correlacionó con el rendimiento enmalezado, pero positivamente, manifestando así, que el rendimiento en condición de competencia con la maleza es mayor cuanto mayor sea el porcentaje de cobertura foliar del genotipo. Para el porcentaje de pérdida limpio-enmalezado es menor cuanto mayor es la cobertura foliar de cada genotipo de frijol.

La variable días a floración (precocidad del genotipo) no presentó correlación con ninguna de las variables mencionadas al inicio, ni en el ciclo de riego, ni en el de temporal.

Los días a formación de la primera y tercera hoja trifoliada, que indica la velocidad en la formación de hojas o velocidad de crecimiento inicial, se correlacionaron positivamente con la cantidad de maleza. Lo que indica que el menor tiempo en formación de hojas trifoliadas de la planta de frijol provoca mayor supresión en cantidad de maleza que pueda presentarse. Estas variables sólo se pudieron correlacionar en el ciclo de temporal.

Cuadro 27. Análisis de correlación entre variables en cada ciclo de cultivo.

	CICLO DE RIEGO				CICLO DE TEMPORAL			
	MALEZ	REENM	DIREN	POPERE	MALEZ	REENM	DIREN	POPERE
EME	0.10941 0.5253	-0.39786* 0.0163	0.00344 0.9841	0.39745* 0.0164	0.32539 0.0528	0.03139 0.8558	-0.22557 0.1859	-0.15984 0.3518
ALT	-0.09366 0.5869	-0.00133 0.9938	-0.09023 0.6007	-0.05991 0.7285	-0.13012 0.4494	-0.08929 0.6045	0.05341 0.7570	0.09146 0.5958
HOJ	-0.22959 0.1780	0.67483* 0.0001	0.27237 0.1080	-0.41911* 0.0110	-0.41126* 0.0127	0.39272* 0.0178	-0.01837 0.9153	-0.27073 0.1103
PRI					0.46685* 0.0041	-0.06727 0.6967	-0.21034 0.2182	-0.05301 0.7588
TER					0.46400* 0.0044	-0.20358 0.2337	-0.21072 0.2174	-0.03084 0.8583
COB	-0.49107* 0.0024	0.47138* 0.0037	0.19546 0.2533	-0.32809* 0.0508	0.53988* 0.0007	0.13762 0.4235	0.29755 0.0780	0.13273 0.4403
FLO	-0.15352 0.3714	0.09956 0.5635	-0.00594 0.9726	-0.12932 0.4522	0.13954 0.4170	0.23274 0.1719	-0.04353 0.8010	-0.21394 0.2102

* Significancia al 5% EME= Días a la emergencia
 ALT= Altura al primer nudo foliar
 HOJ= Número de hojas a 40 días
 PRI= Días a formación de 1° hoja trifoliada
 TER= Días a formación de 3° hoja trifoliada
 COB= % de cobertura foliar a 50 días
 FLO= Días a floración

MALEZ= Materia seca de maleza
 REENM= Rendimiento enmalezado
 DIREN= Diferencia en rendimiento limpio-enmalezado
 POPERE= Porcentaje de pérdida en rendimiento limpio-enmalezado.

4.11. Discusión general

En el estudio de la competencia maleza-cultivo se involucran tanto los factores inherentes al cultivo y la maleza, como las condiciones ambientales y de manejo del cultivo.

El efecto que pueden tener los factores antes mencionados de clima y manejo del cultivo, pueden afectar tanto a la maleza como al cultivo. Lo anterior se pudo comprobar desde el inicio del ensayo, donde las condiciones de temperatura afectaron la germinación del cultivo y las condiciones hídricas posiblemente también afectaron la capacidad de despegue del frijol. También se vieron afectadas, debido a las condiciones de manejo, la composición y cantidad de maleza presente en el experimento, lo cual fue notado claramente en el ciclo de temporal en donde cambiaron la composición (se presentaron malezas menos agresivas) y la densidad (hubo menos cantidad de materia seca de maleza por metro cuadrado) con respecto al ciclo de riego.

Los bajos rendimientos mostrados por los genotipos en el ciclo de temporal obedecen principalmente al ataque del picudo del ejote *Apion godmani*; dicha plaga hizo disminuir el rendimiento de grano.

Las variables respuestas más influyentes en la capacidad competitiva del frijol se comenzaron a notar desde el inicio del ciclo de cultivo, con la velocidad de emergencia, dentro de los cuales destacaron los genotipos G08 (Pinto Hidalgo), G07 (Oaxaca 268) y G12 (Flor de Junio) que también presentaron tendencia a suprimir la maleza y fueron los menos afectados en su rendimiento cuando se sometieron a competir contra estas.

