

# **UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS**

**BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**COORDINACIÓN DE POSGRADO**



**“EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE VARIETADES DE FRIJOL  
PARA LAS REGIONES ALTOS, CENTRO Y SUR DE JALISCO”**

**JOAQUIN ARANDA CANTERO**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:**

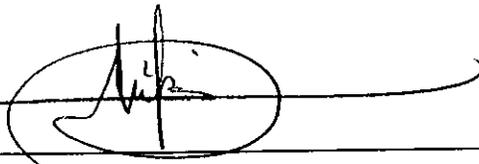
**MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE ÁREAS DE  
TEMPORAL**

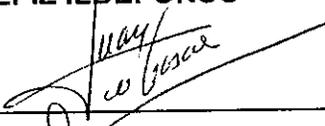
**Zapopan, Jalisco. Enero de 2006.**

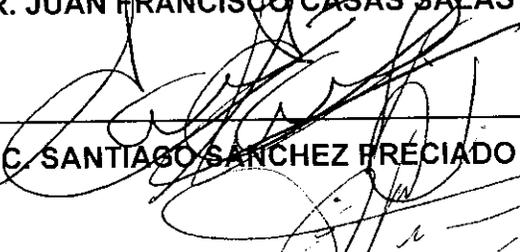
La presente tesis se desarrolló bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

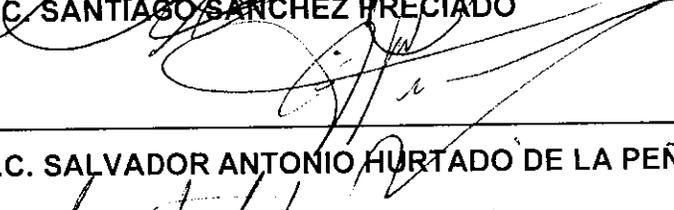
**MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL**

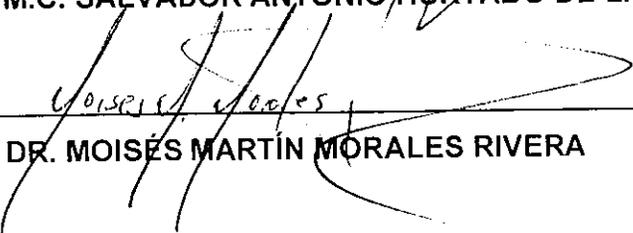
**CONSEJO PARTICULAR**

DIRECTOR:   
DR. ROGELIO LÉPIZ ILDEFONSO

ASESOR:   
DR. JUAN FRANCISCO CASAS SALAS

ASESOR:   
M.C. SANTIAGO SÁNCHEZ PRECIADO

ASESOR:   
M.C. SALVADOR ANTONIO HURTADO DE LA PEÑA

ASESOR:   
DR. MOISÉS MARTÍN MORALES RIVERA

Zapopan, Jalisco. Enero de 2006.

## AGRADECIMIENTOS

Al Director de tesis Dr. Rogelio Lépiz Ildelfonso, por la sugerencia del tema, por su disponibilidad, por su apoyo con sus materiales genéticos y su acertada asesoría en el desarrollo de la investigación.

Al Dr. Juan Francisco Casas Salas, por su apoyo en procesamiento de datos, disponibilidad y asesoría en estadística, sus consejos en la revisión del manuscrito.

Al M.C. Santiago Sánchez Preciado, por su apoyo en el transcurso de la carrera, su asesoría y sus observaciones para el manuscrito.

Al M.C. Salvador Hurtado de la Peña, por sus consejos, disponibilidad y apoyo para la investigación.

Al Dr. Moisés Martín Morales Rivera, por su colaboración, disponibilidad y apoyo como asesor.

Al M.C. Alfredo González Ávila, por su apoyo técnico, disponibilidad y colaboración en el trabajo de campo.

A la Universidad de Guadalajara, al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, por la oportunidad de permitirme realizar los estudios de posgrado y aumentar mi formación profesional.

