

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



CRUZAMIENTO NATURAL EN CULTIVARES DE *Phaseolus vulgaris* L.  
EN RELACION A DIFERENTES DISTANCIAS Y CONDICIONES  
DE MANEJO DURANTE LA FLORACION

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

JOEL RODRIGUEZ LOPEZ

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1991

T  
SB3 27  
R63  
C.1



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CRUZAMIENTO NATURAL EN CULTIVARES DE  
Phaseolus vulgaris L. EN RELACION A DIFERENTES  
DISTANCIAS Y CONDICIONES DE MANEJO  
DURANTE LA FLORACION

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JOEL RODRIGUEZ LOPEZ

MARIN, N.L.

JUNIO DE 1991.

10791 e

T  
SB327  
R63

  
Biblioteca Central  
Maaza Solidaridad  
F. Tesis

  
BU Raul Rangel Fides  
UANL  
FONDO  
RESILIENCIATURA

040.633  
FAB  
1991  
0.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

T E S I S

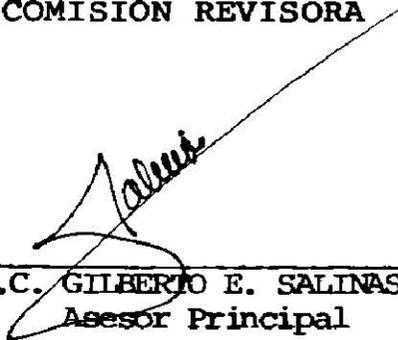
CRUZAMIENTO NATURAL EN CULTIVARES DE Phaseolus vulgaris L. EN  
RELACION A DIFERENTES DISTANCIAS Y CONDICIONES DE MANEJO DURAN  
TE LA FLORACION.

Elaborada por

JOEL RODRIGUEZ LOPEZ

ESTA TESIS HA SIDO REVISADA Y APROBADA POR EL COMITE SUPERVISOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO  
AGRONOMO FITOTECNISTA

COMISION REVISORA

  
\_\_\_\_\_  
ING. M.C. GILBERTO E. SALINAS GARCIA  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
ING. M.C. MAURILIO MARTINEZ RDGZ.  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
ING. M.C. NAHUM ESPINOSA MORENO.-  
Asesor

MARIN, N.L.

JUNIO DE 1991..

## DEDICATORIAS

A DIOS GRACIAS.

A MIS PADRES

Julián Rodríguez Dávila

Nicolasa López González

Con respeto, amor, cariño y eterno agradecimiento por el apoyo que me brindaron tanto económico como moral para hacer posible la culminación de mi carrera. Por su sacrificio y confianza

Gracias.

A MIS HERMANOS Y CUÑADAS:

Hermerejildo y Rosa María

Angel y Ma. Francisca (+); Ma. del Socorro

Agustín

Francisco

Con admiración y respeto, por su apoyo y comprensión en los momentos difíciles de mi carrera.

A MIS SOBRINOS:

Luz María

Ricardo

Verónica

Cecilia

José Manuel

A TODOS MIS FAMILIARES:

Con afecto y gratitud.

A MIS AMIGOS:

Roberto M. M.; Emilio J. C.; Manuel de J. J.M.; Daniel H.C.;  
Eloy M.H.; Francisco R.F.; Eleuterio M.L.; José G.V.; Antonio  
T.F.; Ramón D.H.

Con quien compartí momentos inolvidables difíciles y de alegría  
en Marín, N.L. durante la formación de nuestra carrera profesion  
al, por su amistad gracias.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE LA GENERACION 1985-1989 DE  
INGENIEROS AGRONOMOS FITOTECNISTAS:

Con quien compartí momentos inolvidables durante la formación  
de nuestra carrera.

Jorge, Juan, Ernesto, Felipe, Luis, Mario, Osiel, Paz, Rafael,  
Roque, Rubén, Santos, Segura y Venancio.

Por su amistad, gracias.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M.C. Gilberto E. Salinas García; por la dirección y sugerencias en la realización de esta investigación.

Al Ing. M.C. Maurilio Martínez Rodríguez; por la revisión y sugerencias en la presentación de este trabajo.

Al Ing. M.C. Nahúm Espinosa Moreno; por su ayuda en la realización del análisis estadístico.

Al Ing. M.C. Jesús Pedroza Flores; por su colaboración en la revisión de este trabajo.

Al Ing. M.C. Leonel Romero Herrera; por su apoyo en la formación de mi vida profesional.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Al Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo para las Partes Bajas de Nuevo León (P.M.M.F. y S.).

A Yolanda, por la escritura mecanográfica de esta tesis.

A todas las personas que hicieron posible este trabajo.

A TODOS GRACIAS.-

# CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS. . . . .	viii
R E S U M E N . . . . .	xiii
1. INTRODUCCION. . . . .	1
2. LITERATURA REVISADA. . . . .	3
2.1. Botánica del frijol. . . . .	3
2.2. El cruzamiento natural en el frijol. . . . .	3
2.2.1. Factores que influyen en el cruzamiento natural. . . . .	5
2.2.2. Experimentos similares. . . . .	7
2.3. El cruzamiento artificial en frijol. . . . .	11
2.3.1. Factores que influyen en el cruzamiento artificial. . . . .	12
2.3.2. Experimentos realizados. . . . .	14
2.4. Genes marcadores. . . . .	16
3. MATERIALES Y METODOS. . . . .	18
3.1. Localización del trabajo. . . . .	18
3.2. Materiales. . . . .	18
3.2.1. Material genético. . . . .	18
3.2.2. Material no genético. . . . .	20
3.3. Métodos. . . . .	21
3.3.1. Factores del experimento. . . . .	21
3.3.2. Especificaciones del experimento. . . . .	24
3.3.3. Diseño experimental. . . . .	25
3.3.4. Desarrollo del experimento. . . . .	27
3.3.4.1. Fase de campo. . . . .	27
3.3.4.2. Fase de vivero. . . . .	31
4. RESULTADOS. . . . .	34
4.1. Fase de campo. . . . .	34
4.1.1. Efectos principales, . . . . .	35
4.1.2. Interacción. . . . .	40

	Página
4.2. Fase de campo. . . . .	40
4.2.1. Efectos principales. . . . .	41
4.2.2. Interacción. . . . .	43
5. DISCUSION. . . . .	49
6. CONCLUSIONES. . . . .	54
7. RECOMENDACIONES. . . . .	55
8. BIBLIOGRAFIA CITADA. . . . .	56
9. APENDICE. . . . .	58

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<u>Cuadro</u>	Página	
<b>Cuadros del Texto:</b>		
1	Porcentaje de cruzamiento natural en frijol común en relación a tres diferentes distancias obtenidas en Chapingo, México (Miranda, 1971). . . . .	8
2	Porcentaje de plantas con señal de cruzamiento en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, M.L. (Carreón, 1988). . . . .	10
3	Porcentaje de cruzamiento natural e inducido en frijol común logrados en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. (Zapata, 1988) . . . . .	11
4	Porcentaje de eficiencia de cruzamiento en frijol común usando el método convencional y comparándolo con dos condiciones. . .	14
5	Porcentaje de cruzamiento artificial en frijol común obtenidos en el Campo Agrícola Experimental "El Horno", Chapingo, México; Roque, Guanajuato; Los Mochis, Sinaloa; bajo condiciones de campo e invernadero (Andrade, 1976). . . . .	15
6	Porcentaje de cruzamiento artificial en frijol común logrados en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia (Hernández y Tay, 1975). . . . .	16
7	Condiciones ambientales prevalecientes durante el desarrollo del cultivo establecido en el Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L. en Marín, N.L. Primavera, 1989. . . . .	18
8	Algunas características agronómicas importantes de los cultivares utilizados como progenitores. . . . .	20

<u>Cuadro</u>		Página
9	Análisis de varianza para la variable por ciento de coincidencia de floración entre progenitores. . . . .	34
10	Características del proceso de floración de los cultivares bajo el sistema de siembra. . . . .	35
11	Características del proceso de floración de los cultivares de acuerdo a su respectivo cruzamiento. . . . .	37
12	Características del proceso de floración de los cultivares bajo la condición de manejo. . . . .	37
13	Análisis de varianza para la variable porcentaje de cruzamiento natural e inducido en <u>Phaseolus vulgaris</u> L. . . . .	40
14	Por ciento de cruzamiento natural, de acuerdo al sistema de siembra en relación al número de plantas con señal de cruzamiento. . . . .	41
15	Porcentaje de cruzamiento natural entre los cruzamientos en relación al número de plantas con señal de cruzamiento. . .	43
16	Por ciento de cruzamiento natural e inducido, entre las condiciones de manejo en relación al número de plantas con señal de cruzamiento. . . . .	43
17	Porcentaje de cruzamiento natural en la interacción entre el sistema de siembra y los cruzamientos. . . . .	46
18	Porcentaje de cruzamiento natural en la interacción entre el sistema de siembra y las condiciones de manejo. . . . .	46
19	Porcentaje de cruzamiento natural e inducido en la interacción entre los cruzamientos y condiciones de manejo. . . . .	47
20	Porcentaje de cruzamiento natural e inducido en la interacción entre el sistema de siembra, cruzamientos y condiciones de manejo. . . . .	48

## Cuadros del Apéndice:

1A	Análisis de varianza para la variable días a inicio de floración de los progenitores con el caracter recesivo. . . . .	59
2A	Análisis de varianza para la variable días a inicio de floración de los progenitores con caracter dominante. . . . .	60
3A	Análisis de varianza para la variable término de floración del progenitor con caracter recesivo. . . . .	61
4A	Análisis de varianza para la variable término de floración del progenitor con caracter dominante. . . . .	62
5A	Análisis de varianza para la variable período de floración del progenitor con caracter recesivo. . . . .	63
6A	Análisis de varianza para la variable período de floración del progenitor con caracter dominante. . . . .	64
7A	Análisis de varianza para la variable plantas con producción con el caracter recesivo. . . . .	65
8A	Análisis de varianza para la variable cantidad de semillas por planta con el caracter recesivo. . . . .	66
9A	Análisis de varianza para la variable plántulas emergidas. . . . .	67
10A	Valores de cosecha de acuerdo al sistema de siembra. . . . .	68
11A	Valores de cosecha de los cultivares con caracter recesivo. . . . .	68
12A	Valores de cosecha en función a la condición (manejo). . . . .	68

## Figuras del Texto:

1	Organos reproductivos del frijol común ( <u>Phaseolus vulgaris</u> L.) a) botón floral; b) flor; c) pedicelo; d) brácteolas; e) cáliz f) estandarte; g) alas; h) androceo (10 estambres cada uno con filamento y antera); i) gineceo (ovario, estilo y estigma); j) quilla (helicoidal); k) fruto (vaina). FUENTE: Nuñez G.S. (1979). . . . .	4
2	Distribución de la temperatura media mensual y de la precipita ción total durante el desarrollo del cultivo en el Campo Agrí cola Experimental de la F.A.U.A.N.L. Marín, N.L. Primavera 1989. . . . .	19
3	Arreglo topológico de los sistemas de siembra para asegurar la interacción entre progenitores. . . . .	23
4	Croquis del experimento y la distribución de los sistemas de siembra, cruzamientos y condiciones de manejo aplicados duran te la etapa de floración. . . . .	25
5	Características de una cama de siembra correspondiente a la fa se vivero del experimento. . . . .	32
6	Valores promedios de la coincidencia de floración entre genoti pos de acuerdo al sistema de siembra. . . . .	36
7	Valores promedio de la coincidencia de floración entre los ge notipos de acuerdo a los cruzamientos entre cultivares. . . . .	38
8	Valores promedios de la coincidencia de floración entre los ge notipos de acuerdo a la condición de manejo durante la etapa de floración. . . . .	39
9	Valores promedios del porcentaje de cruzamiento de acuerdo al sistema de siembra. . . . .	42

<u>Figura</u>		Página
10	Valores promedios del porcentaje de cruzamiento de acuerdo a los cruzamientos entre progenitores. . . . .	44
11	Valores promedios del porcentaje de cruzamiento de acuerdo a la condición de manejo aplicada durante la etapa de flora---ción. . . . .	45

## R E S U M E N

Entre los métodos de mejoramiento genético del frijol común Phaseolus vulgaris L. se tiene la hibridación, la cual tiene como objetivo principal el incrementar la variabilidad genotípica, seleccionar y conjuntar características agronómicas deseables en nuevos genotipos.

Tomando en cuenta que el cruzamiento artificial requiere de material e instalaciones especiales, así como de técnicos capacitados para su ejecución, resulta muy costoso en relación al bajo porcentaje de cruzamiento artificial obtenido.

Por lo anterior, el presente trabajo tuvo la finalidad de determinar y comparar condiciones diferentes de origen natural y artificial que pudieran influir en el cruzamiento planteando así los objetivos siguientes: 1) Determinar el efecto de la distancia entre los cultivares en la ocurrencia del cruzamiento natural e inducido; 2) cuantificar el efecto de los progenitores utilizados en los cruzamientos; 3) verificar el efecto de la entomofauna sobre el cruzamiento natural e inducido en la etapa de floración y 4) estimar el efecto de la aplicación de insecticida durante la etapa de floración en la inducción del cruzamiento.

El experimento estuvo formado por: a) dos arreglos topológicos, sistema de siembra en surcos con una separación de 0.80 m entre surcos y 0.10 m entre plantas y sistema de siembra en melgas semeando un sistema de tresbolillo con una separación entre hileras de 0.15 m y 0.10 m entre cultivares; b) tres combinaciones entre los genotipos utilizados, Selección #4 x Negro Jamapa, Selección #4 x Agrarista, Canario 101 x Negro Jamapa; c) cuatro condiciones de manejo durante la etapa de floración aplicación de insecticida, aplicación de agua, rozamiento entre guías y natural (testigo). Lo anterior se tuvo bajo un arreglo en franjas con parcelas divididas con cuatro repeticiones.

Se caracterizó el proceso de floración y se cosechó la semilla obtenida del progenitor con carácter recesivo, posteriormente se sembró en una cama de siembra tipo almácigo para observar su manifestación fenotípica y medir finalmente el grado de cruzamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que los espaciamientos entre cultivares (melgas 0.15 m v surcos 0.80 m) produjeron porcentajes de cruzamiento similares; el cruzamiento entre los cultivares utilizados fue similar, aunque la coincidencia en floración en uno de los casos fue marcadamente más reducida, el control de la entomofauna con insecticida no influyó en el porcentaje de cruzamiento entre los cultivares; la aspersion de agua durante la floración no influyó de manera importante sobre el cruzamiento observado entre los cultivares; el rozamiento entre guías durante la floración no produjo efectos significativos sobre el porcentaje de cruzamiento entre los cultivares: en forma general, la tendencia del porcentaje de cruzamiento natural e inducido fue más favorecido en el sistema de siembra por melgas con una distancia entre hileras de 0.15 m y 0.10 m entre progenitores, en la cruz experimental Selección #4 x Agrarista en donde se aplicó agua en la etapa de floración.

## 1. INTRODUCCION

Entre los métodos de mejoramiento del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) se tiene el de la hibridación, el cual tiene como objetivo incrementar la variabilidad genotípica permitiendo seleccionar y conjuntar características agronómicas deseables en nuevos genotipos.

EL frijol común se considera una especie autógama, ya que es usual que la polinización del estigma se realice en forma natural antes de la apertura floral; debido a esto, el problema en la obtención de híbridos es colocar polen funcional del progenitor masculino sobre el estigma del progenitor femenino en el momento adecuado. Aunado a esto, se tienen varios factores de naturaleza física y biológica que afectan el cruzamiento.

Tomando en cuenta que el cruzamiento artificial requiere de material e instalaciones especiales, de técnicos capacitados para su ejecución, este proceso resulta costoso en relación al bajo porcentaje de cruzamiento artificial obtenido; de tal forma que, una posible alternativa para reducir los costos y requerimientos antes mencionados, es encontrar la forma de controlar el cruzamiento natural que ocurre en la especie.

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo tuvo la finalidad de determinar y comparar condiciones diferentes de origen natural y artificial que pueden influir en el cruzamiento, resultando de esta forma el planteamiento de los objetivos siguientes:

1. Determinar el efecto de la distancia entre los cultivares en la ocurrencia del cruzamiento natural e inducido.
2. Cuantificar el efecto de los progenitores utilizados en el cruzamiento.
3. Verificar el efecto de la entomofauna sobre el cruzamiento natural e inducido,
4. Estimar el efecto de la aplicación del insecticida durante la etapa de floración, en la inducción del cruzamiento.

Por lo anterior se permite plantear las siguientes hipótesis científicas:

1. La distancia entre progenitores influye en el cruzamiento natural e inducido de Phaseolus vulgaris L.
2. El cruzamiento natural e inducido difiere entre los progenitores utilizados.
3. El cruzamiento natural e inducido se ve afectado por el control de la entomofauna.

## 2. LITERATURA REVISADA

### 2.1. Botánica del frijol

La botánica de esta especie es descrita detalladamente por Miranda (1967).

Considerando los objetivos del presente trabajo se hará únicamente la descripción de los órganos florales de acuerdo con Miranda (1966).