La altura al primer nudo indica en cierto modo la capacidad de despegue de la planta y posiblemente la longitud del tallo de la misma; los genotipos de más alto valor fueron G08 (Pinto Hidalgo) y G07 (Oaxaca 268); pero no fue para G12 (Flor de Junio), que mostró tendencia a suprimir la maleza y rendimiento alto en condiciones enmalezadas. Por otro lado, al medir el grado de asociación de la variable altura del primer nudo con otras variables seleccionadas, tales como: porcentaje de pérdida en rendimiento cuando se somete a competencia con la maleza, y supresión de la maleza, en ninguno de los dos ciclos existió algún grado de asociación.

El número de días a la formación de la primera y tercera hoja trifoliada indica la velocidad de formación del dosel, lo que ha sido tomado por algunos autores como Muzik (1970), García y Fernández (1991) y Wortmann (1993), como un indicio de la velocidad de crecimiento tendiente a un desarrollo temprano, lo cual confiere a la planta de frijol características de aptitud competidora hacia la maleza. Debido a los resultados del ensayo, en efecto, esta variable respuesta está fuertemente relacionada con la supresión de malezas, ya que los genotipos que mostraron menor número de días en la formación de la primera y tercera hoja trifoliada, fueron sobresalientes en la tendencia a la supresión de malezas.

La cantidad de hojas, como característica propia de cada genotipo, es un buen indicador para seleccionarlos como buenos competidores contra la maleza. Esta aseveración también fue considerada por Wortmann (1993) y Guzmán (1995), quienes mencionan la abundancia de hojas como factor condicionante de la aptitud competitiva y como criterio básico en la selección de genotipos para suprimir malezas. En este ensayo los más sobresalientes fueron: G12 (Flor de Junio), G07 (Oaxaca 268) y G08 (Pinto Hidalgo), y además fueron los más eficientes en cuanto a rendimiento en condiciones de competencia con la maleza.

El porcentaje de cobertura foliar, exhibida por cada genotipo, está muy relacionado con la cantidad de hojas (discutido en el parrafo anterior), y los datos lo confirman, ya que G12 (Flor de Junio), G07 (Oaxaca 268) y G08 (Pinto Hidalgo), además de G10 (Bayo Madero) y G11 (Negro 150 Llr #31) fueron los más sobresalientes en cuanto a cobertura foliar.

Por otro lado la biomasa de maleza fue afectada no sólo por el genotipo del cultivo, sino por las condiciones de manejo que se le dio al mismo; prueba de ello fue la mayor cantidad de maleza presentada en el ciclo de riego. Sin embargo, fue notoria la tendencia a suprimir la maleza por G12 (Flor de Junio), G09 (Flor de Mayo RMC), G10 (Bayo Madero) y G08 (Pinto Hidalgo). Malik *et al.* (1993) mencionan que los cultivares de hábitos indeterminados redujeron la biomasa total de la maleza, así mismo Urwin *et al.* (1996) mencionan que el hábito de crecimiento de enredadera produjo un dosel más denso y más supresión de la maleza.

El número de días a floración que de cierta manera indica la precocidad del genotipo, es mencionado por Solís (1988), quien dice que los genotipos más tardíos fueron los que presentaron mayor aptitud competitiva. Por lo contrario Campos (1982) menciona que los cambios en menor porcentaje de rendimiento de grano entre enmalezado y limpio, se dio en los de ciclo precoz. Sin embargo, en el presente ensayo no se pudo relacionar el factor precocidad con la capacidad del genotipo para competir contra la maleza. Cabe hacer mención que G12 (Flor de Junio) presentado como uno de los genotipos con características más sobresalientes en este estudio, fue uno de los más tardíos.

Los componentes del rendimiento en general fueron disminuidos por la competencia de la maleza hacia el cultivo del frijol. Algunos estudios previos lo confirman como el hecho por Fischer (1980), quien menciona que la

competencia que las malezas ejercen sobre el cultivo, se manifiesta en la disminución del rendimiento, consecuencia de la competencia temprana; Urzúa (1990) observó también que cuando no se controlan las arvenses se redujeron la producción de frijol, el número de vainas por planta y número de semillas por vaina. Además Torres (1990) también menciona que se redujo el número de vainas y el tamaño de éstas. Otros autores han afirmado lo mismo, como Rosas (1991), Ruiz (1996) y Blackshaw (1991), quienes concluyeron que la competencia ejercida por la maleza sobre el cultivo del frijol reduce el rendimiento de grano.