Al Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro, del Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Pecuaria, que bajo el programa Interinstitucional proporcionó parte de los materiales genéticos utilizados en la investigación.

## DEDICATORIA

A mis padres:

Por su apoyo, fe y comprensión en todo momento, para ellos cariño, admiración y respeto.

A mi esposa:

Compañera firme y socia de todos mis proyectos, para ella mi infinito y especial cariño.

A mis hijos:   Joaquin Christian

                  Omar David

                  Angel Paul

                  Erick Saul

Con mucho cariño y deseo que encuentren la luz de la motivación para su superación formativa.

A mis abuelitos:

Hombres y mujeres de espíritu incansable, cuya educación y cultura fue únicamente el campo.

# CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
LISTA DE CUADROS .....	viii
LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivo general .....	3
1.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 Hipótesis .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Origen y descripción botánica del frijol .....	4
2.2 Importancia del cultivo .....	5
2.2.1 mundial .....	5
2.2.2 nacional .....	6
2.2.3 regional .....	6
2.2.4 en Jalisco .....	7
2.3 Areas de producción y problemas de cultivo en Jalisco .....	7
2.3.1 región de los Altos .....	7
2.3.2 zonas Centro y Sur .....	9
2.3.3 región de la Costa .....	9
2.4 Características del cultivo y requerimientos ambientales .....	10
2.5 Tecnología de producción del cultivo .....	11
2.5.1 suelos .....	11

2.5.2 variedades -----	12
2.5.3 época de siembra -----	12
2.5.4 densidad de siembra -----	13
2.5.5 método de siembra -----	13
2.5.6 fertilización -----	14
2.5.7 combate de maleza -----	14
2.5.8 plagas -----	16
2.5.9 manejo de enfermedades -----	17
2.6 Introducción, evaluación y selección de variedades -----	18
2.7 Adaptación y estabilidad de variedades de frijol -----	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS -----	22
3.1 Descripción de las localidades de siembra -----	22
3.1.1 Tepatitlán, Jalisco -----	22
3.1.2 Zapopan, Jalisco -----	25
3.1.3 Sayula, Jalisco -----	28
3.2 Material genético -----	31
3.3 Métodos -----	33
3.3.1 diseño experimental -----	33
3.3.2 manejo agronómico de los ensayos -----	33
3.3.3 variables de estudio -----	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	36
4.1 Análisis de varianza por localidad y de las pruebas de significancia para factores de variación -----	36
4.2 Prueba de comparación de promedios en la localidad de Tepatitlán de Morelos, Jal., PV 2002 -----	37
4.3 Prueba de comparación de promedios en la localidad de Zapopan, Jal. PV 2003 -----	40
4.4 Prueba de comparación de promedios por localidad. Sayula, Jal., IP 2003 -----	42
4.5 Prueba de comparación de promedios en la localidad de Zapopan, Jal., PV 2004 -----	44

4.6 Prueba de comparación de promedios en la localidad de Sayula, Jal., PV 2004 -----	46
4.7 Análisis de varianza combinado -----	48
4.8 Comparación de promedios del análisis combinado -----	49
V. CONCLUSIONES -----	53
5.1 En relación a las hipótesis planteadas -----	53
5.2 En relación a los objetivos establecidos -----	53
5.3 De los resultados obtenidos -----	54
VI. BIBLIOGRAFIA -----	55
VII. APÉNDICE -----	58