La inflorescencia es un racimo de 7 a 30 cm de longitud, con uno a 10 entrenudos; en cada nudo nacen dos yemas florales; pedúnculos de 5 a 15 cm de longitud, a veces más largos, pedicelos glabros de 0.4 a 1.5 cm de longitud, bracteolas del cáliz cordadas u ovaladas, glabras o pubescentes, estriadas, persistentes, iguales o más largas que el cáliz; cáliz gamosépalo, glabro o pubescente; flores de color blanco, morado y tonalidades intermedias entre estos colores; estandarte abovado de 0.5 a 1.5 cm de largo y de 0.5 a 1.4 cm de ancho; alas de 0.5 a 1.4 cm de ancho, alas de 0.5 a 1.8 cm de largo y 0.4 a 1.5 cm de ancho; quilla tubular espiralada de uno a dos espirales; 10 estambres diadelfos, estambre libre con una aleta semicircular en la base del estilo; ovario recto, pubescente; estilo con pubescencia sub-estigmática; estigama lateral (Figura 1).

P. vulgaris L. es considerada una planta autógama porque presenta sus anteras y el estigma juntos antes de que abra la flor, por lo cual existe un alto porcentaje de autofecundación, pero existen varios factores que favorecen el cruzamiento natural (Miranda, 1967).

### 2.2. El cruzamiento natural en el frijol

El cruzamiento natural es un proceso determinado por las características estructurales, fisiológicas y genéticas de las plantas, influenciado por factores ambientales en el transcurso del tiempo.

El cruzamiento natural entre distintas líneas o variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) puede ocasionar la pérdida de la pureza de las mismas, lo cual puede prolongar la obtención de líneas puras; esto indica que es sumamente importante realizar estudios tendientes a conocer el cruzamiento natural existente entre variedades y los factores que esti

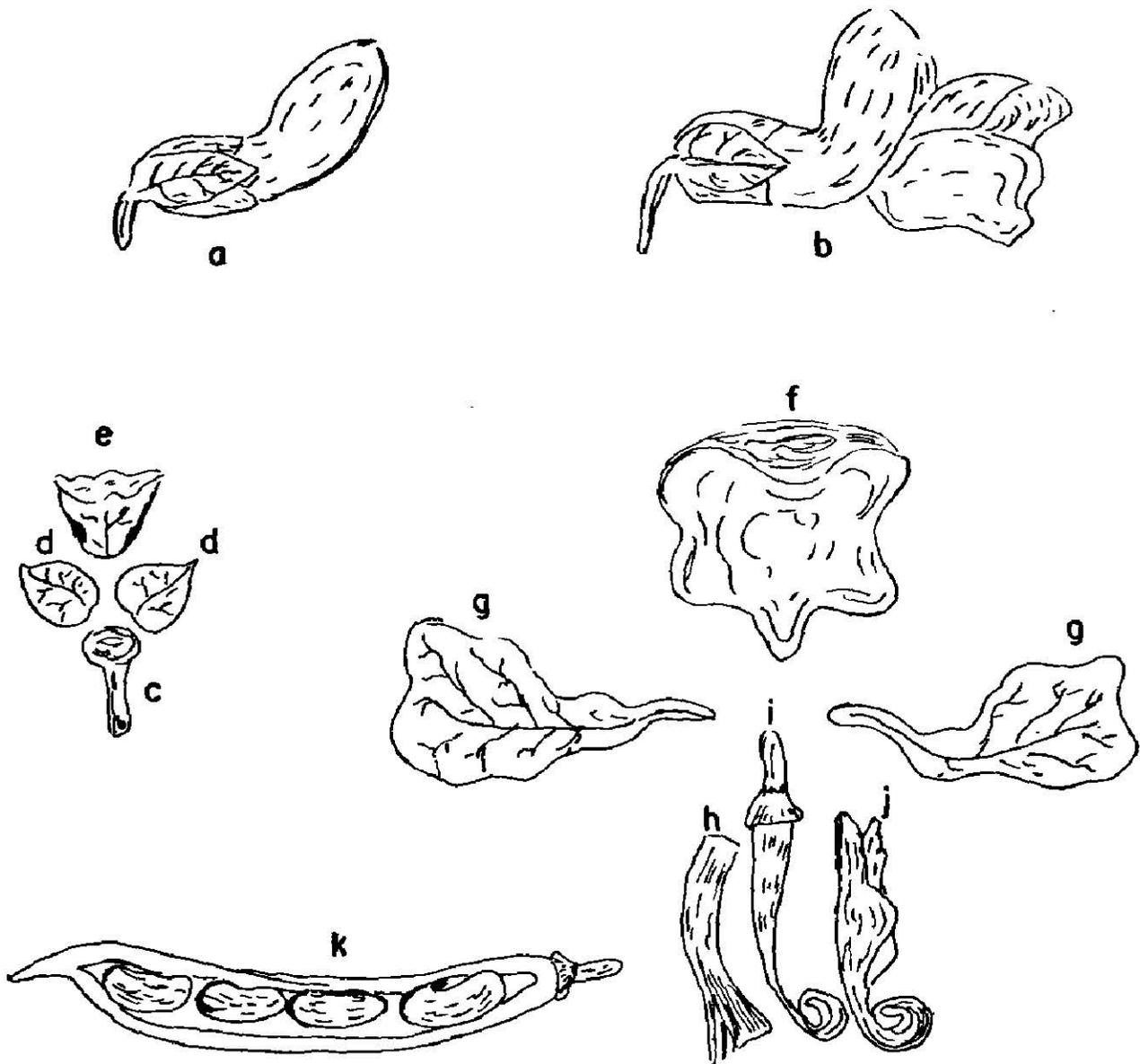


Figura 1. Organos reproductivos del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.): a) botón floral; b) flor; c) pedicelo; d) bracteolas; e) cáliz; f) estandarte; g) alas; h) androceo (10 estambres cada uno con filamento y antera); i) gineceo (ovario, estilo y estigma); j) quilla (helicoidal); k) fruto (vaina). FUENTE: Nuñez G., S. (1979).

mulan o dificultan dicho proceso (Miranda, 1971).

De acuerdo con una revisión de trabajos al respecto, Nuñez (1979) consignó que el porcentaje de cruzamiento natural presenta una amplia variación; por ejemplo Kristofferson en 1921 encontró que el porcentaje de cruzamiento natural de frijol común varía del 0% al 13%; Mackiey y Smith en 1935 mencionan que el cruzamiento natural en frijol común varió entre 0% y 3%; Barrons en 1938 obtuvo de 1% a 8.2% e indicó que puede ser hasta del 15% dependiendo de la variedad y el lugar donde se lleve a cabo el cultivo; Crispín en 1960 bajo condiciones de temporal encontró los siguientes porcentajes de cruzamiento, en Chapingo, México 1.21%, en Irapuato, Guanajuato 2.40%, en el Mexe, Hidalgo 2.10% y en Tecamechalco, Puebla 4.50%; bajo condiciones de riego los resultados fueron en Cotaxtla, Veracruz 1.77% y 1.22% en Salvatierra, Guanajuato; por su parte Casas en 1958, en la localidad de Chapingo, México obtuvo 1.19% de cruzamiento natural cuando la separación entre surcos fue de 90 cm. Miranda en 1971, en Chapingo, México utilizando dos variedades y separando los surcos a 180 cm obtuvo 1.30% de cruzamiento natural; en separaciones de 90 cm, el cruzamiento natural fue de 1.7% y a 10 cm de separación fue de 3.85%; Ferreira et al. en 1973, usando distancias entre plantas de 0.15 m hasta 1.20 m obtuvieron tasas de cruzamiento natural, que variaron de 10.6% hasta 0.1%.

### 2.2.1. Factores que influyen en el cruzamiento natural

Entre los factores que influyen en el cruzamiento natural, se consideran algunas características específicas de las variedades tales como el tamaño de la flor, la dureza del pedicelo, el grado de protección del estigma por la quilla, la coincidencia de floración y la duración de la misma (Miranda, 1971).

También influyen factores ambientales tales como la distancia entre progenitores, la humedad ambiental, la temperatura ambiental, la dirección del viento, la influencia de insectos polinizadores y la estación del año (Allard, 1954; Crispín, 1960).

A continuación se hace una descripción detallada de algunos de los factores anteriormente mencionados.

La distancia entre progenitores. En lo que respecta al factor distancia entre genotipos, en experimentos realizados se ha encontrado que el porcentaje de cruzamiento en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es inversamente proporcional a la distancia que separa a los cultivares durante su desarrollo. Por ejemplo, Miranda (1971) reportó porcentajes de cruzamiento natural que variaron de 3.74 a 7.45%; por su parte Carreón (1988) en un trabajo de cruzamiento natural e inducido obtuvo porcentajes que variaban de 0% hasta 11.92% de plantas con señal de cruzamiento; Zapata (datos sin publicar), en un experimento similar al anterior obtuvo porcentajes de 0% a 3.78% de cruzamiento natural e inducido.

Humedad ambiental. Con respecto a la variable humedad ambiental, se ha demostrado que el polen no es afectado por una atmósfera seca, de tal forma que una atmósfera saturada resulta dañina; esta aseveración se presentó en un estudio hecho con polen de Nicotiana sp, determinando que a una temperatura de 7 °C con 18% de humedad ambiental, se presentaron efectos ligeramente adversos, en cambio a una humedad ambiental del 100% se presentaron daños por completo (Rendón, 1983).

Temperatura ambiental. En este factor se han realizado pruebas en donde se indica que a temperaturas mayores de 26 °C, asociada con humedad relativa baja conducen a la abscisión floral y botones florales en Phaseolus vulgaris L., mencionando la existencia de una correlación negativa entre la temperatura máxima (27 a 37 °C), un día antes y un día después de la floración y la abscisión de órganos florales en esta leguminosa (Rendón, 1983).

Dirección del viento. La variable dirección del viento influye en el incremento del porcentaje de cruzamiento en P. vulgaris L. cuando el lote de uno de los cultivares se encuentra en dirección favorable para el transporte de polen por el viento hacia otro cultivo (Allard, 1954).

Insectos polinizadores. Se consideran dos clasificaciones de insectos polinizadores los silvestres y cultivados; para fines prácticos se dividieron en cuatro grupos de insectos: especies más bajas en su contribución a la polinización; abejas solitarias con instinto de aprovisionamiento de alimentos y organización social; grupo representado por el abe

jorro Bombus sp de nivel más alto de organización y polinización; el cuarto grupo es representado por la abeja mielífera Apis mellifera L., de mayor evolución en sociabilidad y especialización en la polinización (Root, 1974).

Carreón (1988) y Zapata (datos sin publicar) determinaron que el uso de insectos polinizadores, específicamente Apis mellifera L. no incrementa el porcentaje de cruzamiento, comparado con los porcentajes de cruzamiento obtenidos en condiciones naturales, obteniendo porcentajes que variaron de 0.00% a 3.38% de cruzamiento inducido. Miranda (1981) considera que el sistema de siembra puede hacer variar el ambiente, estimulando o perjudicando las poblaciones y actividades de los insectos en general, ya sean estos benéficos (polinizadores en este caso) o dañinos (plagas).

Estación del año. La situación climática es diferente de una estación a otra, de un año a otro y de una región a otra, influyendo en el funcionamiento armonioso de la flora y la fauna, repercutiendo esto en los valores del cruzamiento natural. Al respecto, para P. vulgaris L. se han obtenido diferencias en el porcentaje de cruzamiento natural, Crispín (1960) reportó que en Chapingo, México obtuvo 1.21%; en Irapuato, Guanajuato 2.40%; en Hidalgo 2.10%; en Tecamachalco, Puebla 4.50%; en Cotaxtla, Veracruz 1.77% y 1.12% en Salvatierra, Guanajuato.

La influencia de dichos factores antes mencionados, aunando otras características geográficas y ecológicas de la localidad hacen que los resultados obtenidos en cuanto a cruzamiento natural difieran de una zona a otra (Miranda, 1971).

### 2.2.2. Experimentos similares

Miranda (1971), en Chapingo, México, estableció un experimento para determinar la influencia del cruzamiento natural en relación a la distancia entre progenitores, usando tres genotipos de Phaseolus vulgaris L. teniendo como progenitores con carácter recesivo a los cultivares Michoacán-128, Puebla-305 y como progenitor con carácter dominante el Puebla-194; las distancias entre progenitores fueron de 180 cm, 90 cm, 10 cm; en el Cuadro 1, se muestran los porcentajes de cruzamiento natural obtenidos.

Cuadro 1. Porcentaje de cruzamiento natural en frijol común en relación a tres diferentes distancias obtenidos en Chapingo, México (Miranda, 1971).

Distancia	Porcentaje de Cruzamiento
180 cm	3.27 %
90 cm	4.94 %
10 cm	7.45 %

El mismo autor indicó que el porcentaje de cruzamiento varió según la distancia a que se sembró, cuando fue a 180 cm entre cultivares el cruzamiento natural ascendió a 3.27%, cuando la distancia fue de 90 cm el cruzamiento natural subió a 4.97% y finalmente cuando la distancia entre cultivares fue de 10 cm, el porcentaje de cruzamiento natural ascendió a 7.45%; según los resultados obtenidos el porcentaje de cruzamiento natural en P. vulgaris L. es inversamente proporcional a la distancia que separa los cultivares durante su desarrollo.

Crispín (1974) planteó que cuando el fitomejorador ejecuta una serie de cruzamientos, debe conocer las variedades que vaya a usar para efectuar los cruzamientos, no sólo aquellas que aporten características que se busquen, debe también considerarse que sean lo más compatible posible entre sí; en una serie de cruzamientos artificiales realizados bajo invernadero no hechos con este propósito, se observó que unas cruza resultaron más compatibles que otras; para dar algunos ejemplos de porcentajes de cruzamiento entre algunas variedades se tienen los siguientes:

Bayo 150	x	Canario 107	= 1.5%
Bayo 159	x	Canario 107	= 3.9%
Amarillo 154	x	Canario 107	= 3.1%
Jamapa	x	Canario 107	= 58.5%
Canario 107	x	Jamapa	= 70.9%
Canario 107	x	Negro	= 71.2%

El mismo autor atribuye estos resultados a que las variedades de tipo Canario presentan flores más grandes y se abren demasiado, quedando

algunas veces el estigma expuesto al ambiente.

Carreón (1988) en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL), realizó un experimento de cruzamiento natural e inducido en Phaseolus vulgaris L., en cuatro secciones bajo las características siguientes:

Primera sección. Se consideró de polinización natural.

Segunda sección. Condición de polinización inducida con Apis mellifera L. en libertad; el objetivo fue proporcionar la facilidad de efectuar la polinización cruzada sin obstáculos físicos.

Tercera sección. Se consideró de polinización inducida con Apis mellifera L., confinada; la variación respecto a la anterior fue colocar las colmenas dentro de una malla sintética de dimensiones tales que existiera un espacio libre sobre el área de cobertura del cultivo de 0.30 m para permitir el desplazamiento de los insectos en su acción polinizadora.

Cuarta sección. Condición de polinización inducida con insecticida durante la etapa de floración, el objetivo era evitar la polinización cruzada por vía entomófila para que se reflejaran la acción de otros factores en el cruzamiento entre cultivares.

En las cuatro secciones los cultivares se sembraron de acuerdo a las siguientes distancias de 0.07 m, 0.80 m, 1.60 m y 2.40 m; usando como progenitor con la condición recesiva al cultivar Selección #4 y el Negro Jamapa con la condición dominante. En el Cuadro 2 se muestran los porcentajes de cruzamiento natural obtenidos.

Cuadro 2. Porcentaje de plantas con señal de cruzamientos obtenidos en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Carreón, 1988).

Espaciamiento (m)	Condición	I	II	III	IV
A	0.07	11.92	2.55	0.00	5.41
B	0.80	0.57	1.97	1.42	
C	1.60	0.00	0.73	3.38	
D	2.40	0.00	0.42	0.77	

I. Polinización libre

II. Polinización inducida con Apis mellifera L. libre

III. Polinización inducida con Apis mellifera L. confinada

IV. Polinización inducida con insecticida durante la etapa de floración.

Se puede observar que a medida que las distancias entre progenitores disminuyen el porcentaje de cruzamiento tiende a aumentar, observándose que a 2.40 m de separación se obtuvo 0% de cruzamiento, mientras que a 0.07 m se presentó 11.92% de cruzamiento en condiciones de polinización libre; por otra parte, el control de la entomofauna favoreció al cruzamiento inducido con 5.41%, debido a un incremento en la coincidencia de la floración entre los cultivares y posiblemente al constante rozamiento entre guías durante la aplicación del insecticida. Así mismo, reporta que el uso de Apis mellifera L. no incrementó el porcentaje de cruzamiento.

Zapata (datos sin publicar) describe los resultados de un estudio realizado en Marín, N.L. en el cual se utilizaron dos diferentes distancias entre progenitores, tres condiciones de posible influencia en el cruzamiento entre los cultivares Selección #4 y Negro Jamapa. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Porcentaje de cruzamiento natural e inducido en frijol común lo grados en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León; Marín, N.L. (Zapata, datos sin publicar).