Finalmente, los genotipos que mostraron mayor rendimiento en condiciones de competencia con la maleza fueron: G12 (Flor de Junio), G08 (Pinto Hidalgo) y G07 (Oaxaca 268) en el ciclo de riego; y G06 (Pedigrí 540), G08 (Pinto Hidalgo), G12 (Flor de Junio) y G07 (Oaxaca 268) en el ciclo de temporal. Lo anterior da lugar a afirmar que G12 (Flor de Junio) y G08 (Pinto Hidalgo) presentes en los listados anteriores, también sobresalieron como los que presentaron tendencia a suprimir la maleza.

V. CONCLUSIONES

Con base en las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo y a los resultados del mismo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La competencia ejercida por la maleza ocasionó disminución diferencial en todos los componentes del rendimiento y rendimiento de grano en el frijol.
2. El grado de competencia maleza-cultivo dependió de la cantidad de maleza, genotipo del cultivo, ciclo y labores iniciales de cultivo.
3. La velocidad alta en la emergencia y crecimiento inicial rápido (formación de hojas) otorgan ventaja adicional a la planta de frijol para competir contra las malas hierbas.
4. Los genotipos con mayor número de hojas y amplia cobertura del dosel mostraron supresión de la maleza y rendimientos altos en competencia con ella.
5. La precocidad no es un elemento decisivo en la relación de competencia maleza-cultivo.
6. Flor de junio mostró tendencia a suprimir la maleza, y en general también el resto de los genotipos de hábitos IV y III.
7. Los genotipos Flor de Junio, Pinto Hidalgo y Oaxaca 268 fueron los más eficientes en lo referente a capacidad competitiva contra la maleza.

VI. LITERATURA CITADA

- Aldrich, J. R. 1984. Weed-Crop Ecology "Principles in Weed management". Breton Publishers. Massachusetts, USA. P. 194.
- Alvarado M., J. J. 1976. Dinámica de la extracción de N P y K y de algunos parámetros fisiológicos en asociaciones de *Simsia amplexicaulis* (Cav) Pers. y *Amaranthus* spp. en dos densidades de población con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Botánica-C.P. Chapingo, México. P. 82-98.
- Anderson, W. P. 1983. Weed Science: Principles. West Publishing Company. USA. P. 33-40.
- Blackshaw, E. R. 1991. Hairy Nightshade (*Solanum sarrachoides*) Interference in Dry Beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 39:48-53.
- Begón, M., J. Harper L., y C. Townsend R. 1988. Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades. Omega, S.A. Barcelona España. P. 254-267.
- Braun B., J. 1979. Fitosociología. Base para el estudio de las comunidades vegetales. H. BLUM ediciones. Madrid, España. P. 539-543.
- Brewer, R. 1979. Principles of Ecology. Saunders College, USA. P.103-110.
- Campos E., A. E. 1983. Respuesta del rendimiento físico y económico del frijol al efecto de las malezas, plagas y sistemas de producción. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de de Genética - C.P. Chapingo, México. P. 81-83.
- Crawel, J. M. 1986. Plant ecology. Blackwell Scientific Publications. London, Great Britain. P. 52-59.
- Duke, O. S. 1985. Weed Physiology. Volume I. Reproduction and Ecophysiology. CRC Press, Inc. Florida, USA. P. 113-125.
- Etherington, R. J. 1975. Environment and Plant Ecology. WILEY & SONS. Manchester, USA. P. 395-403.
- Everaarts, A. P. 1992. Response of weeds to the method of fertilizer application on low-fertility acid soils in Suriname. Weed Research 32: 391-397.