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Herbicidas preemergentes para cultivo de frijol en la Región Centro del Estado de Jalisco -----	15
Cuadro 2. Herbicidas pos-emergentes para cultivo de frijol en la Región Centro del Estado de Jalisco -----	16
Cuadro 3. Insectos plaga que atacan el cultivo de frijol (Alemán et al 1996) -----	17
Cuadro 4. Rendimientos experimentales (kg/ha) de las variedades y líneas mejoradas recomendadas para su cultivo en la Región Altos de Jalisco (Alemán et al 1996) -----	19
Cuadro 5. Información agro-climatológica sobre potenciales productivos de la Republica Mexicana para la localidad de, Tepatitlán, Jal. INIFAP 2004 -----	23
Cuadro 6. Información agro-climatológica para potenciales productivos de la Republica Mexicana con localización geográfica del sitio Zapopan, Jal., INIFAP 2004 -----	26
Cuadro 7. Información agro-climatológica para potenciales productivos de la República Mexicana con localización geográfica del sitio Sayula, Jal., INIFAP 2004 -----	29
Cuadro 8. Materiales genéticos de frijol utilizados en cinco ensayos experimentales y tres localidades de Jalisco -----	32
Cuadro 9. Pruebas estadísticas de significancia para repeticiones y tratamientos por localidad en los cinco ambientes -----	37
Cuadro 10. Comparación de promedios (DMS) para rendimiento de grano (kg/ha) de 21 variedades de frijol en Tepatitlán, Jal. Ciclo PV 2002 -----	39
Cuadro 11. Comparación de promedios (DMS) para rendimiento	

de grano (kg/ha) de 21 variedades de frijol en Zapopan, Jal. Ciclo PV 2003 -----	41
Cuadro 12. Comparación de promedios (DMS) para rendimiento (kg/ha), de 21 variedades de frijol en Sayula, Jal. Ciclo IP 2003 -----	43
Cuadro 13. Comparación de promedios(DMS) para rendimiento (kg/ha) de 21 variedades de frijol en Zapopan, Jal. Ciclo PV 2004 -----	45
Cuadro 14. Comparación de promedios (DMS) para rendimiento (kg/ha) de 21 variedades de frijol en Sayula, jal. Ciclo PV 2004 -----	47
Cuadro 15. Análisis de varianza combinado de la variable rendimiento de grano (kg/ha), de 21 variedades de frijol en cinco ambientes y tres localidades -----	49
Cuadro 16. Comparación de promedios (DMS) de rendimiento de frijol (kg/ha) en cinco ambientes de evaluación y tres localidades de prueba -----	52

## LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro A.1. Resultados del ANVA para rendimiento (kg/ha) de 21 Variedades de frijol en Tepatitlán, Jal. Ciclo PV 2002 -----	58
Cuadro A.2. Resultados del ANVA para rendimiento (kg/ha) de 21 Variedades de frijol en Zapopan, Jal. Ciclo PV 2003 -----	58
Cuadro A.3. . Resultados de ANVA para rendimiento (kg/ha) de 21 Variedades de frijol en Sayula, Jal. Ciclo IP 2003 -----	59
Cuadro A.4. Resultados de ANVA para rendimiento (kg/ha) de 21 Variedades de frijol en Zapopan, Jal. Ciclo PV 2004 -----	59
Cuadro A.5 . Resultados de ANVA para rendimiento (kg/ha) de 21 Variedades de frijol en Sayula, Jal. Ciclo PV 2004 -----	60

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Promedio mensual de unidades calor y su distribución en la localidad Tepatitlán de Morelos, Jal., INIFAP, 2004 -----	24
Figura 2. Estación de crecimiento con evapotranspiración y precipitación en la localidad de Tepatitlán, Jal., INIFAP 2004 -----	24
Figura 3. Promedio mensual de unidades calor y su distribución en la localidad de Zapopan, Jal., INIFAP 2004 -----	27
Figura 4. Estación de crecimiento con evapotranspiración y precipitación en la localidad de Zapopan, Jal. INIFAP, 2004 -----	27
Figura 5. Promedio mensual de unidades calor y su distribución en la localidad Sayula, Jal. INIFAP 2004 -----	30
Figura 6. Estación de Crecimiento con evapotranspiración y precipitación en la localidad de Sayula, Jal. INIFAP 2004 -----	30