Tratamientos	Distancia entre cultivares (cm)	% de cruzamiento natural e inducido
Abejas confinadas	7	1.355
Abejas confinadas	80	0.000
Abejas sin confinar	7	2.335
Abejas sin confinar	80	0.475
Sin entomofauna	7	3.785
Sin entomofauna	80	0.666

De ahí se puede observar que se obtuvo el mayor porcentaje de cruzamiento en la distancia de 7 cm, el cual fue estadísticamente superior al producido por la distancia de 80 cm. Así mismo, la condición sin entomofauna fue la que produjo los valores mayores de cruzamiento, aunque no se detectaron diferencias estadísticas.

### 2.3. El cruzamiento artificial en frijol

El cruzamiento artificial es un proceso por el cual se favorece la hibridación; consiste en lo siguiente: se selecciona un botón floral se coge con el cuarto dedo y el dedo pulgar de la mano izquierda; con pinzas de disección en la mano derecha, se abre el estandarte por la sutura ventral del botón; se eliminan las alas; se abre la quilla y se eliminan las anteras; con el estigma de una flor recién abierta del progenitor masculino, se frota el estigma del botón emasculado; se vuelve a su posición original el estandarte, se etiqueta el botón emasculado, anotando los nombres de los progenitores y la fecha de la polinización.

El objetivo principal es colocar polen funcional del progenitor masculino sobre el estigma del progenitor femenino en el momento previo a la autofecundación, con el fin de generar variabilidad genética y reunir características deseables de los progenitores de las nuevas variedades. Los factores más importantes que afectan el cruzamiento artificial

son la temperatura y humedad relativa principalmente; en segundo término se encuentra la técnica utilizada, variedades utilizadas como progenitores, ambiente donde se realizan las polinizaciones, material utilizado y otros (Nuñez, 1979).

### 2.3.1. Factores que influyen en el cruzamiento artificial

A continuación se hace una descripción detallada de los factores anteriormente mencionados.

**Temperatura y humedad relativa.** Respecto a estos dos factores, se ha observado que al realizar polinizaciones por la mañana se tiene más eficiencia que por la tarde; la explicación se atribuye a que a medida que aumenta la temperatura y desciende la humedad relativa hay una mayor deterioración y deshidratación del polen. De tal forma que en las primeras horas del día se tiene una temperatura y humedad favorable para la extracción, transporte y colocación del polen señalando esto una mayor eficiencia en la polinización por la mañana que por la tarde.

**Técnicas utilizadas.** En relación a los métodos utilizados para realizar la polinización artificial en frijol común consisten en lo siguiente:

**Método de frotamiento sin emascular el botón floral.** Este consiste en presionar hacia abajo el ala izquierda, mediante lo cual el estigma sale por el ápice de la quilla y luego es frotado con el estigma masculino, tiene el inconveniente que existe la posibilidad de una autofecundación (Buishand, 1956).

**Método de frotamiento emasculando el botón floral.** Se abre el estandarte, se elimina la quilla, se elimina el estambre y filamentos, se poliniza el estigma de la planta femenina, frotándolo con el estigma de la planta masculina (Buishand, 1956).

Existen otras técnicas de polinización artificial que difieren entre sí; según su forma de realizarse como método del empalme, polinización repetida, método del enganchado (Buishand, 1956).

Variedades utilizadas. Crispín (1974) considera que debido a que el fitomejorador plantea y ejecuta una serie de cruzamientos, es conveniente conocer las variedades, no sólo en el aspecto de que aporten características favorables, sino también que sean lo más compatibles entre sí.

Medio. Se han realizado investigaciones para observar la influencia del medio donde se realiza el cruzamiento y se ha encontrado que en condiciones de invernadero es más favorable el cruzamiento, que en condiciones de campo; siendo así más eficiente la polinización por la mañana que por la tarde resultando más eficiente el cruzamiento artificial que el natural concluyendo que el cruzamiento es más favorecido en condiciones artificiales (Andrade, 1976; Buishand, 1956; Nuñez, 1979).

Material utilizado. Se ha observado, que de acuerdo al material de auxilio utilizado para realizar la polinización, varía el porcentaje de cruzamiento. Se usan materiales tan diversos como un pincel construido con pelo de camello para facilitar lo laborioso que resulta la aplicación de polen, así como: pinzas, tijeras, lentes de aumento, lápiz, etiquetas los cuales se usan en la remoción, extracción e identificación de estructuras florales; se han utilizado algodón o papel humedecido para brindar las condiciones de temperatura y humedad adecuada alrededor del botón floral; utilización del alcohol, agua y hormonas (por ejemplo, ácido p-4 clorofenoxiacético) para estimular la fisiología de la planta en conjunto y de ciertos órganos o estructuras (Wigton, 1959).

Otros factores. En cuanto a la influencia de otros factores, Lépez (1976) observó que para lograr un índice mayor de cruzamiento artificial deben evitarse al máximo los daños al estigma femenino, hacer polinizaciones en los primeros botones florales, ejecutar un número de polinizaciones menor a la cantidad de vainas que produce una planta y eliminar el resto de flores para canalizar los fotosintatos a los cruzamientos.

Nuñez (1979) afirma que bajo condiciones de invernadero se obtuvo un porcentaje mayor de cruzamiento artificial al cortar las flores remanentes del progenitor femenino; mientras que en condiciones naturales, en el campo resulta irrelevante cortar o no cortar dichas flores.

### 2.3.2. Experimentos realizados

Wade (1943) trabajó en condiciones de invernadero usando el método convencional (emasculando el botón floral) comparándolo con dos condiciones de manejo posteriores al momento del cruzamiento, con el objetivo de conservar la humedad en el botón del progenitor femenino.

Primera condición. Después de realizar la polinización, el botón emasculado era cubierto con el estandarte de la flor del progenitor masculino.

Segunda condición. Esta condición se diferenciaba de la anterior en que antes de colocar el estandarte, éste era machacado con los dedos de la mano. Los resultados se concentran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Porcentaje de eficiencia de cruzamiento en frijol común usando el método convencional y comparándolo con dos condiciones.

Condición	Cantidad de Polinizaciones	Eficiencia (%)
Primera condición	40	52.5
Segunda condición	40	45.0
Método convencional	80	17.5

De acuerdo con los resultados obtenidos, Wade determinó que en la primera condición se obtuvo un mayor porcentaje de eficiencia en el cruzamiento, debido a que en la segunda condición al machacar el estandarte se perdió más rápidamente la humedad reduciendo así la eficiencia del cruzamiento.

Andrade (1976) utilizando el método convencional de polinización artificial, comparó resultados de cruzamiento artificial obtenidos bajo condiciones de invernadero contra los obtenidos en 1974 bajo condiciones de campo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentaje de cruzamiento artificial en frijol común obtenidos en el Campo Agrícola Experimental El Horno, Chapingo, México; Roque, Guanajuato; Los Mochis, Sinaloa; bajo condiciones de campo e invernadero (Andrade, 1976).

Región	Condición	Porcentaje de Cruzamiento
C.A.E.H. Chapingo, México	Invernadero	4.0%
Roque, Gto.	Campo	4.6%
Los Mochis, Sinaloa	Campo	0.4%

Los resultados del cuadro anterior indican que el cruzamiento artificial resultó más eficiente en condiciones de invernadero que en campo, atribuyendo la mayor eficiencia de cruzamiento a que en el invernadero las condiciones ambientales se mantienen más estables; por otra parte, tomando en cuenta que las condiciones ambientales varían de una región a otra, por lo tanto el porcentaje de cruzamiento varía de una región a otra bajo la misma condición; resultando en este caso más eficiente el cruzamiento en Roque, Guanajuato (4.6% que el de los Mochis (0.4%).

Buishand (1956) encontró que en condiciones de invernadero y realizando los cruzamientos durante la época de primavera, verano e invierno se han obtenido resultados de un 30 a 40% de cruzamiento artificial y usando el método del enganchado menciona que se ha obtenido de un 70% a 80% de cruzamiento artificial; atribuyendo este alto porcentaje de cruzamiento a que el estigma femenino permanece por mayor tiempo en contacto con el polen del progenitor masculino. Los mayores porcentajes de cruzamiento obtenidos por Buishand fueron en primavera; debido a que las altas temperaturas en verano y el poco polen contenido en las flores masculinas durante el invierno no permiten obtener resultados similares a los de primavera.

Hernández y Tay (1975) usando el método convencional de polinización para comparar la eficiencia entre hacer polinizaciones por la mañana, contra polinizaciones realizadas por la tarde, bajo una casa de malla obtuvieron los resultados que se consignan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Porcentaje de cruzamiento artificial en frijol común logrados en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia (Hernández y Tay, 1975).

Tratamientos	% de Cruzamiento artificial
Hormonas (Acido-P-4 Clorofenoxiacético)	81.1
Testigo	74.0
Hormonas más algodón humedecido	71.0
Algodón humedecido	62.0
Mañana (8 a 10 horas)	74.0
Tarde (15 a 17 horas)	64.0
Polinización simple (sin efectos comparativos)	63.3
Re-polinización (después de 24 horas)	66.6
Presencia de otras flores en la planta	40.0
Dos botones florales polinizados por racimo	38.3

De acuerdo a los resultados obtenidos, al hacer polinizaciones por la mañana se obtiene una eficiencia de cruzamiento del 74%, mientras que por la tarde se tiene un 64%; atribuyendo la menor eficiencia en polinizaciones por la tarde, al aumento de la temperatura y a la disminución de la humedad relativa.

#### 2.4. Genes marcadores

Tanto para determinar la eficiencia de las técnicas utilizadas en la polinización artificial, como para determinar el porcentaje de cruzamiento en forma natural en frijol común, en otras leguminosas y en general de plantas autógamas, es necesaria la utilización de genes marcadores para la identificación rápida de los híbridos en la  $F_1$ , los cuales deben ser de herencia simple (Nuñez, 1979).

Crispín (1960) para determinar el efecto del cruzamiento natural, utilizó como genes marcadores el hábito de crecimiento, donde el tipo guiador es dominante sobre el tipo mata.

Miranda (1971) en un estudio de cruzamiento natural utilizó como genes marcadores el color de la flor, utilizando el color morado, que es dominante sobre el blanco; además del color de la flor, usó el color de la testa de la semilla, usando el color negro como gene marcador ya que es dominante sobre el color amarillo y pinto mencionando que el tipo de herencia es simple.

En Phaseolus vulgaris L. se ha utilizado el color del cotiledón, del hipocotilo y la forma de la primera hoja como caracteres que a través de su control genético permiten cuantificar el índice de cruzamiento utilizando como genes marcadores el color blanco del cotiledón sobre el color verde y el color morado del hipocotilo sobre el color verde. (Wester y Jorgensen, 1950).

En Phaseolus vulgaris L. la determinación de la tasa de cruzamiento natural se realiza comúnmente intrecalando líneas portadoras de genes marcadores recesivos, con líneas portadoras de los alelos dominantes correspondientes. En esta clase de estudio es posible utilizar marcadores de semilla o plántula, lo cual facilita manejar una cantidad grande de individuos con poco trabajo (Allard, 1980).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del trabajo

El presente estudio se realizó en el ciclo primavera-verano de 1989 bajo condiciones de riego, en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL), el cual está localizado en el municipio de Marín, Nuevo León y ubicado en los 25°53' latitud norte y 100°03' longitud oeste, con una altitud de 367.3 msnm, presentando un clima tipo semiárido BS1(h')hx'(e') según la clasificación de Köppen, modificada por García (1973).

A continuación se muestran los valores de temperatura, humedad relativa y precipitación predominantes durante el desarrollo del experimento (Cuadro 7 y Figura 2).

Cuadro 7. Condiciones ambientales prevalecientes durante el desarrollo del cultivo establecido en el Campo Agrícola Experimental de la FAUANL en Marín, N.L. Primavera 1989.

M e s	Temperatura promedio (°C)			Humedad Relativa (%)	Precipitación Total (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Marzo	30.5	10.0	20.0	53	0
Abril	33.3	15.3	24.3	59	10.07
Mayo	36.0	21.0	28.0	57	3.6
Junio	35.6	22.2	30.0	54	4.7
Julio	37.0	21.0	29.0	56	88.0

#### 3.2. Materiales

##### 3.2.1. Material genético

El material genético que se empleó para realizar este trabajo fue germoplasma de Phaseolus vulgaris L. de los cultivares siguientes:

Agrarista	1.2 kg	Canario 101	1.6 kg
Negro Jamapa	2.6 kg	Selección #4	2.4 kg

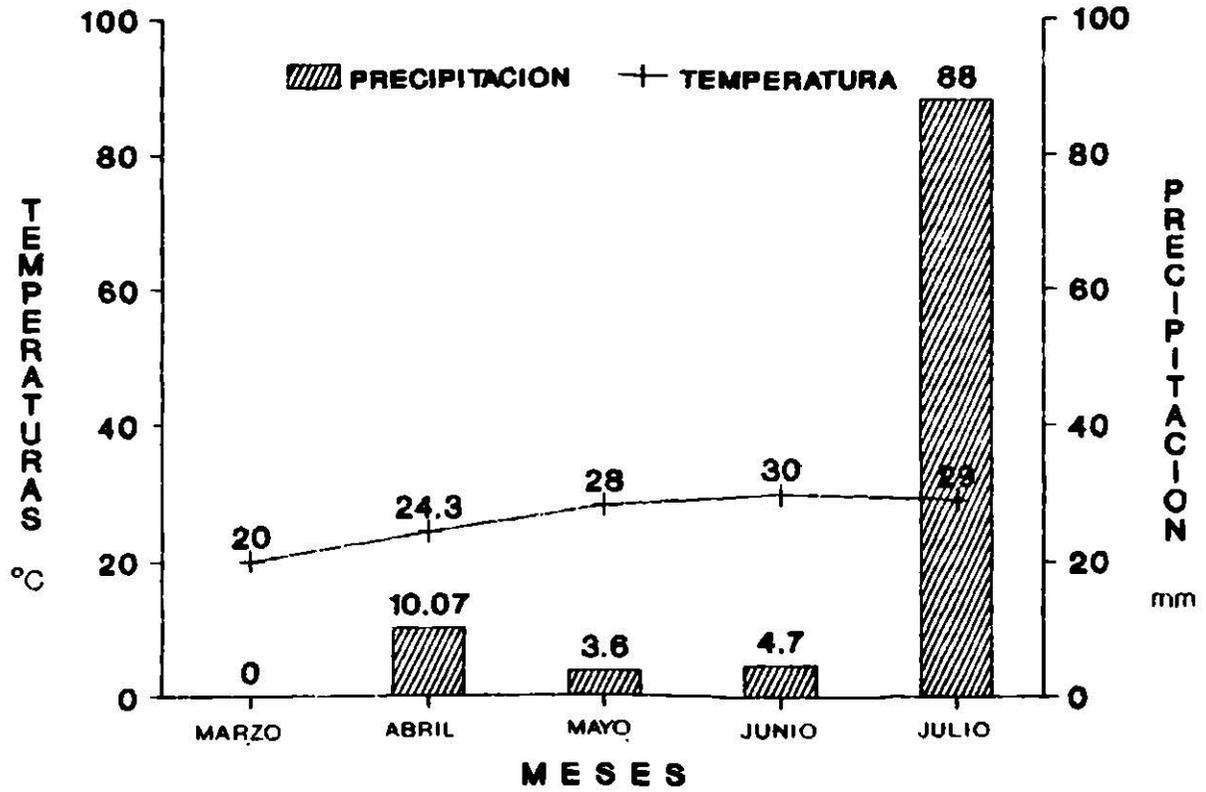


Figura 2. Distribución de la temperatura media mensual y de la precipitación total durante el desarrollo del cultivo en el Campo Agrícola Experimental de la FAUANL. Marín, N.L. Primavera 1989.

A continuación se mencionan algunas características fenotípicas de los cultivares utilizados como progenitores en el presente estudio (Cuadro 8).

Cuadro 8. Algunas características agronómicas importantes de los cultivares utilizados como progenitores.

Cultivares	Color de				Hábito de Crecimiento
	Hipocotilo	Tallo	Flor	Grano	
Agrarista	Morado	Morado	Morada	Pinto	Gufa (II)*
Negro Jamapa	Morado	Morado	Morada	Negro	Gufa (II)
Canario 101	Verde	Verde	Rosa	Crema	Mata (I)
Selección #4	Verde	Verde	Rosa	Pinto	Semigufa (II) erecto

(\*) Clasificación del Centro Internacional de Agricultura Tropical.

### 3.2.2. Material no genético

Los materiales utilizados en cada actividad para realizar el presente trabajo se mencionan a continuación:

Para la limitación del terreno se usó cinta métrica, cordel, estacas de madera, cal y tractor con bordeador.

En la preparación del terreno para la siembra: tractor, arado, ras\_ tra, niveladora, azadones, pala, cal y cordel.

Por otra parte, en la siembra se utilizaron: cinta métrica, cordel. graduado, regla métrica, estacas, etiquetas, marcadores, cal.