- Fischer C., A. 1980. Algunos aspectos de la competencia malezas cultivo. Folleto Mimeografiado. Departamento de Parasitología Agrícola - UACH. Chapingo, México. Paginación varia.
- García T., L. y C. Fernández Q. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Mundi-Prensa. Madrid, España. P. 27-32 y 73-76.
- Grime, P. J. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. LIMUSA. México, D.F. P.23-35.
- Gupta, P. O., and P. Lamda S. 1978. Modern Weed Science. - in the tropics and sub-tropics. Today and Tomorrow's Printers & Publishers. New Delhi, India. P. 43-53.
- Guzmán R., H. J. 1995. Efecto de las estructuras foliares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el crecimiento de la maleza. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia-UACH. Chapingo, México. P 82-93.
- Lugo M., and E. Talbert R. 1989. Large crabgrass and smooth pigweed interference in snap bean. Arkansas State Horticultural Society. En Weed Abstracts (1992) vol. 41 No. 1.
- Malik, V. S., J. Swanton C., and E. Michaels T. 1993. Interaction of White Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars, Row Spacing, and Seeding Density with Annual Weeds. Weed Science 41:62-68.
- Marsico O., J. V. 1980. Herbicidas y control de malezas. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. P. 1-3.
- Mercado, I. B. 1979. Introduction to weed Science Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture. College, Laguna. Philippines. P. 22-32.
- Muzik, J. T. 1970. Weed Biology and Control. Mc Graw-Hill Book Company. USA. P. 63-65.
- Osuna A., M. 1987. Competencia entre cinco variedades de frijol comun (*Phaseolus vulgaris*). Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Genética-C.P. Montecillos, México. P. 101 y 102.
- Patterson, D. T., P. Flint E., and L. Beyers J. 1984. Effects of CO₂ Enrichment on Competition Between a C₄ Weed and a C₃ Crop. Weed Science 32:101-105.

- Ponce A., A. 1994. Evaluación de la habilidad competitiva hacia la maleza en 11 cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Chapingo, México. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia-UACH. Chapingo, México. P 29-34.
- Pujadas S., A. Y J. E. Hernández B. 1988. Concepto de la mala hierba. ITEA. P. 47-56.
- Putman, J. R., and S. Wratten D. 1984. Principles of Ecology. Chapman and Hall Ltd. London, Great Britain. P. 127-151.
- Quasen, J. R. 1992. Nutrient accumulation by weeds and their associated vegetable crops. Journal of Horticultural Science. V 67(2). P. 189-195.
- Quiroz M., J. L. 1993. Mecanismos de interferencia en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y maleza. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola - UACH. Chapingo, México. P. 108 y 109.
- Rodríguez Z., C. 1986. Fotosíntesis, transpiración, eficiencia en el uso del agua, análisis de crecimiento de cuatro cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de soctotado. Centro de Botánica - C.P. Chapingo, México. P. 237-244.
- Rosas M., A. 1991. Métodos de control de maleza en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado en dos sistemas de labranza. Tesis profesional. Departamento de Parsitología - UACH. Chapingo, México. P. 30-39.
- Ross, M. A. and C. A. Lembi. 1985. Applied weed science. Burgess Publishing. Minnesota, USA. P. 1-6.
- Ruiz S., E. 1996. Control de la maleza en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo tres sistemas de labranza y dos distribuciones de siembra en Chapingo, México. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola - UACH. Chapingo, México. P. 48.
- Solís M., E. 1988. Componentes de competencia en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Genética-C.P. Montecillos México. P. 96-97.
- Solorzano V., R. 1982. Clasificación de hábitos de crecimiento en *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Botánica - C.P. Chapingo, México. P. 5-7.

- Torres S., J. G. 1990. Control químico postemergente de la maleza en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Chapingo, México. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola - UACH. Chapingo, México. P. 38-41 y 61.
- Urwin C., P., G. Wilson R., and A. Mortensen D. 1996. Late season weed suppression from dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. Weed technology champaign, III. The Weed Science Society of America. V. 10 (4) P. 699-704.
- Urzúa S., F. 1990. Efecto de tratamientos de control sobre las poblaciones y gremios de arvenses en cultivos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. y maíz *Zea mays* L. (Quinto año de estudio y análisis global). Tesis de maestría en ciencias. Centro de Botánica - C:P. Montecillos, México. P. 91-96.
- Valverde R., L. y Araya R. 1986. Tolerancia a la competencia de las malezas en seis cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. Turrialba Vol. 36. No. 1. p. 59-64.
- White, J. 1985. The Population Structure of vegetation. Handbook of vegetation science part III. Dr. W. Junk Publishers. Netherlands. P. 612-617.
- Williams, J. D., and H. Groves R. 1980. The influence of temperature and photoperiod on growth and development of *Parthenium hysterophorus* L. Weed Research 20: 47-52.
- Wilson, G. R. 1993. Wild Proso Millet (*Panicum miliaceum*) Interference in Dry Beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 41: 607-610.
- Wortmann, C. S. 1993. Contribution of bean morphological characteristics to weed suppression. American Society of Agronomy. Agronomy Journal. V. 85(4) P. 840-843.
- Zimdhal, L. R. 1980. Weed-crop competition: A review. International Plant Protection Center. Oregon, USA. P. 11-19.
- 1993. Fundamentals of weed science. Academic Press, Inc. California, USA. P. 109-123.
- Zollinger, R. K., and J. Kells J. 1993. Perennial Sowthistle (*Sonchus arvensis*) Interference in Soybean (*Glycine max*) and Dry Edible Bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology 7:52-56.