## RESUMEN

El estado de Jalisco es deficitario en producción de frijol, mostrando faltantes de 35,000 toneladas anuales para satisfacer la demanda interna de este grano. El déficit se debe a la disminución drástica del sistema de producción de frijol asociado con maíz y al deficiente manejo agronómico del cultivo en general y al limitado uso de variedades mejoradas y semilla de calidad en particular. Considerando lo anterior, se decidió evaluar un grupo de 21 variedades y líneas de frijol con antecedentes de alto valor agronómico durante los años 2002, 2003 y 2004 en las regiones de Los Altos, Centro y Sur de Jalisco, con el objetivo de evaluar e identificar líneas y variedades de frijol con buena adaptación y alto rendimiento. El diseño experimental en cada uno de los cinco ensayos instalados, fue bloques completos al azar con tres repeticiones. Se evaluó como variable principal el rendimiento de grano, se realizaron análisis de varianza para cada ambiente y un análisis combinado. Los análisis individuales detectaron diferencias altamente significativas para variedades; el análisis de varianza combinado encontró diferencias altamente significativas para variedades, para ambientes y para la interacción variedad x ambiente. Se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa para la comparación de promedios. En la localidad de Tepatitlán de Morelos, los mejores genotipos fueron: Vista, KID 50, Bayo INIFAP, FM-98004, Alteño 2000 y FM-98048. En Zapopan los materiales de mayor rendimiento fueron: MX-9065-4M, Bayo INIFAP, PT-98016, PT-98005 y Azufrado Tapatío. En Sayula, en Invierno Primavera 2003 y bajo condiciones de riego, fueron mejores: PT-98016, FM-98048, Pinto Villa, FM-98004 y Azufrado Tapatío. Para Sayula en PV, Alteño 2000, PT-98016, Bayo INIFAP, FM-98048, MX-9065-4M, PT-98005, Pinto Villa y Azufrado Tapatío. El análisis combinado de los cinco ambientes, detectó como buenos para las tres regiones consideradas, a los siguientes genotipos: MX-9065-4M, Bayo INIFAP, PT-98016, FM-98004, Alteño 2000, PT-98005, Pinto Villa y Azufrado Tapatío. Los resultados del trabajo permiten ratificar la bondad de las variedades mejoradas Bayo INIFAP, Alteño 2000 y Azufrado Tapatío para las regiones Altos, Centro y Sur de Jalisco. Igualmente, comprueban el excelente valor agronómico de las líneas MX-9065-4M, PT-98016, FM-98004 y PT-98005 para la misma región.

## I. INTRODUCCION

En México el cultivo del frijol junto con el maíz representa toda una tradición productiva y de consumo, cumpliendo diversas funciones de carácter alimentario y socioeconómico que le han permitido trascender hasta la actualidad. Por superficie sembrada, ocupa el segundo lugar entre los 10 cultivos más importantes del país. Se cosecha en todas las regiones, bajo diversas condiciones de suelo y clima. A nivel nacional existen alrededor de 500 mil productores, de los cuales se estima que el 75% destina una parte de su cosecha al autoconsumo y el resto a la comercialización (Lépiz *et al.*, 2000). En las últimas décadas se ha cosechado en México una superficie de frijol de dos millones de hectáreas en promedio anual, con un rendimiento aproximado de los 630 kg/ha, el cual puede considerarse bajo y factible de incrementar (CEA, 2001). El 87% de la superficie destinada al frijol se ubica en áreas de temporal, colocando al cultivo como de alta vulnerabilidad a las condiciones climatológicas que prevalecen durante el ciclo productivo.

El estado de Jalisco en otros tiempos fue el principal productor de frijol. En 1999 se sembraron aproximadamente 32,000 has, fundamentalmente bajo condiciones de temporal, distribuidas en las zonas de los Altos, Centro, y Costa, con rendimiento promedio de 986 kg/ha (Lépiz *et al.*, 2000). La mayor producción se concentra en la región semiárida de Los Altos, en donde se siembra bajo dos sistemas de producción, asociado con maíz o en unicultivo y donde la precipitación media anual es menor a los 500 mm; en consecuencia, el problema principal para la producción de frijol en esta región, es la sequía.