Para las labores y aporque se emplearon: tractor, cultivadora tipo Liliston, azadones y rayadores.

En el control de plagas y deficiencias (Nitrógeno y Fierro) asperso\_ ra de mochila, probeta graduada, agua, adherente, así como los insectici- das Decis E.C. 2.5 en dosis de 500 ml/300 l de agua/ha; Malathion C.E. 50% a una dosis de 100 ml/300 l de agua/ha; para corregir las deficiencias de Nitrógeno y Fierro se usó Greenzit en una dosis de 0.5 ml/10 l de agua/ha; Agrofer-L 2l/ha.

Para el riego, en el trazo de canales se usó el tractor bordeador, así como azadones y palas.

En la toma de datos y la cosecha se empleó lápiz, pluma, libro de campo, hojas codificadas, bolsas y marcadores.

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Factores del experimento

Este experimento consistió de tres factores principales y de nueve niveles que a continuación se describen.

Factor sistema de siembra	Sistema de siembra por surco Sistema de siembra en melgas
Factor cruzamientos	Selección #4 x Agrarista Selección #4 x Negro Jamapa Canario 101 x Negro Jamapa
Factor condiciones de manejo	Aplicación de insecticida Aplicación de agua Aplicación de rozamiento entre guías Natural (testigo)

Sistema de siembra. En relación a este factor se eligieron dos arreglos topológicos de siembra:

Sistema de siembra por surco, en el cual se sembraron surcos intercalando los progenitores, es decir, un surco del progenitor con carácter dominante posteriormente un surco con el progenitor con carácter recesivo y así sucesivamente con el objetivo de que en la polinización de cada progenitor recesivo interactúe un progenitor con carácter dominante.

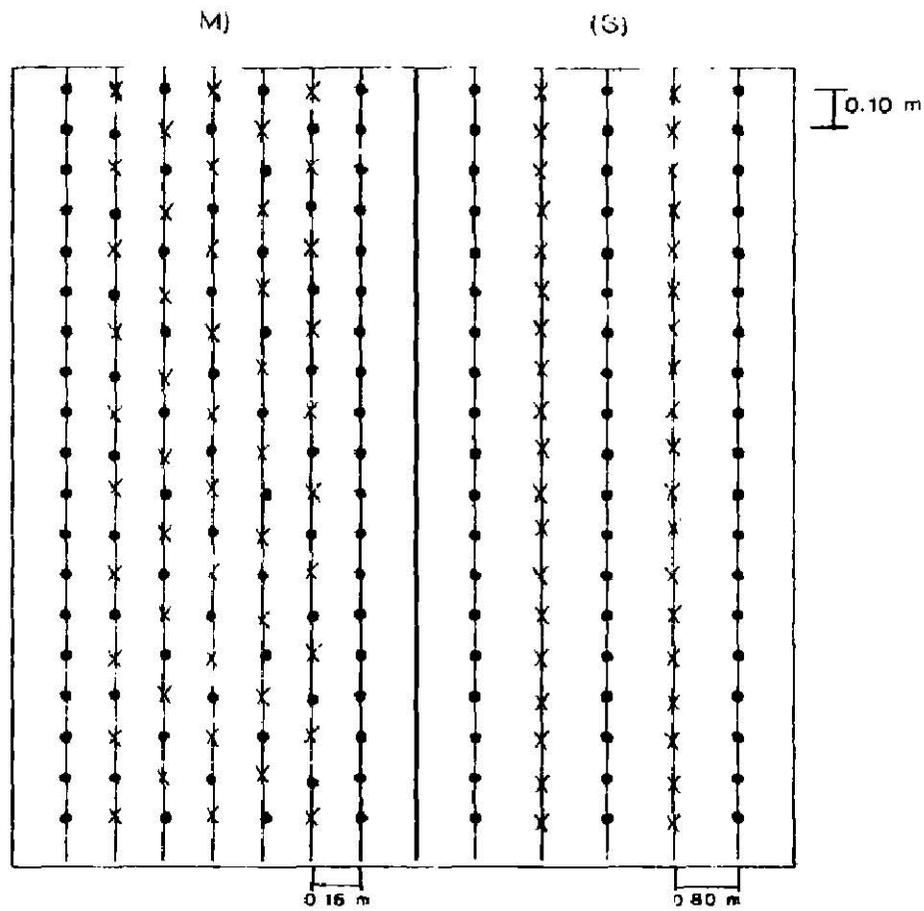
Sistema de siembra por melgas, en este sistema de siembra se sembró

semejando un arreglo de siembra tres bolillo, sembrándose primeramente una hilera del progenitor con carácter dominante, posteriormente se sembraría una hilera en la que se sembrarían los dos progenitores sucesivamente intercalados, es decir, se sembraría el progenitor con carácter recesivo en seguida el progenitor con carácter dominante, una vez terminada la hilera al continuar con la siguiente se cambiaría el orden de los progenitores; el objetivo principal del sistema de siembra es que en la polinización de cada progenitor con carácter recesivo interactúen cuatro progenitores con carácter dominante (Figura 3) con lo cual se pretende observar si el cruzamiento natural en Phaseolus vulgaris L. es favorecido por la distancia entre progenitores y el número de progenitores con carácter dominante que interactúan en la polinización de un progenitor con carácter recesivo.

Cruzamientos. Los genotipos utilizados para este experimento fueron. Agrarista, Negro Jamapa, Canario 101 y Selección #4; para determinar las cruza experimentales, se tomaron en cuenta las características mencionadas en el Cuadro 8, considerando que los genotipos que fueran a intervenir con el carácter dominante portaran caracteres de herencia simple sobre el progenitor con el carácter recesivo, determinándose de esta manera las cruza experimentales siguientes:

Progenitor recesivo (♀)		Progenitor dominante (♂)
Selección # 4	x	Agrarista
Selección # 4	x	Negro Jamapa
Canario 101	x	Negro Jamapa

Condiciones de manejo. De acuerdo a resultados obtenidos anteriormente por Carreón (1988) y por Zapata (1988), en donde los porcentajes más altos de cruzamiento se presentaron en la sección en donde se aplicó insecticida con el objetivo de eliminar el efecto de la entomofauna en la etapa de floración, se consideró importante analizar si estos resultados se debieron al efecto del insecticida, del agua o al constante rozamiento entre guías al momento de aplicar el insecticida; por lo tanto, se determinaron las condiciones de manejo a realizar en la etapa de floración.



### SIMBOLOGIA

(S) SURCO

(M) MELGAS

● PROGENITOR CON CARACTER DOMINANTE

× PROGENITOR CON CARACTER RECESIVO

Figura 3. Arreglo topológico de los sistemas de siembra para asegurar la interacción entre progenitores.

Primera condición. Aplicación de insecticida

Segunda condición. Aplicación de agua

Tercera condición. Rozamiento entre guías

Cuarta condición. Natural (Testigo)

Primera condición. Aplicación del insecticida, el objetivo de la aplicación del insecticida fue determinar el efecto que puede tener sobre el cruzamiento natural, así como eliminar el efecto de la entomofauna; el producto usado fue Decis E.C. 2.5 usando una dosis de 500 ml/300 l agua por ha.

Segunda condición. Aplicación de agua. Esta se aplicó con el fin de proporcionar un ambiente húmedo a la flor y que se forme un microclima alrededor de la planta para observar su influencia sobre el cruzamiento.

Tercera condición. Rozamiento entre guías. El propósito del rozamiento es ayudar al transporte del polen de un progenitor a otro, así como favorecer un constante frotamiento entre las flores y guías de ambos progenitores.

Cuarta condición. Natural (testigo). Esta condición actuó como testigo.

### 3.3.2. Especificaciones del experimento

Sistema de siembra por surco. En este sistema de siembra cada unidad experimental estuvo formada por cinco surcos con una separación de 0.8 m, las parcelas y franjas quedaron constituidas de la forma siguiente:

Parcela chica (condiciones) = 2.5 m de largo x 4 m de ancho = 10 m<sup>2</sup>

Parcela grande (cruzamiento) = 10 m de largo x 4 m de ancho = 40 m<sup>2</sup>

Franja (sistema de siembra) = 30 m de largo x 4 m de ancho = 120 m<sup>2</sup>

Sistema de siembra por melgas. Cada unidad experimental fue constituida por siete hileras con una separación de 0.15 m quedando las parcelas y franjas de las dimensiones siguientes:

Parcela chica (condiciones)	= 2.5 m de largo x 1.05 m de ancho = 2.63 m <sup>2</sup>
Parcela grande (cruzamiento)	= 10 m de largo x 1.05 m de ancho = 10.5 m <sup>2</sup>
Franjas (sistema de siembra)	= 30 m de largo x 1.05 m de ancho = 31.5 m <sup>2</sup>

De tal forma que cada repetición quedó constituida por 151.5 m<sup>2</sup> representando el experimento un área total de 606 m<sup>2</sup>.

En la Figura 4 se muestra la distribución de las parcelas chicas, grandes y franjas dadas en el croquis del experimento con sus respectivas dimensiones.

### 3.3.3. Diseño experimental

Para este experimento el diseño fue un Bloques Completos al Azar, utilizando un arreglo en franjas con parcelas divididas, con un total de cuatro repeticiones, cada repetición con dos sistemas de siembra, cada sistema de siembra con tres cruzamientos y cada uno de éstos con cuatro condiciones de manejo, determinando 12 unidades experimentales por sistema de siembra y un total de 24 unidades experimentales por repetición, quedando el experimento representado por 96 unidades experimentales.

El modelo estadístico utilizado en este experimento fue:

$$Y_{ijkl} = M + R_i + S_j + E(a)_{ij} + C_k + E(b)_{ik} + SC_{jk} + E(c)_{ijk} + Ml + MC_{lk} + E(d)_{lk} + SM_{jl} + SCM_{jkl} + E(e)_{ijkl}$$

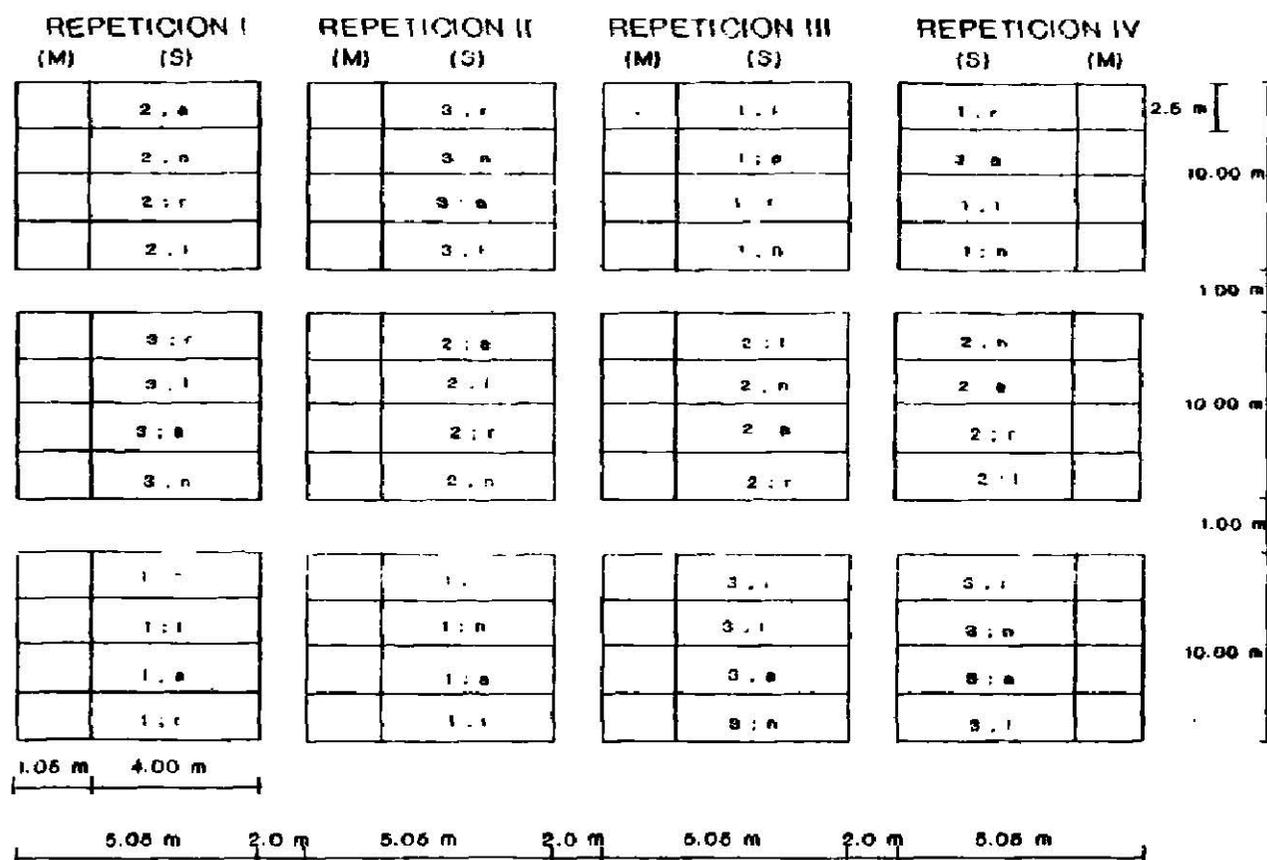
Donde:

$Y_{ijkl}$  = Es la observación de la l-ésima parcela chica en la k-ésima parcela grande en la j-ésima franja en la i-ésima repetición.

$M$  = Es el efecto de la media general

$R_i$  = Es el efecto de la i-ésima repetición o bloque

$S_j$  = Es el efecto del j-ésimo nivel del factor que va asignado el sistema de siembra



## SIMBOLOGIA

(S) SURCO  
 (M) MELGAS  
 (l) INSECTICIDA  
 (a) AGUA  
 (r) ROZAMIENTO  
 (n) NATURAL

## CRUZAMIENTOS

(1) SELECCION # 4 x NEGRO JAMAPA  
 (2) SELECCION # 4 x AGRARISTA  
 (3) CANARIO # 101 x NEGRO JAMAPA

Figura 4. Croquis del experimento y la distribución de los sistemas de siembra, cruzamientos y condiciones de manejo aplicadas durante la etapa de floración.

$E(a)_{ij}$  = Es el error experimental del  $i$ -ésimo sistema de siembra.

$C_k$  = Es el efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor cruzamiento

$E(b)_{ik}$  = Es el error experimental del nivel  $i$  del factor repetición y el nivel  $k$  del factor cruzamiento.

$SC_{jk}$  = Es la interacción del nivel  $j$  del factor sistema de siembra y el nivel  $k$  del factor cruzamiento

$E(c)_{ijk}$  = Es el error experimental del nivel  $i$  del factor repetición y el nivel  $j$  del factor sistema de siembra y el nivel  $k$  del factor cruzamiento

$M_l$  = Es el efecto del  $l$ -ésimo nivel del factor condición de manejo

$MC_{lk}$  = Es la interacción del nivel  $l$  del factor condición y el nivel  $k$  del factor cruzamiento

$E(d)_{lk}$  = Es el error experimental del nivel  $l$  del factor condición de manejo y el nivel  $k$  del factor cruzamiento

$SM_{jl}$  = Es la interacción del nivel  $j$  del factor sistema de siembra y el nivel  $l$  del factor condición de manejo

$SCM_{jkl}$  = Es la interacción del nivel  $j$  del factor sistema de siembra y el nivel  $k$  del factor cruzamiento y el nivel  $l$  del factor condición de manejo

$E(e)_{ijkl}$  = Es el error experimental del nivel  $i$  del factor repetición y el nivel  $j$  del factor sistema de siembra y el nivel  $k$  del factor cruzamiento y el nivel  $l$  del factor condición de manejo.

### 3.3.4. Desarrollo del experimento

Este trabajo se dividió en dos fases: fase de campo y fase de vivero, con el propósito de determinar los efectos de los sistemas de siembra así como el de las cruza experimentales entre progenitores y el efecto de las condiciones de manejo a utilizar en la etapa de floración.

#### 3.3.4.1. Fase de campo

Fase que consistió en el establecimiento y desarrollo del cultivo con el objetivo de obtener semilla  $F_1$  de los progenitores que nos sir-

viera para sembrarla en la fase de vivero y poder evaluar el efecto de los sistemas de siembra, de los cruzamientos entre progenitores y las condiciones de manejo.

**Preparación del terreno.** La preparación del terreno donde se llevó a cabo el experimento constó de roturación y un paso de rastra, para dejar el suelo en condiciones óptimas de establecer el cultivo.

**Siembra.** La siembra se realizó el 10 y 11 de marzo en el sistema de siembra por melgas y el 15 de marzo de 1989 en el sistema de siembra por surco. La siembra se realizó en terreno seco.

**Siembra en surcos.** Para realizar la siembra en surcos se usó la sembradora de precisión, depositando la semilla a una profundidad de 5 cm a una distancia entre surcos de 80 cm y de 10 cm entre plantas, sembrándose un surco de cada progenitor intercalados sucesivamente.