VII. APÉNDICE

Cuadro A1. Comparación de genotipos con base a días a la emergencia en los dos ciclos de cultivo.

GENOTIPO	RIEGO	TEMPORAL
G01	9.83 abcd	10.17 abcd
G02	10.67 ab	10.67 ab
G03	10.83 a	10.33 abcd
G04	9.67 abcd	9.83 abcd
G05	10.50 abc	9.67 abcd
G06	10.17 abcd	9.50 abcd
G07	9.67 abcd	9.00 bcd
G08	9.83 abcd	8.83 cd
G09	9.50 abcd	8.67 d
G10	10.67 ab	10.50 abc
G11	10.00 abcd	8.83 cd
G12	9.83 abcd	9.17 abcd

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 1.71

Cuadro A2. Comparación de genotipos con base a la altura al primer nudo en los dos ciclos de cultivo.

GENOTIPO	RIEGO	TEMPORAL
G01	3.43 ghi	3.15 hi
G02	4.72 cde	2.88 i
G03	3.83 fg	3.40 ghi
G04	3.62 gh	3.37 ghi
G05	5.18 bc	4.43 de
G06	3.85 fg	3.28 ghi
G07	4.80 cde	4.25 ef
G08	4.88 cd	4.27 ef
G09	3.82 fg	3.47 gh
G10	6.65 a	5.65 b
G11	5.15 bc	4.43 de
G12	4.47 de	3.65 gh

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 0.58

Cuadro A3. Comparación de genotipos con base al porcentaje de cobertura foliar en los dos ciclos de cultivo.

GENOTIPO	RIEGO	TEMPORAL
G01	58.33 c	68.67 abc
G02	76.67 abc	74.00 abc
G03	64.33 bc	63.33 bc
G04	81.67 abc	69.67 abc
G05	71.67 abc	81.00 abc
G06	76.00 abc	71.33 abc
G07	88.33 ab	85.00 abc
G08	78.33 abc	89.00 ab
G09	68.33 abc	89.67 ab
G10	86.33 abc	91.33 ab
G11	80.00 abc	91.33 ab
G12	94.33 a	90.67 ab

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 29.43

Cuadro A4. Comparación de genotipos con base a la materia seca de maleza en los dos ciclos de cultivo.

GENOTIPO	RIEGO	TEMPORAL
G01	399.24 ab	111.59 defghi
G02	318.31 abcdef	171.52 cdefghi
G03	320.57 abcde	192.31 bcdefghi
G04	325.77 abcde	202.86 abcdefghi
G05	394.51 abc	114.35 defghi
G06	330.57 abcde	97.21 fghi
G07	332.71 abcd	107.59 efghi
G08	359.71 abc	49.95 hi
G09	305.71 abcdefg	76.89 hi
G10	310.84 abcdefg	132.85 defghi
G11	423.64 a	88.80 ghi
G12	259.04 abcdefgh	18.60 i

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 223.28

Cuadro A5. Comparación de genotipos con base al número de vainas por planta en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	LIMPIO	ENMALEZADO
G01	28.20 ab	13.40 fg
G02	33.07 a	14.07 efg
G03	23.07 bcd	13.00 fg
G04	21.48 bcde	9.40 fg
G05	15.58 def	7.28 g
G06	27.05 ab	12.28 fg
G07	23.40 bc	13.85 efg
G08	24.17 bc	9.90 fg
G09	23.20 bcd	10.46 fg
G10	21.43 bcde	10.62 fg
G11	21.35 bcde	11.95 fg
G12	16.72 cdef	12.07 fg

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 7.74

Cuadro A6. Comparación de genotipos con base al número de granos por vaina en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	LIMPIO	ENMALEZADO
G01	5.18 a	4.38 abcdef
G02	3.78 defgh	3.72 efgh
G03	4.77 abc	4.28 bcdef
G04	5.07 ab	4.90 ab
G05	3.23 ghi	2.72 i
G06	4.87 ab	4.72 abc
G07	4.83 ab	3.97 cdefgh
G08	5.00 ab	4.48 abcde
G09	4.55 abcd	3.82 defgh
G10	3.57 fgh	3.15 i
G11	4.78 abc	4.28 bcdef
G12	4.55 abcd	3.98 cdefg