En las regiones Centro y Sur del Estado, con suelos de mayor profundidad y condiciones climáticas más favorables, se siembran alrededor de 5,000 ha principalmente de frijol en unicultivo, en los municipios de Zacoalco de Torres, Teocuitlán, Ixtlahuacán del Río, Cuautitlán y Tolimán. No obstante que se cuenta con variedades mejoradas de buena adaptación y rendimiento, se utilizan en su mayoría variedades criollas para la siembra, por falta de difusión y disponibilidad de semilla de las nuevas variedades. También se tienen

problemas de enfermedades (antracnosis, mancha angular), de plagas (diabrotica y conchuela), de control de maleza y de suelos con baja fertilidad. De acuerdo con estudios realizados por INIFAP, en las regiones Centro y Sur de Jalisco, existen más de 60,000 hectáreas con condiciones agroclimáticas favorables que pueden sumarse al cultivo de frijol, superficie que sería más que suficiente para satisfacer el déficit de 36,000 toneladas anuales de este grano básico en el estado de Jalisco (Lépiz *et al.*, 2000).

En el caso de la Región Costa, de siembras de frijol en unicultivo (2,500 ha, principalmente en Puerto Vallarta) bajo humedad residual en Otoño-Invierno con rendimientos aceptables (1,200 kg/ha), se utilizan variedades criollas como Bayo Berrendo susceptibles al ataque de roya y mosaico dorado. Se presentan también daños de plagas como chicharrita y mosca blanca y puede haber falta de humedad al final del ciclo.

No obstante la problemática que enfrenta el cultivo de frijol en Jalisco, los trabajos realizados a la fecha, muestran que es posible obtener mejores rendimientos particularmente en los lugares de clima y suelo favorables para el desarrollo y buena producción de cultivos, como lo son las regiones Centro y Sur del Estado. En estas regiones es posible la inversión con altas probabilidades de beneficio económico, utilizando en primer lugar variedades mejoradas con resistencia a las principales enfermedades, de alto rendimiento y de grano preferente, bajo un manejo agronómico eficiente del cultivo, buscando mayor producción y un mejor retorno a la inversión de capital.

En este sentido, una de las opciones más factibles para resolver parte de este problema es, la identificación de genotipos de frijol con buena adaptación, alto potencial de rendimiento, de grano comercial y características agronómicas deseables como resistencia a las enfermedades. Por tal motivo se planeó el presente trabajo, con los objetivos e hipótesis que a continuación se especifican.

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar e identificar líneas y variedades de frijol con buena adaptación, alto rendimiento y grano comercial, para las condiciones agroclimáticas de las regiones Altos, Centro y Sur del estado de Jalisco.

### **1.2 Objetivos específicos**

Evaluar por adaptación y rendimiento a 21 variedades y líneas de frijol en tres localidades y cinco ambientes de prueba, en los ciclos agrícolas de PV 2002, PV 2003 y PV 2004.

Seleccionar las mejores variedades por adaptación específica y general, alto rendimiento y grano comercial.

### **1.3 Hipótesis**

Las variedades de frijol en estudio, tienen un comportamiento diferente en cada una de las localidades y ambientes de prueba.

El comportamiento diferente de las variedades por adaptación y rendimiento de grano, permitirá identificar y seleccionar los mejores genotipos para las localidades de prueba.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Origen y descripción botánica del frijol

Con base en las observaciones de restos arqueológicos encontrados por varios investigadores en países como Perú, Argentina y México con antigüedad entre los 6000 a 9600 años, por los datos botánicos sobre características morfológicas, distribución geográfica y las relaciones genéticas entre las formas cultivadas y silvestres, los centros primarios de diversidad genética y la información histórica sobre su cultivo, las formas de consumo y los nombres locales, en los tiempos actuales se acepta sin lugar a dudas, que el frijol es de origen Americano (Gepts and Debouck, 1991).

Se reconocen dos centros primarios de diversidad (Mesoamérica y Zona Andina) con dos acervos genéticos respectivos (Mesoamericano y Andino) y con varios sitios probables de domesticación (Jalisco, Oaxaca y Guatemala en Mesoamérica y Ecuador y Perú en la Zona Andina). Los acervos genéticos, tienen características genéticas propias debidas a su relativo aislamiento geográfico y reproductivo, características que además de observarse en las formas silvestres, se mantienen en las formas domesticadas cultivadas (Gepts and Debouck, 1991).