**Siembra en melgas.** En este sistema de siembra se determinó un arreglo de siembra a tres bolillo, sembrándose a una distancia entre hileras de 15 cm, entre plantas a 10 cm y a una profundidad de 5 cm. En este caso la siembra se realizó a mano, con la ayuda de azadones, rayadores, cordel graduado y estacas; realizándose de la forma siguiente. Primeramente se sembró una hilera del progenitor con carácter dominante, posteriormente se sembraron cinco hileras en las que se intercalaron dos semillas del progenitor con el carácter recesivo y en seguida, dos semillas del progenitor con el carácter dominante. Una vez terminada la hilera, al continuar con la otra, se cambiaba el orden de los progenitores; es decir, se comenzaba con el progenitor dominante. Una vez sembradas las cinco hileras, se procedió a sembrar una hilera más del progenitor con el carácter dominante (♂). Al sembrar de esta forma se pretendía que interactuaran cuatro progenitores con el carácter dominante en la polinización de cada uno de los progenitores con el carácter recesivo. Como se muestra en la Figura 3 anteriormente mencionada.

**Riegos.** Los riegos aplicados fueron los siguientes:

1. 16 de Marzo Riego de asiento
2. 21 de Marzo Riego ligero para humedecer la costra y facilitar la emergencia de las plantas
3. 13 de Abril Riego de auxilio
4. 30 de Abril Riego de auxilio
5. 20 de Mayo Riego de auxilio
6. 1 de Junio Riego de auxilio
7. 17 de Junio Riego de auxilio

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron un total de siete riegos; se aplicaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, ya que en el ciclo primavera-verano 1989 se presentaron condiciones ambientales muy severas (Cuadro 7, Figura 2).

Del cuarto riego en adelante, los riegos que se aplicaron fueron ligeros, ya que el objetivo principal era contrarrestar la proliferación del patógeno Macrophomina phaseolina, que se presentó desde el inicio del desarrollo del cultivo.

Aporques. Se realizaron dos aporques con el objetivo de aflojar el suelo, darle soporte a la planta y eliminar malezas; el primero se realizó el 7 de abril con la cultivadora Lilliston en los surcos, mientras que en las melgas se usaron azadones y rayadores; el segundo aporque se realizó el 29 de abril con el mismo propósito.

Fertilización. Se efectuaron dos aplicaciones de nutrientes con el fin de corregir las deficiencias de Fierro y Nitrógeno de acuerdo a como éstas se presentaron. Los productos usados fueron: Greenzit a una dosis de 0.5 lt /100 l de agua/ha en la primera aplicación y en la segunda se usó Agrofer-L en una dosis de 2 lt/300 l de agua/ha.

Control de plagas y enfermedades. Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron: Diabrotica spp, Trialeurodes vaporariorum, éstas fueron controladas con Decis E.C. 2.5 usando una dosis de 500 ml/300 l de agua/ha y Malathión C.E. 50% en una dosis de 1000 ml/ha.

En cuanto a enfermedades, sólo se presentó el hongo Macrophomina

phaseolina, el cual fue controlado con aplicaciones de riegos ligeros y frecuentes para formar un ambiente fresco y húmedo para evitar la proliferación del patógeno.

Control de malezas. La presencia de malezas desde el inicio del desarrollo del cultivo fue un problema muy fuerte, debido a que la siembra se realizó en seco, por lo cual se efectuaron dos aporques y cinco deshierbes usando azadones y machete para contrarrestar este problema; las malezas que proliferaron más fuerte fueron: Helianthus annuus, Amaranthus spp y algunos zacates.

Condiciones de manejo. La aplicación de las condiciones de manejo se empezaron a realizar cuando inició la etapa de floración en los progenitores. El manejo correspondiente se aplicaba en las primeras horas del día, de las 6 a las 7 de la mañana.

Cosecha. La cosecha se realizó manualmente, cosechando únicamente las plantas del progenitor con caracteres recesivos, colocando las plantas en bolsas de papel previamente identificadas para facilitar el manejo de las variables a considerar, así como la preparación de la semilla para la siembra en la fase de vivero.

VARIABLES ESTUDIADAS. Para alcanzar los objetivos del presente trabajo, se utilizaron las variables siguientes:

1. Días al inicio de floración
2. Período de floración
3. Días al final de la floración
4. Porcentaje de coincidencia de floración
5. Plantas con producción de semilla
6. Cantidad de semillas por planta

Los días al inicio de floración, fueron comprendidos como el tiempo que transcurrió desde el riego de siembra hasta la aparición de la primera flor en la parcela.

El período de floración, se consideró como el tiempo en días transcurridos desde el inicio de la floración hasta el término de la misma.

Los días al final de la floración, fueron cuantificados como el tiempo que transcurrió desde el riego de siembra hasta que ya no se observaron flores abiertas y/o botones en formación o cuando su cantidad fuera insignificante.

Coincidencia de floración (%), representado por la cantidad de días de floración del progenitor con carácter recesivo con floración del progenitor dominante dividiendo entre el período de floración del progenitor con carácter recesivo y multiplicado por cien.

Plantas con producción de semilla, se tomaron solo en cuenta las plantas que presentaron por lo menos una vaina.

Cantidad de semilla por planta, para determinar esta variable se contó el número de semillas producidas por planta y se registró en forma individual.

#### 3.3.4.2. Fase de vivero

En esta etapa del experimento se sembró la semilla proveniente de la fase de campo con el principal objetivo de observar en estado de plántula y floración los caracteres que permiten cuantificar el cruzamiento.

Especificaciones de la cama. El área de siembra estuvo constituida de cuatro camas de siembra tipo almácigo, con dimensiones de 20 m de largo, 2.5 m de ancho y 0.20 m de profundidad.

Siembra. La siembra se realizó el 13 de septiembre, para esto se dió un riego de presiembra con dos días de anticipación, la distribución de la semilla fue manual. Se trazaron líneas paralelas para la formación de surcos a una distancia de 0.20 m depositando la semilla a una profundidad de 0.05 m a una distancia entre plantas de 0.10 m, usando una separación entre unidad experimental de 0.40 m; en la Figura 5 se muestra la distribución que se tuvo en una cama de siembra.

Manejo. Durante el desarrollo del cultivo se dieron dos riegos de auxilio, realizándose inspecciones diarias para evitar la proliferación

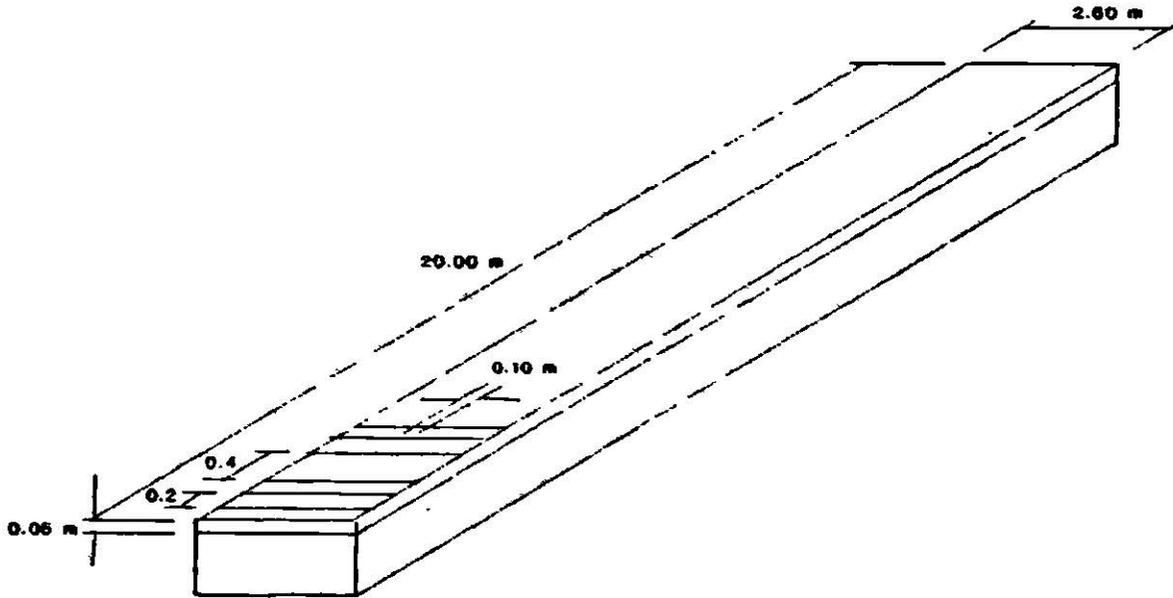


Figura 5. Características de una cama de siembra correspondiente a la fase de vivero del experimento.

de aquellos patógenos que se pudieran presentar, asimismo, observando las plántulas para localizar aquellas que manifestaran las características que indicaran el carácter del cruzamiento entre los progenitores.

Las inspecciones para identificar las plantas que presentaron las características de cruzamiento se realizaron hasta la etapa de floración con el fin de corroborar el cruzamiento entre los progenitores.

Variables a determinar:

1. Plántulas emergidas
2. Cruzamiento (%)

Plántulas emergidas. Para determinar esta variable se obtuvo el número de plántulas que emergieron de cierta cantidad de semilla que se sembró.

Cruzamiento (%). La evaluación del cruzamiento se hizo mediante la división de la cantidad de plantas que presentaron características de cruzamiento entre el total de plantas de la población.

### 3.3.5. Análisis estadístico

El análisis de los datos se efectuó por computadora usando el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences); se realizaron análisis de varianza (ANVA) para todas las variables estudiadas. Además para las variables plantas con producción, semillas por plantas, plántulas emergidas y cruzamiento (%), los datos fueron transformados con el fin de normalizar la distribución de las variables y hacer que las medias y las varianzas fueran independientes y las varianzas homogéneas. Aparte se efectuaron comparaciones de medias utilizando la prueba de Tukey con una probabilidad de error del 0.05 para las variables que resultaron significativas en el ANVA.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Fase de campo

Una de las actividades de suma importancia en esta fase fue caracterizar el proceso de floración, con la finalidad de observar la sincronía entre los cultivares que se utilizaron como progenitores.

Coincidencia de floración (%). El análisis de varianza efectuado para la variable porcentaje de coincidencia de floración indicó un efecto estadístico altamente significativo de los genotipos utilizados como progenitores, no siendo así para el resto de las fuentes de variación e interacción (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable porcentaje de coincidencia de floración entre progenitores.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	P
Repetición	3	35.36	11.79	1.05	.386 NS
Cruzamiento (C)	2	7243.31	3621.66	200.55	.000 **
Error 1	6	108.35	18.06		
Sistema de siembra (S.S)	1	19.26	19.26	2.30	.227 NS
Error 2	3	25.11	8.07		
S.S. x C	2	5.15	2.57	.15	.863 NS
Error 3	6	101.85	16.98		
Condición de manejo (C.M.)	3	33.61	11.20	.91	.451 NS
C.M. x C	6	42.85	7.14	.58	.744 NS
Error 4	27	333.66	12.36		
S.S. x C.M.	3	27.86	9.29	.83	.490 NS
S.S. x C. x C.M.	6	36.35	6.06	.54	.773 NS
Error 5	27	302.91	11.22		

\*\* Altamente significativo (0.01)

C.V. = 34.79%

NS No significativo

#### 4.1.1. Efectos principales

Sistema de siembra (distancia entre progenitores). En el Cuadro 10 se muestra que no hay diferencias estadísticas entre los sistemas de siembra la etapa de floración; sin embargo, se observó como más precoz el progenitor con carácter recesivo que el dominante; observándose de la misma manera un porcentaje mayor de coincidencia de floración en el sistema de siembras por melgas que en surcos; en la Figura 6 se puede observar lo antes mencionado.

Cuadro 10. Características del proceso de floración de los cultivares bajo el sistema de siembra.

Sistema de siembra (Distancia entre progenitores)	F l o r a c i ó n						Coinc. (%)
	Inicio		Término		Período		
	Rec.	Dom.	Rec.	Dom.	Rec.	Dom.	
Melgas (0.15 m)	52	55	112	117	60	62	95
Surcos (0.80 m)	54	58	115	118	61	59	93

Valores promedios obtenidos durante la etapa de floración

Rec. Progenitor con condición homocigótica recesiva

Dom. Progenitor con condición homocigótica dominante

Cruzamientos. En el Cuadro 11 se muestran los resultados obtenidos durante la etapa de floración para la variable coincidencia de floración donde se puede observar que las cruzas Selección #4 x Negro Jamapa y Selección #4 x Agrarista son similares estadísticamente hablando entre el inicio y término de floración comparándolos con la cruza Canario 101 x Negro Jamapa, el cual muestra notables diferencias entre el inicio y término de floración, determinándose en esta cruza un porcentaje menor de coincidencia de floración (Figura 7).

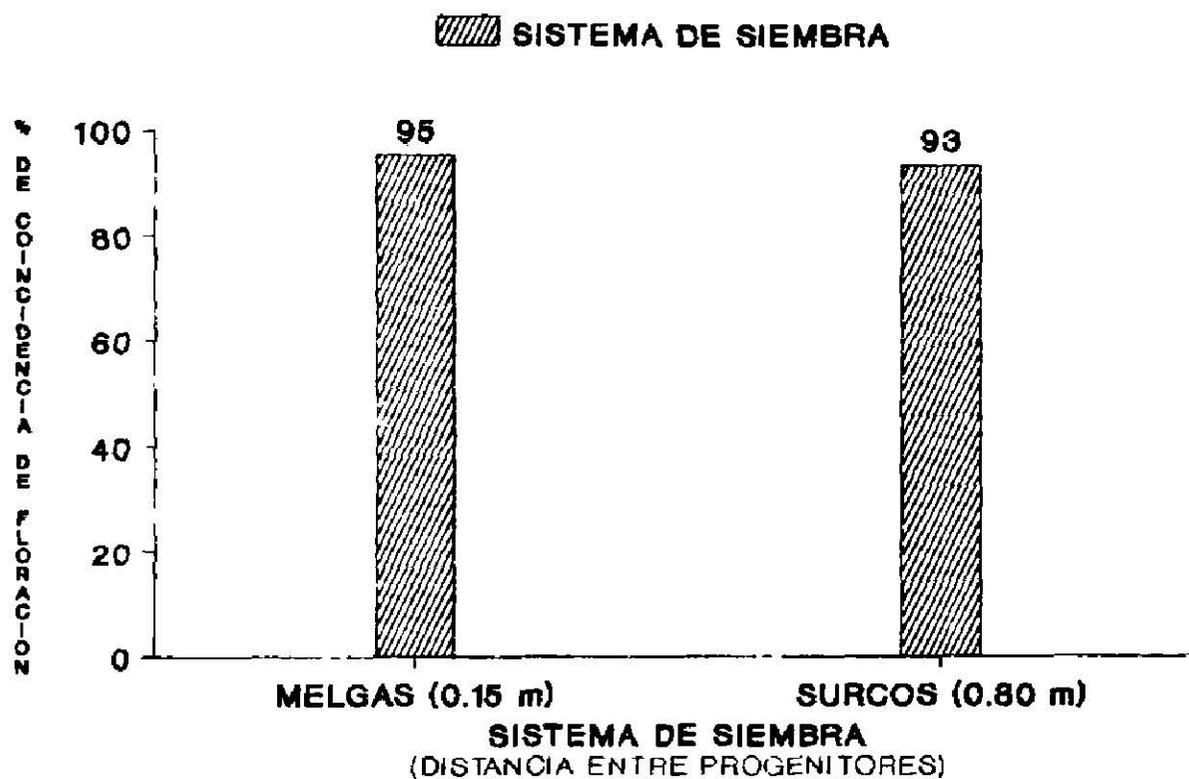


Figura 6. Valores promedio de la coincidencia de floración entre genotipos de acuerdo al sistema de siembra.

**Cuadro 11. Características del proceso de floración de los cultivares de acuerdo a su respectivo cruzamiento.**

Cruzamiento	F l o r a c i ó n						Coincidencia (%)
	Inicio		Término		Período		
	Rec.	Dom.	Rec.	Dom.	Rec.	Dom.	
Selección #4 x Negro Jamapa	58	56	117	119	59	61	99 a
Selección #4 x Agrarista	57	56	115	117	68	60	98 a
Canario 101 x Negro Jamapa	44	56	108	117	64	60	80 b

Valores promedios obtenidos durante la etapa de floración      Valor de Tukey = 3,2604  
Significancia = 0,01

Rec. Progenitor con condición homocigótica recesiva

Dom. Progenitor con condición homocigótica dominante

Condiciones de manejo. En el Cuadro 12 se presentan los resultados del efecto de las diferentes condiciones de manejo efectuadas durante la etapa de floración, observándose que no existen diferencias estadísticas; sin embargo, se muestra una diferencia no muy marcada entre el inicio, término, período de floración; resultando con un mayor porcentaje de coincidencia de floración en donde se aplica el insecticida y el agua como condición de manejo, posteriormente el rozamiento entre gufas y en condiciones naturales como se puede observar en la Figura 8.