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 0.83

Cuadro A7. Comparación de genotipos con base a la longitud de vaina en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	LIMPIO	ENMALEZADO
G01	7.62 efgh	6.75 h
G02	7.57 efgh	7.22 fgh
G03	9.03 abc	8.32 bcde
G04	9.52 a	8.60 abcde
G05	7.22 fgh	6.87 h
G06	8.08 cdef	6.92 gh
G07	9.00 abc	8.13 cdef
G08	8.90 abcd	8.00 cdef
G09	8.90 abcd	8.08 cdef
G10	7.63 efgh	6.83 h
G11	9.23 ab	8.08 cdef
G12	8.50 abcde	7.92 defg

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 1.03

Cuadro A8. Comparación de genotipos con base al número de nudos con vainas en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	LIMPIO	ENMALEZADO
G01	8.13 ab	4.73 cdef
G02	6.52 bc	4.48 def
G03	5.97 cd	4.58 def
G04	6.38 bc	4.13 ef
G05	5.38 cde	3.82 ef
G06	8.58 a	5.27 cdef
G07	6.45 bc	4.98 cdef
G08	5.12 cdef	4.73 cdef
G09	4.43 def	4.20 def
G10	5.02 cdef	4.20 def
G11	5.07 cdef	4.32 def
G12	3.90 ef	3.55 f

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 1.78

Cuadro A9. Comparación de genotipos con base al rendimiento de grano (kg/ha) en los dos ciclos de cultivo.

GENOTIPO	RIEGO	TEMPORAL
G01	1525.5 bcde	1056.0 ef
G02	1224.9 bcde	1290.9 bcde
G03	1909.3 b	1399.3 bcde
G04	1564.9 bcde	1145.2 cdef
G05	1087.7 def	472.8 f
G06	1878.0 bc	1895.1 b
G07	2740.6 a	1527.1 bcde
G08	2809.4 a	1628.5 bcde
G09	1491.9 bcde	1691.1 bcde
G10	1593.2 bcde	1555.5 bcde
G11	1648.9 bcde	1724.2 bcde
G12	1808.2 bcd	1475.4 bcde

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 739.68

Cuadro A10. Comparación de genotipos con base al rendimiento de grano (kg/ha) en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	LIMPIO	ENMALEZADO
G01	1960.3 cd	621.2 fgh
G02	1855.2 cde	660.6 fgh
G03	2526.4 bc	782.3 fgh
G04	2174.6 bc	535.5 gh
G05	1300.3 def	260.2 h
G06	2738.7 ab	1034.4 fg
G07	3280.9 a	986.8 fgh
G08	3347.3 a	1090.5 fg
G09	2403.9 bc	779.1 fgh
G10	2403.8 bc	744.9 fgh
G11	2491.8 bc	881.3 fgh
G12	2150.6 bc	1133.0 efg

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 739.68

Cuadro A11. Comparación de genotipos con base al peso (g) de cien granos en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	LIMPIO	ENMALEZADO
G01	17.86 l	17.12 l
G02	26.78 hi	25.36 ij
G03	29.16 gh	26.23 hi
G04	21.61 k	20.03 kl
G05	41.75 bc	38.75 c
G06	22.23 jk	19.35 kl
G07	34.68 d	33.35 de
G08	30.75 efg	29.63 fgh
G09	31.18 defg	31.08 efg
G10	48.75 a	42.53 b
G11	26.61 hi	25.18 ij
G12	32.76 def	30.47 efg

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 3.52

Cuadro A12. Comparación de genotipos con base al volumen (ml) de cien granos en las dos condiciones de competencia maleza-cultivo.

GENOTIPO	LIMPIO	ENMALEZADO
G01	14.83 k	14.00 k
G02	22.17 gh	21.33 ghi
G03	24.33 efg	22.50 gh
G04	17.00 ijk	16.00 jk
G05	34.50 bc	32.67 cd
G06	19.67 hij	15.50 jk
G07	27.67 ef	25.67 efg
G08	25.00 efg	24.00 fgh
G09	27.83 ef	27.33 ef
G10	43.17 a	38.33 b
G11	22.67 gh	21.67 gh
G12	28.50 de	24.50 efg

Valores con al menos una letra repetida son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$)
DMS = 4.36