**Cuadro 12. Características del proceso de floración de los cultivares bajo las condiciones de manejo.**

Condiciones de Manejo	F l o r a c i ó n						Coincidencia (%)
	Inicio		Término		Período		
	Rec.	Dom.	Rec.	Dom.	Rec.	Dom.	
Insecticida	53	57	114	119	60	60	95
Agua	53	56	113	117	60	61	95
Rozamiento	52	56	113	117	61	60	93
Natural	53	56	113	117	61	61	93

Valores promedios obtenidos durante la etapa de floración

Rec. Progenitor con condición homocigótica recesiva

Dom. Progenitor con condición homocigótica dominante

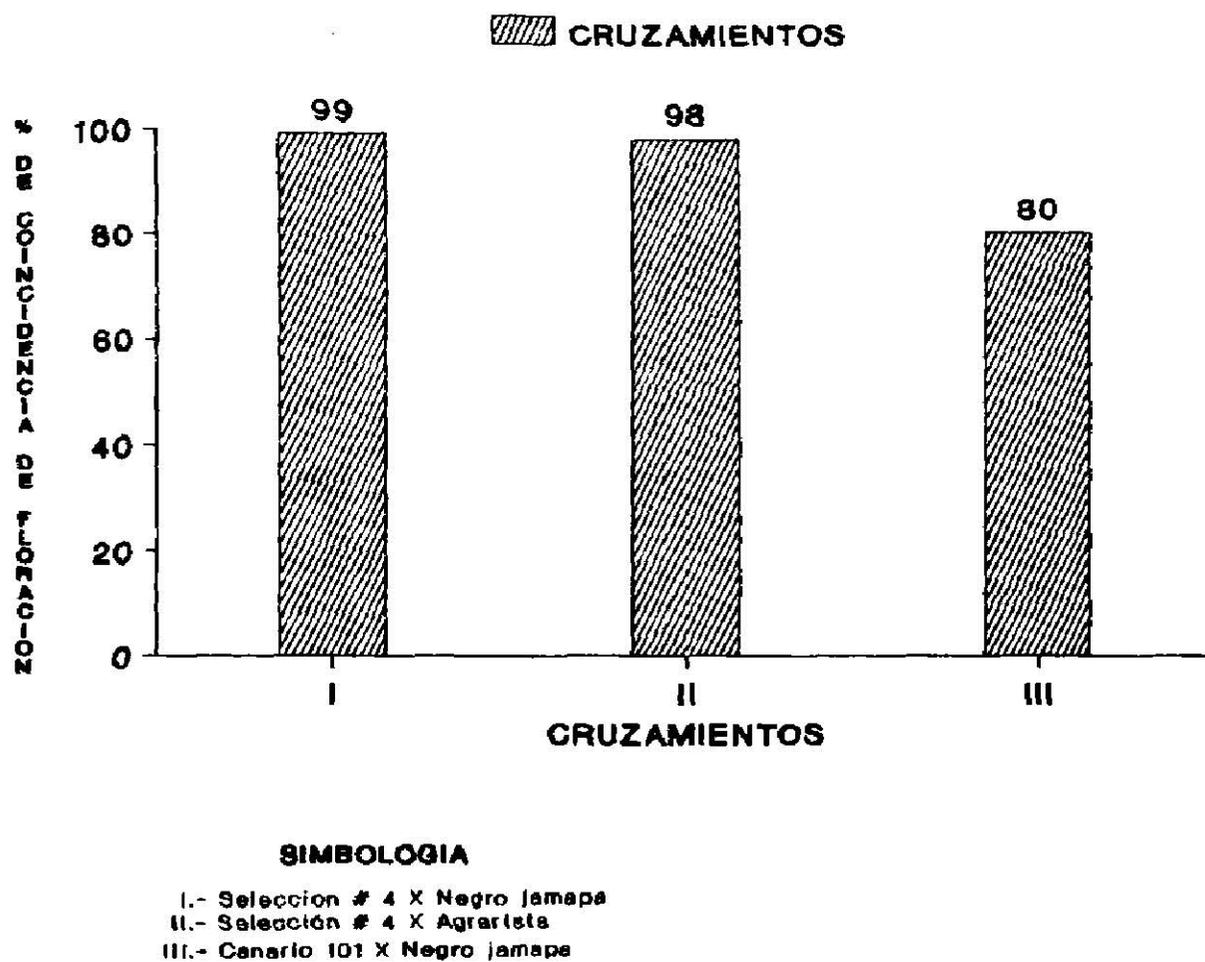


Figura 7. Valores promedios de la coincidencia de floración entre los genotipos de acuerdo a los cruzamientos entre cultivares.

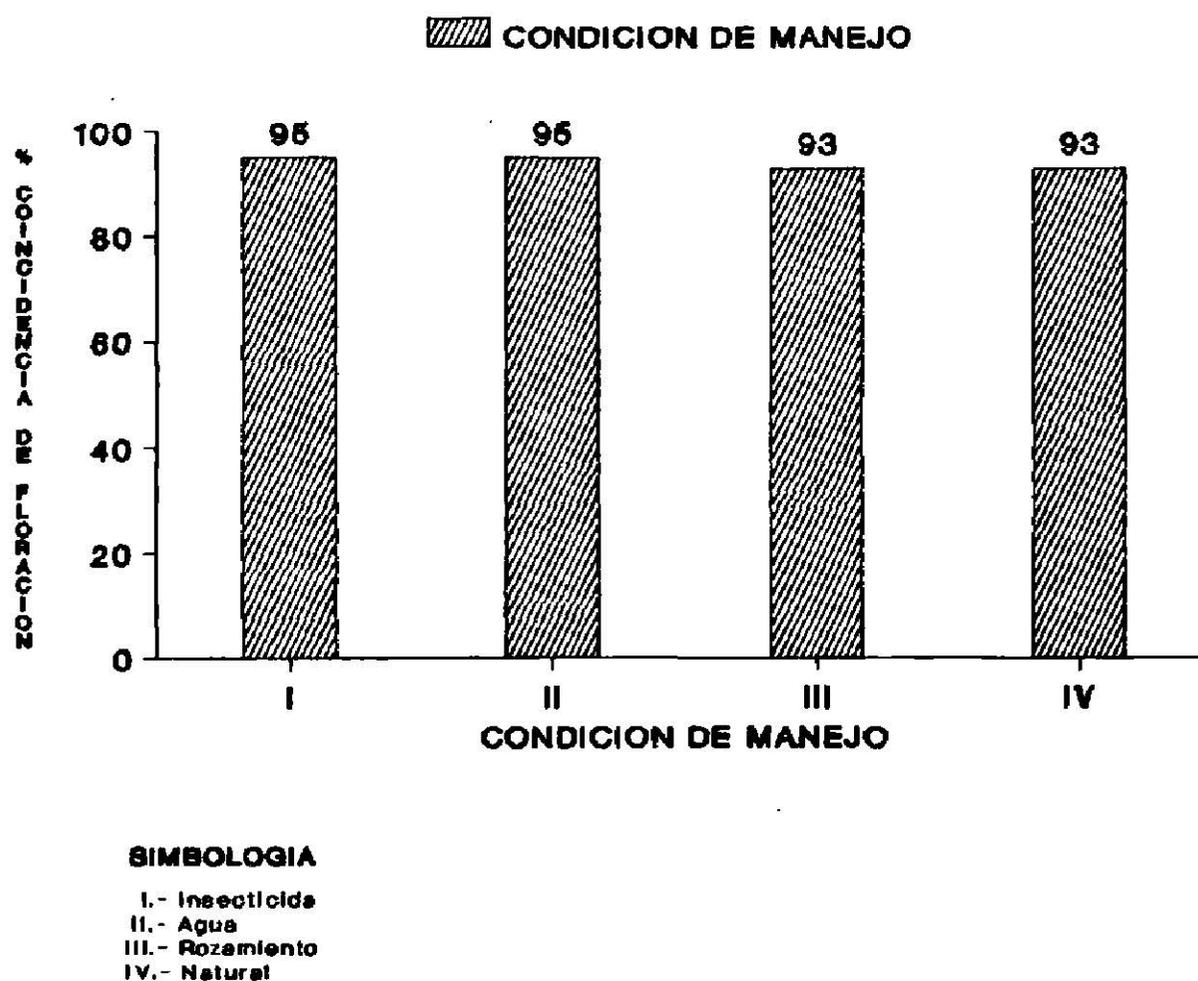


Figura 8. Valores promedio de la coincidencia de floración entre los genotipos de acuerdo a la condición de manejo durante la etapa de floración.

#### 4.1.2. Interacciones

Dado que en los resultados del ANVA de las interacciones no existieron diferencias estadísticas, no son incluidas en este capítulo; sin embargo, se anexan en el Apéndice para observaciones y/o aclaraciones posteriores (Cuadros 1A a 12A).

#### 4.2. Fase de vivero

Cruzamiento (%). En el Cuadro 13 se muestra el análisis de varianza de la variable porcentaje de cruzamiento en el cual se observa un efecto no significativo en los tres factores principales, así como en sus interacciones. Sin embargo, cabe mencionar que el efecto de cruzamiento está determinado por factores, los cuales pueden ser de origen natural o específicos de las variedades.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable porcentaje de cruzamiento natural e inducido en Phaseolus vulgaris L.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	P
Repetición	3	389.72	129.91	2.31	.099 NS
Cruzamientos (C)	2	185.97	92.98	1.10	.392 NS
Error 1	6	507.35	84.56		
Sistema de siembra (S.S.)	1	16.43	16.43	5.23	.106 NS
Error 2	3	9.42	3.14		
S.S. x C.	2	222.92	111.46	1.03	.412 NS
Error 3	6	647.52	107.92		
Condición de manejo (C.M.)	3	106.29	35.43	.58	.632 NS
C.M. x C.	6	661.14	110.19	1.81	.135 NS
Error 4	27	1644.19	60.90		
S.S. x C.M.	3	265.25	88.42	1.57	.219 NS
S.S. x C. x C.M.	6	365.81	60.97	1.08	.396 NS
Error 5	27	1517.29	56.20		

NS = No significativo

CV. = 394.50 %

#### 4.2.1. Efectos principales

No obstante cabe mencionar que los resultados de los análisis de varianza muestran un efecto no significativo estadísticamente hablando, pero se explicarán las tendencias observadas en las medias generales de los efectos principales, así como de sus interacciones.

Sistema de siembra (distancia entre progenitores). De acuerdo a la tendencia de los valores de cruzamiento, en el Cuadro 14 se observa que en el sistema de siembra por surcos se presentó un total de 51 plantas con efecto de cruzamiento, las cuales representan un 2.99% de cruzamiento, por otra parte, en el sistema de siembra por melgas se obtuvo un total de 45 plantas con efecto de cruzamiento, las cuales representan un 4.23% de cruzamiento. Por lo tanto, se puede observar en la Figura 9 que el porcentaje de cruzamiento fue superior en el sistema de siembra por melgas que en surcos.

Cuadro 14. Porcentaje de cruzamiento natural; de acuerdo al sistema de siembra en relación al número de plantas con señal de cruzamiento.

Sistema de siembra (Dist. entre Progenitores)	Plantas con características de cruzamiento	% de cruzamiento
Melgas (0.15 m)	45	4.23
Surcos (0.80 m)	51	2.99

Cruzamiento.. En el Cuadro 15 se puede observar que la craza experimental Selección #4 x Agrarista tendió a presentar el mayor porcentaje de cruzamiento con 5.23% con un total de 66 plantas con señal de cruzamiento, siguiéndole la craza experimental Selección #4 x Negro Jamapa, con un total de 26 plantas representando un 3.35% de cruzamiento; mientras que la craza experimental Canario 101 x Negro Jamapa apenas se observaron cuatro plantas con efecto de cruzamiento representando un valor de 1.73% (Figura 10).

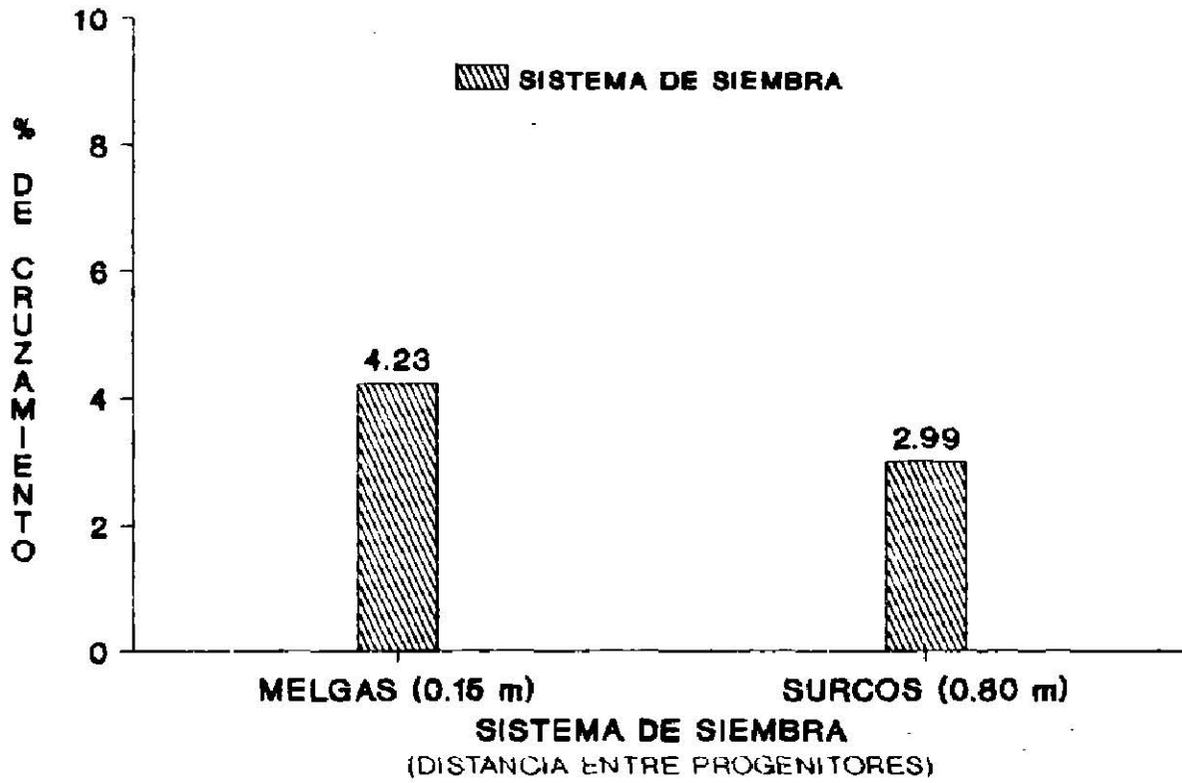


Figura 9. Valores promedio del porcentaje de cruzamiento de acuerdo al sistema de siembra.

Cuadro 15. Porcentaje de cruzamiento natural entre los cruzamientos en relación al número de plantas con señal de cruzamiento.

Cruzamiento	Plantas con características de cruzamiento	% de cruzamiento
Selección #4 x Negro Jamapa	26	3.35
Selección #4 x Agrarista	66	5.73
Canario 101 x Negro Jamapa	04	1.73

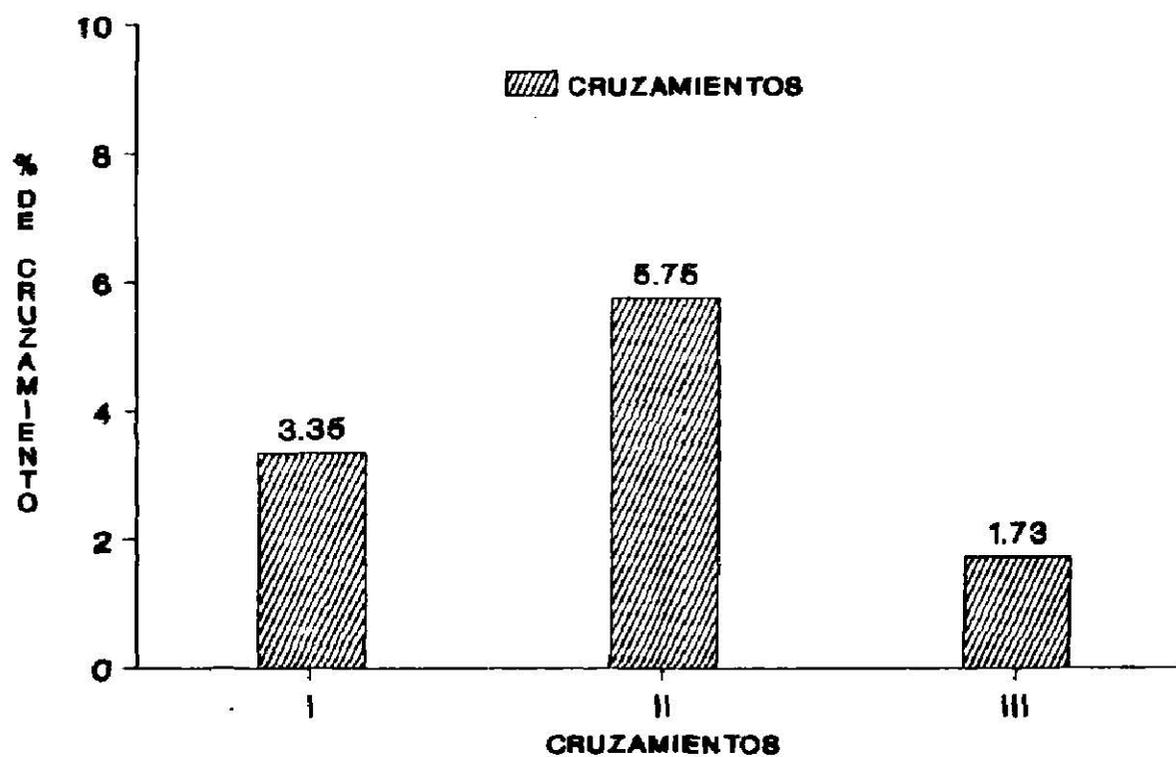
Condiciones de manejo. De acuerdo a las condiciones de manejo que se usaron para la inducción del cruzamiento (Cuadro 16), la tendencia del porcentaje de cruzamiento varió, resultando que la aplicación de agua durante la etapa de floración a los cultivares fue la única condición que propició un valor para el cruzamiento mayor de 4.57%, que en condiciones naturales con un 3.91%, posteriormente el rozamiento entre guías con un 3.42% y en última instancia el uso del insecticida con un 2.55% (Figura 11).

Cuadro 16. Porcentaje de cruzamiento natural e inducido, entre las condiciones de manejo en relación al número de plantas con señal de cruzamiento.

Condición de Manejo	Plantas con características de cruzamiento	% de cruzamiento
Insecticida	28	2.55
Agua	25	4.57
Rozamiento	15	3.42
Natural	28	3.91

#### 4.2.2. Interacciones

Interacción entre el sistema de siembra y los cruzamientos. En el Cuadro 17 se presentan los resultados de esta interacción en el cual se puede ver una amplia diferencia en la tendencia del cruzamiento natural;

**SIMBOLOGIA**

- I.- Selección # 4 X Negro Jamapa
- II.- Selección # 4 X Agrarista
- III.- Canario 101 X Negro Jamapa

Figura 10. Valores promedio del porcentaje de cruzamiento de acuerdo a los cruzamientos entre progenitores.

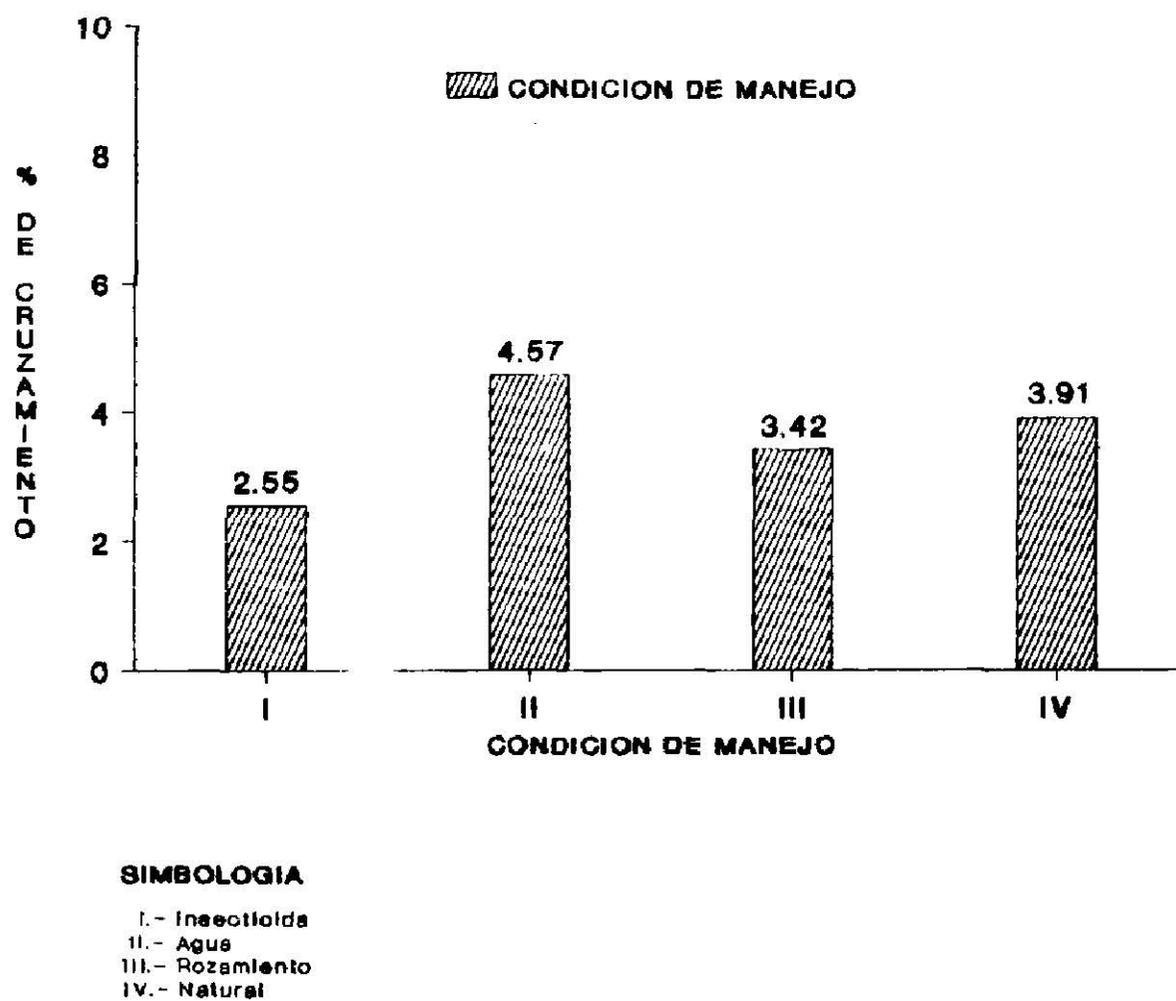


Figura 11. Valores promedio del porcentaje de cruzamiento de acuerdo a la condición de manejo aplicada durante la etapa de floración.

en el sistema de siembra por melgas el mayor porcentaje de cruzamiento se presentó en las cruza experimentales Selección #4 x Agrarista y Selección #4 x Negro Jamapa, mientras que en el sistema de siembra por surcos la que mostró mayor tendencia de cruzamiento fueron las cruza experimentales Canario 101 x Negro Jamapa y Selección #4 x Agrarista.

Cuadro 17. Porcentaje de cruzamiento natural en la interacción entre el sistema de siembra y los cruzamientos.

Sistema de Siembra (Dist. entre Progenitores)	C r u z a m i e n t o s		
	S#4 x N.J.	S#4 x A.	C101 x N.J.
Melgas (0.15 m)	5.02	7.67	0.0050
Surcos (0.80 m)	1.68	3.46	3.83

Donde:

S#4 = Selección #4  
 C101 = Canario 101  
 N.J. = Negro Jamapa  
 A = Agrarista

Interacción entre el sistema de siembra y condiciones de manejo. En el Cuadro 18 se puede observar que la tendencia del cruzamiento en el sistema de siembra por melgas fue más favorecido en condiciones naturales, siguiéndole el rozamiento de guías, posteriormente la aplicación de insecticida y la del agua. En cambio para el sistema de siembra por surcos el cruzamiento tendió a ser más alto cuando se aplicó el agua como condición de manejo, siguiéndole la condición en forma natural (testigo) posteriormente, el uso del insecticida y en última instancia el rozamiento entre guías.

Cuadro 18. Porcentaje de cruzamiento natural en la interacción entre el sistema de siembra y las condiciones de manejo.

Sistema de siembra (Distancia entre progenitores)	Condiciones de manejo			
	Insecticida	Agua	Rozamiento	Natural
Melgas (0.15 m)	3.33	2.74	5.47	5.65
Surcos (0.80 m)	1.79	6.68	1.35	2.15

Interacción entre los cruzamientos y condiciones de manejo. En esta interacción se presentaron diferencias muy marcadas en la tendencia del porcentaje de cruzamiento (Cuadro 19), así el mayor porcentaje de cruzamiento fue en la cruce Selección #4 x Agrarista en condiciones naturales, siguiéndole la cruce Selección #4 x Negro Jamapa con el rozamiento entre guías, posteriormente la cruce Canario 101 x Negro Jamapa cuando se usó el agua como condición de manejo, además presentándose en esta misma cruce el menor porcentaje de cruzamiento en condiciones naturales.

Cuadro 19. Porcentaje de cruzamiento natural e inducido en la interacción entre los cruzamientos y condiciones de manejo.

Cruzamientos	Condiciones de manejo			
	Insecticida	Agua	Rozamiento	Natural
Selec.#4 x Negro Jamapa	1.75	2.51	7.84	1.32
Selec.#4 x Agrarista	5.24	4.98	2.41	10.40
Canario 101 x Negro Jamapa	0.67	6.25	0.0063	0.0038

Interacción entre el sistema de siembra, cruzamientos y condiciones de manejo. En el Cuadro 20 se puede observar la tendencia exhibida para esta interacción, en la cual se destaca que algunas combinaciones entre niveles de los factores estudiados produjeron valores superiores del 10% de cruzamiento natural e inducido. Como el caso del sistema de siembra por melgas en la cruce Selección #4 x Agrarista en condiciones naturales, así como la cruce Selección #4 x Negro Jamapa con rozamiento entre guías y en el sistema de siembra por surcos en la cruce Canario 101 x Negro Jamapa en donde se aplicó agua como condición de manejo. Presentándose el más bajo porcentaje de cruzamiento en el sistema de siembra por melgas en la cruce Canario 101 x Negro Jamapa en condiciones naturales.

Cuadro 20. Porcentaje de cruzamiento natural e inducido en la interacción entre el sistema de siembra, cruzamientos y condiciones de manejo.

Sistema de siembra (Distancia entre progenitores)	Cruzamientos	Condiciones de manejo			
		Insecticida	Agua	Rozamiento Natural	
Mielgas (0.15 m)	Selec. #4 x Negro Jamapa	2.11	4.16	13.13	0.71
	Selec. #4 x Agrarista	7.89	3.26	3.31	16.26
	Canario 101 x Negro Jamapa	0.0075	0.0050	0.0050	0.0025
Surcos (0.80 m)	Selec. #4 x Negro Jamapa	1.40	0.85	2.56	1.94
	Selec. #4 x Agrarista	2.60	6.68	1.51	4.54
	Canario 101 x Negro Jamapa	1.34	12.50	0.0075	0.0050

## 5. DISCUSION

La discusión se presentará relacionando los resultados obtenidos con las hipótesis planteadas.

1. La distancia entre progenitores influye en el cruzamiento natural e inducido de Phaseolus vulgaris L.

La comparación estadística entre los espaciamientos entre los cultivares que se probaron indica que éstos no influenciaron el porcentaje de cruzamiento natural; sin embargo, se observó que el porcentaje de cruzamiento tendió a ser mayor en el sistema de siembra por melgas con una distancia entre hileras de 15 cm y de 10 cm entre plantas, lo cual quizás se deba a que la cantidad de progenitores con el carácter dominante que interactuaban en la polinización de un progenitor de carácter recesivo, era mayor (Figura 3). Por otra parte, la distancia menor entre plantas tal vez favoreció un constante roce entre las flores de ambos progenitores.

No obstante, cuando se trata de relacionar el por ciento de coincidencia de floración con el porcentaje de cruzamiento natural en la siembra en surcos, se encontró que no fue afectado por la disponibilidad más prolongada de flores en la siembra en melgas debido a que las diferencias encontradas en el período de floración para los dos sistemas de siembra fue de solo un día en el progenitor recesivo y de tres días en el progenitor dominante, dando una diferencia de 2% en la coincidencia de floración, lo cual difícilmente podría explicar el menor por ciento de cruzamiento. Parecería ser entonces que los porcentajes de cruzamiento natural observados se deben a la influencia que ejerce la cercanía de una planta con otra y sobre la actividad de los insectos, así como a las características específicas de las variedades.

Los resultados del presente experimento concuerdan con los de Carreón (1988), quien reportó que a 0.07 m de distancia entre cultivares obtuvo 11.92% de cruzamiento natural y 0.57% a una distancia de 0.80 m. Zapata (1988) informó que a una distancia de 0.07 m entre cultivares obtuvo los mayores porcentajes de cruzamiento, en comparación de la distan

cia de 0.80 m. Asimismo, Miranda (1970) menciona que a una distancia de 0.10 m entre variedades se obtuvo 3.85% de cruzamiento natural y 1.75% a una separación de 0.90 m, mientras que a 1.80 m obtuvo 1.30% únicamente.

2. El cruzamiento natural e inducido difiere entre los progenitores utilizados.

El análisis estadístico efectuado para el porcentaje de cruzamiento indicó que no existen diferencias entre las tres combinaciones de cultivares probados.

Analizando la tendencia de los promedios para el porcentaje de cruzamiento natural de acuerdo a los cultivares utilizados, se puede observar una variación de 1.73% a 5.73% (Figura 10). Dicha variación se puede deber a las características específicas de las variedades, así como al grado de su coincidencia en floración. El bajo porcentaje de cruzamiento que se presentó en la crucea Canario 101 x Negro Jamapa se debió posiblemente al estadísticamente más bajo porcentaje de coincidencia en floración que tuvieron estos cultivares, lo cual tendió a repercutir en un más bajo porcentaje de cruzamiento natural (1.73%).

Estas diferencias en la etapa de floración son típicas entre cultivares con hábito de crecimiento diferente, tal como lo señala Kohashi (1990) quien concluye que las variedades de hábito determinado tienen bien definida su etapa de floración en comparación con las variedades de hábito de crecimiento indeterminado, las cuales exhiben una mayor plasticidad, es decir, una mayor variación fenotípica bajo diferentes ambientes, lo cual consiste en cambios morfológicos y fisiológicos tales como: grado de ramificación, tamaño y grosor de la hoja, número de flores, velocidad de fotosíntesis y de transpiración, etc.

Las diferencias observadas en los porcentajes de cruzamiento natural en las cruces Selección #4 x Negro Jamapa (3.35%) y Selección #4 x Agrarista (5.73%) se debieron posiblemente a las características específicas de las variedades, ya que no presentaron una variación importante en la coincidencia de floración (99% y 98%) respectivamente. Así como a otros factores que influyeron en el cruzamiento natural.

Al respecto Miranda (1971) menciona que entre los factores que influyen en el cruzamiento natural están las características propias de las variedades, tales como el tamaño de la flor, dureza del pedicelo, grado de protección del estigma por la quilla, coincidencia del período de floración y la duración de la misma. También influyen factores del ambiente entre los cuales se encuentran la humedad ambiental, temperatura ambiental, distancia entre variedades, la dirección del viento, la estación del año y la presencia de insectos polinizadores (Allard, 1954; Crispín, 1960).

3. El cruzamiento natural e inducido se ve afectado por el control de la entomofauna.

En los distintos manejos que se dieron al cultivo durante la etapa de floración (aplicación de insecticida, aspersión de agua, rozamiento entre guías y el testigo), ninguna de las citadas manipulaciones produjeron efectos significativos sobre el porcentaje de cruzamiento.

Si se consideran las tendencias exhibidas por los valores del porcentaje de cruzamiento, se puede sugerir que la entomofauna tiende a favorecer la ocurrencia del cruzamiento, ya que en condiciones naturales el cruzamiento fue superior a la condición en donde se aplicó el insecticida durante la etapa de floración. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Carreón (1988) y Zapata (1988), ya que ellos observaron una tendencia en el sentido que las aplicaciones de insecticida durante la floración incrementaban el porcentaje de cruzamiento. Estas discrepancias se pueden deber a que los insecticidas aplicados no fueron exactamente los mismos, o bien, a que estas observaciones se hicieron en base a las tendencias, ya que en el caso de Carreón no utilizó un diseño experimental y en el segundo caso, las diferencias entre el tratamiento con insecticida y el testigo no fue posible efectuarlas al haberse perdido este último tratamiento.

Se puede observar que en la condición donde se asperjó agua tendió a producir un porcentaje de cruzamiento superior al producido en condiciones naturales, lo cual indica que la humedad del aire puede tener un efecto directo en la ocurrencia del cruzamiento; esto se puede deber a -

que el agua posiblemente actuó como termoregulador ambiental, ya que al momento de aplicar el agua ésta humedecía la planta permitiendo quizás que se formara un microclima alrededor de ella, principalmente en la flor, proporcionándole un ambiente más fresco, favoreciendo un período de longevidad mayor al polen sin llegar al grado que la humedad afectara el mismo. Ya que una humedad ambiental saturada provoca aglutinación y viscosidad en el polen, así como también temperaturas mayores de 30°C provocan rompimiento del grano de polen y tubos polínicos mostrando formas anormales. De acuerdo con lo anterior, Johri y Vasil (1961) mencionan que bajo condiciones normales el polen de muchas plantas muestra óptima germinación entre 20 y 30°C.

Ahora bien, el bajo porcentaje de cruzamiento que se presentó en el sistema de siembra por melgas cuando se asperjó agua durante la floración (Cuadro 18) se debió más que nada al crecimiento de los cultivos, los cuales cubrieron totalmente el suelo por la distancia tan corta que existía entre los progenitores, lo cual provocó que al momento de aplicar el agua, la humedad ambiental producida posiblemente aumentó el grado de viscosidad y la aglutinación del polen, repercutiendo esto en el bajo porcentaje de cruzamiento; sin embargo, en el sistema de siembra por surcos el espaciamiento entre plantas era mayor, por lo cual la circulación del aire no permitió que la humedad ambiental aumentara a tal grado que pudiera ocasionar daños en el polen.

Con respecto a la aplicación del rozamiento entre guías no produjo diferencias significativas sino tendió a producir menor cruzamiento que la condición natural, lo cual posiblemente se debió a que al momento de aplicar dicha condición las flores y vainas se caían reduciendo de esta manera el porcentaje de cruzamiento en esta condición.

Si se considera a la humedad y temperatura ambiental que se presentaron durante el desarrollo del experimento (Cuadro 7), específicamente en la etapa de floración, es factible suponer que influyeron en el bajo porcentaje de cruzamiento, en cuanto a que provocaron la abscisión de flores y vainas, así como la posible degradación del polen.

Rappaport y Carolus (1956) reportan que las altas temperaturas noc

turnas en Phaseolus vulgaris L. aceleran la antesis y la abscisión de vainas reduciéndose el número de semillas por vaina, debido a que la mayor temperatura incrementa la velocidad de los procesos metabólicos, ya que al estimularse la respiración se produce un agotamiento de las reservas de almidón y de azúcares.

Stobb, Ormrod y Wooley (1967) citan que la temperatura tiene un efecto muy marcado en el desarrollo del saco embrionario de Phaseolus vulgaris L. e indican que en tratamientos de 35/26°C día/noche, los sacos embrionarios casi no desarrollan endospermo y la degradación de los mismos se incrementa con el tiempo, lo cual produce un efecto muy marcado en la abscisión de frutos. En temperaturas nocturnas de 24/15.5 y 29.5/21°C los sacos embrionarios fueron normales aparentemente. Sin embargo, a estas temperaturas también se presentaron abscisiones de frutos muy fuertes, lo cual no se debe a la degradación del saco embrionario, sino a la disponibilidad de nutrientes durante el desarrollo del embrión, de ahí que los procesos de inducción a la abscisión son independientes de la temperatura.

Por otra parte, cabe mencionar que el número de plantas con producción se vió afectado por el problema del hongo Macrophomina phaseolina, el cual se presentó durante el desarrollo del cultivo, lo cual bajó drásticamente la población de plantas, repercutiendo directamente en el porcentaje de cruzamiento observado.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten sostener las conclusiones siguientes:

1. Los espaciamientos entre cultivares (surcos 0.80 m y melgas 0.15 m) produjeron porcentajes de cruzamientos similares.
2. El cruzamiento entre los cultivares utilizados fue similar, aunque la coincidencia en floración en uno de los casos fue marcadamente más reducida.
3. El control de la entomofauna con insecticida no influyó en el porcentaje de cruzamiento entre los cultivares.
4. La aspersión de agua durante la floración no influyó de manera importante sobre el cruzamiento observado entre los cultivares.
5. El rozamiento entre guías durante la floración no produjo efectos significativos sobre el porcentaje de cruzamiento entre los cultivares.
6. En forma general, la tendencia del porcentaje de cruzamiento natural e inducido fue más favorecido en el sistema de siembra por melgas con una distancia entre hileras de 0.15 m y 0.10 m entre progenitores, en la cruce experimental Selección #4 x Agrarista en donde se aplicó agua en la etapa de floración.

## 7. RECOMENDACIONES

Con referencia a las observaciones realizadas en esta investigación, se proponen las recomendaciones siguientes:

1. Las condiciones ambientales desfavorables que se presentaron durante el ciclo de estudio para que se manifestara el máximo potencial de cruzamiento indica la conveniencia de investigar el efecto de los factores estudiados durante el ciclo tardío, en el cual probablemente la floración ocurrirá en condiciones de temperatura y humedad más favorables y con una menor pérdida de plantas debido a enfermedades.
2. En virtud de los elevados valores para los coeficientes de variación, se sugiere repetir este experimento incrementando el número de repeticiones.

## 8. BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALLARD, R.W. 1954. Natural hybridization in lima beans in California. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64:410-416.
- ALLARD, R.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Trad. de la primera edición en inglés por J.L. Montoya. Ed. Omega, Barcelona, España. 498 p.
- ANDRADE A., E. 1976. Técnicas de polinización en varias leguminosas. II. Reunión Departamental. Departamento de Leguminosas Comestibles. INIA SAG. México. pp. 128-427.
- BUISSHAND, T.J. 1956. The crossing of beans (Phaseolus spp.) Euphytica 5:41-50.
- CARREON A., J.S. 1988. Cruzamiento natural e inducido en frijol (Phaseolus vulgaris L.) Tesis de Licenciatura. FAUANL. Marín, N.L. México
- CRISPIN M., A. 1960. Cruzamiento natural en frijol. Agric. Téc. Méx. INIA SAG. 11:38-39.
- CRISPIN M., A. 1974. Logros obtenidos en las investigaciones sobre el cultivo de frijol en México. Agric. Téc. Méx. INIA, SAG. 3(8)277-282.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. México.
- HERNANDEZ B., G. y J. TAY V. 1975. Programa de fitomejoramiento de frijol Programa de investigaciones con becarios. CIAT. Cali, Colombia. 10 pp.
- JOHRI, B.M. e I.K. VASIL 1961. Physiology of pollen. Bot. Rev. 27(3):325-381.
- KOHASHI-SHIBATA, J. 1990. Aspectos de la morfología y fisiología del frijol Phaseolus vulgaris L. y su relación con el rendimiento. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 24-27.
- LEPIZ I., R. 1976. Cruzamiento artificial en frijol. Memoria del Sexto Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética. pp. 580-582.
- MIRANDA C., S. 1966. Identificación de las especies mexicanas y cultivadas del género Phaseolus. Serie de investigación No. 8. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- MIRANDA C., S. 1967. Infiltración genética entre Phaseolus coccineus L. y Phaseolus vulgaris L. Serie de investigación No. 9. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 48. p.

- MIRANDA C., S. 1971. Cruzamiento natural en frijol. Agric. Téc. Méx. INIA SAG. 3(2):48-52.
- MIRANDA C., S. 1981. Cruzamiento natural entre dos poblaciones de Phaseolus coccineus L. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- NUÑEZ G., S. 1979. Cruzamiento artificial en frijol Phaseolus vulgaris L. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- RAPPAPORT, L. and R.L. CAROLUS. 1956. Effect of night temperature at different stages of development on reproduction in the lima bean. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67:421-428.
- RENDON S., L.A. 1983. Control hormonal de órganos reproductivos en Phaseolus vulgaris L. cv. Cacahuatate-72. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- ROOT, A. 1974. ABC y XYZ de la apicultura: Enciclopedia de la Cría Científica y Práctica de las Abejas. 9a. Edic. Librería Hachette, S.A. Buenos Aires, Argentina.
- STOBBE, E.H., D.P. ORMROD and C.J. WOOLEY. 1967. Effect of temperature on embryo sac development in Phaseolus vulgaris L. Can. J. Bot. 45: 948-950.
- WADE, R.B. 1943. An improvement in bean crossing technique. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43:187-188.
- WESTER, R.E. and H. JORGENSEN. 1950. Emasculation unnecessary in hybridizing lima beans. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 55:384-390.
- WIGTON, R.J. 1959. Snap bean crossing technique. Bean Improvement Cooperative Report. No. 2:19-20.
- ZAPATA. 1988. Cruzamiento natural e inducido en frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Licenciatura. FAUANL. Marín, N.L. México (datos sin publicar).

**9. A P E N D I C E**

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable días a inicio de floración de los progenitores con el carácter recesivo.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F cal.	P
Repetición	3	17.08	5.69	2.15	.117 NS
Cruzamientos (C)	2	3928.58	1964.29	66.06	.000 **
Error 1	6	178.42	29.74		
Sistema de siembra (S.S.)	1	121.50	121.50	10.24	.049 *
Error 2	3	35.58	11.86		
S.S. x C.	2	139.00	69.50	25.02	.001 **
Error 3	6	16.67	2.78		
Condición de Manejo (C.M.)	3	18.58	6.19	1.49	.240 NS
C. x C.M.	6	16.97	2.82	.68	.668 NS
Error 4	27	112.25	4.16		
S.S. x C. x C.M.	3	4.75	1.58	.60	.622 NS
Error 5	27	71.50	2.65		

NS = No significativo

C.V. = 22.42 %

\*\* = Altamente significativo (1%)

\* = Significativo (5%)

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable días a inicio de floración de los progenitores con carácter dominante.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F cal.	P
Repetición	3	10.36	3.45	.63	.605 NS
Cruzamientos (C)	2	4.40	2.20	.26	.781 NS
Error 1	6	51.10	8.52		
Sistema de siembra (S.S.)	1	189.84	189.84	19.45	.022 *
Error 2	3	29.28	9.76		
S.S. x C.	2	80.69	40.34	5.34	.047 *
Error 3	6	45.31	7.55		
Condición de manejo (C.M.)	3	8.95	2.98	.73	.541 NS
C. x C.M.	6	26.27	4.38	1.08	.400 NS
Error 4	27	109.66	4.06		
S.S. x C.M.	3	22.20	7.40	1.35	.281 NS
S.S. x C. x C.M.	6	27.65	4.61	.84	.552 NS
Error 5	27	148.53	5.50		

NS = No significativo

C.V. = 3L25%

\* = Significativo (5%)

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable final de floración del progenitor con carácter recesivo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P
Repetición	3	66.88	22.29	13.98	.000 **
Cruzamientos (C)	2	1394.57	697.26	42.13	.000 **
Error 1	6	99.31	16.55		
Sistema de siembra (S.S.)	1	210.04	210.04	3.50	.158 NS
Error 2	3	180.21	60.07		
S.S. x C.	2	108.52	54.26	2.04	.212 NS
Error 3	6	159.98	26.66		
Condiciones de manejo (C.M.)	3	7.21	2.40	1.11	.363 NS
C. x C.M.	6	10.48	1.75	.81	.575 NS
Error 4	27	58.56	2.17		
S.S. x C.M.	3	5.21	1.74	1.09	.371 NS
S.S. x C. x C.M.	6	10.98	1.83	1.15	.363 NS
Error 5	27	43.06	1.59		

\*\* = Altamente significativo (1%)

C.V. = 11.83%

NS = No significativo

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable final de floración del progenitor con carácter dominante.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P
Repetición	3	57.46	19.15	.51	.682 NS
Cruzamientos (C)	2	115.08	57.54	1.33	.333 NS
Error 1	6	259.97	43.32		
Sistema de siembra (S.S.)	1	9.37	9.37	.24	.658 NS
Error 2	3	117.12	39.04		
S.S. x C.	2	50.25	25.12	.48	.641 NS
Error 3	6	314.75	52.46		
Condición de manejo (C.M.)	3	110.46	36.82	.86	.476 NS
C. x C.M.	6	184.92	30.82	.72	.639 NS
Error 4	27	1161.13	43.00		
S.S. x C.M.	3	138.79	46.26	1.72	.321 NS
S.S. x C. x C.M.	6	289.08	48.18	1.27	.303 NS
Error 5	27	1022.63	37.88		

NS = No significativo

C.V. = 56.68 %

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable período de floración del progenitor con carácter recesivo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P
Repetición	3	125.12	41.71	9.15	.000 **
Cruzamientos (C)	2	657.65	328.82	9.40	.014 *
Error 1	6	209.94	34.99		
Sistema de siembra (S.S.)	1	12.04	12.04	.11	.766 NS
Error 2	3	341.79	113.93		
S.S. x C.	2	481.27	240.64	13.80	.006 **
Error 3	6	104.65	17.44		
Condiciones de manejo (C.M.)	3	8.71	2.90	.47	.747 NS
C. x C.M.	6	17.60	2.93	.42	.858 NS
Error 4	27	187.94	6.96		
S.S. x C.M.	3	1.21	.40	.09	.966 NS
S.S. x C. x C.M.	6	25.98	4.33	.95	.477 NS
Error 5	27	173.06	4.56		

\*\* = Altamente significativo (1%)

C.V. = 27.36%

NS = No significativo

\* = Significativo (5%)

Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable perfodo de floración del progenitor con carácter dominante.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P
Repetición	3	41.08	13.69	1.17	.338 NS
Cruzamientos (C)	2	9.19	4.59	.29	.758 NS
Error 1	6	94.75	15.79		
Sistema de siembra (S.S.)	1	253.50	253.50	82.22	.003 **
Error 2	3	9.25	3.08		
S.S. x C.	2	94.94	47.47	9.55	.014 *
Error 3	6	29.81	4.97		
Condición de manejo (C.M.)	3	6.92	2.31	.33	.805 NS
C. x C.M.	6	26.15	4.56	.62	.712 NS
Error 4	27	189.44	7.02		
S.S. x C.M.	3	14.08	4.69	.40	.753 NS
S.S. x C. x C.M.	6	18.23	3.04	.26	.951 NS
Error 5	27	315.19	11.67		

NS = No significativo

C.V. = 43.78%

\*\* = Altamente significativo (1%)

\* = Significativo (5%)

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable plantas con producción con el carácter recesivo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P.
Repetición	3	90.61	30.20	2.09	.370 NS
Cruzamientos (C)	2	758.33	379.17	2.94	.129 NS
Error 1	6	773.42	128.90		
Sistema de siembra (S.S.)	1	178.76	178.76	9.23	.056 NS
Error 2	3	58.11	19.37		
S.S. x C.	2	86.08	45.04	1.35	.328 NS
Error 3	6	191.17	31.85		
Condición de manejo (C.M.)	3	71.20	25.73	1.43	.255 NS
C. x C.M.	6	110.58	18.43	1.11	.381 NS
Error 4	27	447.09	16.56		
S.S. x C.M.	3	34.70	11.57	.42	.742 NS
S.S. x C. x C.M.	6	122.83	20.47	.74	.625 NS
Error 5	27	747.84	27.70		

NS = No significativo

C.V. = 193.66%

Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable cantidad de semillas por planta con el carácter recesivo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P
Repetición	3	6787.67	2262.56	2.60	.073 NS
Cruzamientos (C)	2	53027.65	26513.82	6.82	.028 *
Error 1	6	23511.52	3885.25		
Sistema de siembra (S.S.)	1	4482.67	4482.67	2.27	.229 NS
Error 2	3	5916.50	1972.17		
S.S. x C.	2	1056.40	528.20	2.09	.204 NS
Error 3	6	1512.94	252.16		
Condición de manejo (C.M.)	3	2817.75	939.25	1.62	.208 NS
C. x C.M.	6	1759.19	289.86	.50	.805 NS
Error 4	27	15658.06	579.93		
S.S. x C.M.	3	1401.58	467.19	.54	.661 NS
S.S. x C. x C.M.	6	3739.60	623.27	.72	.640 NS
Error 5	27	23522.31	871.20		

NS = No significativo

C.V. = 450.33%

\* = Significativo (5%)

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable semillas emergidas (Plán tulas).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	P
Repetición	3	5485.21	1828.40	4.46	.011 **
Cruzamientos (C)	2	23128.52	11564.26	4.92	.054 NS
Error 1	6	14103.98	2350.66		
Sistema de siembra (S.S.)	1	1261.50	1261.50	1.12	.367 NS
Error 2	3	3375.08	1125.03		
S.S. x C.	2	144.44	72.27	.26	.782 NS
Error 3	6	1694.23	282.37		
Condiciones de manejo (C.M.)	3	1518.71	506.24	1.74	.183 NS
C. x C.M.	6	1818.23	303.04	1.04	.422 NS
Error 4	27	7867.31	291.38		
S.S. x C.M.	3	120.92	40.31	.10	.960 NS
S.S. x C. x C.M.	6	2781.65	463.77	1.13	.371 NS
Error 5	27	11075.19	410.19		

\*\* = Altamente significativo (1%)

C.V. = 409.10%

NS = No significativo

Cuadro 10A. Valores de cosecha de acuerdo al sistema de siembra.

Distancia entre Progenitores	Plantas con producción	No. de semillas por planta	No. de semillas germinadas
.15 m Melgas	6	36	20
.80 m Surcos	8	49	28

Cuadro 11A. Valores de cosecha de los cultivares con carácter recesivo.

Genotipo	Plantas con Producción	No. de semillas por planta	No. de semillas germinadas
Selección #4	7	48	26
Canario 101	3	11	05
Selección #4	10	68	42

Cuadro 12A. Valores de cosecha en función a la condición (manejo).

Condición	Plantas con Producción	No. de semillas por planta	No. de semillas germinadas
Natural	7	43	25
Agua	6	38	21
Insecticida	8	51	30
Rozamiento	6	38	20