El frijol común pertenece a la familia *Leguminosae*, subfamilia *Papilionoidae*, tribu *Faseolae*, subtribu *Faseolinae*, género *Phaseolus* y especie *Phaseolus vulgaris* Linneo (López *et al.*, 1985). La planta es anual, con raíz fibrosa y tallos herbáceos de crecimiento determinado o indeterminado. Los dos primeros pares de hojas son simples y opuestas y a partir del tercer nudo, son alternas, compuestas trifoliadas. En las axilas formadas por el tallo y las hojas, se encuentra un conjunto de tres yemas, conocido como triada; estas yemas pueden ser completamente vegetativas, completamente reproductivas u una combinación de ambas; la posición de la yemas en el tallo o rama, influye en la composición final de la triada. La inflorescencia es un racimo con flores pediceladas; la flor consta de cinco sépalos, cinco pétalos, 10 estambres y un

pistilo; el cáliz es gamosépalo y los pétalos difieren morfológicamente y en conjunto forman la corola. El pétalo más grande situado en la parte superior de la corola, se llama estandarte y los dos pétalos laterales reciben el nombre de alas. En la parte central e inferior, se encuentran los dos pétalos restantes unidos por los bordes laterales, que forman la quilla y encierran en su interior a los estambres y pistilo. Esta estructura floral, favorece la autopolinización del frijol. Los estambres son diadelfos y constan de filamento y antera; nueve filamentos están soldados y el décimo es libre. El pistilo, ubicado en el centro de la flor, consta de ovario, estilo y estigma. El fruto es una vaina con dos valvas y dos suturas. Las semillas nacen alternadamente sobre las márgenes de las dos placentas ubicadas en la parte ventral de la vaina, se unen a la placenta por medio del funículo y este deja una cicatriz en la semilla llamada hilio; a un lado del hilio se encuentra el micrópilo y al otro lado el rafe. La semilla carece de endospermo y consta de testa y embrión. El embrión proviene del cigote y consta de eje primario y divergencias laterales; el eje primario se compone de un tallo joven, el hipocotilo y la radícula. Las divergencias laterales son las hojas, las más conspicuas son los cotiledones, que forman la parte voluminosa de la semilla y en ellos se almacenan las proteínas y los carbohidratos. El segundo par de hojas del embrión, surge en el segundo nudo del tallo (Miranda, 1969; López *et al.*, 1985; Debouk e Hidalgo, 1985).

## **2.2 Importancia del cultivo**

### **2.2.1 mundial**

Entre las leguminosas de grano comestible, el frijol (*Phaseolus* spp.) es el cultivo más importante a nivel mundial, tanto por la superficie cultivada de más de 14 millones de hectáreas, como por la producción de grano obtenida de 11.6 millones de toneladas. Después de frijol, por superficie le sigue el garbanzo con 11.3 millones de hectáreas y por producción total, el chícharo ocupa el segundo lugar con 11.4 millones de toneladas. En el ámbito mundial, el frijol registra un rendimiento de 810 kg/ha, en tanto que el chícharo es el más productivo, con 1,840 kg/ha (Lépiz, 2004).

Por lo que respecta al frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), este se cultiva en los cinco continentes y ocupa mas del 95% de la producción de las cinco especies cultivadas de *Phaseolus* (*P. vulgaris*, *P. coccineus*, *P. lunatus*, *P. acutifolius* y *P. polyanthus*). Por continentes y de acuerdo con la FAO, América cosecha el 59% del área total con 8.398 millones de hectáreas y produce el 58% del total mundial con 6.687 millones de toneladas. En las Américas, destacan por su importancia las regiones de Sudamérica y México-Centroamérica, con superficies cosechadas de 5.160 y 2.296 millones de hectáreas respectivamente, donde México y Brasil son los mayores productores. Es importante destacar la poca superficie dedicada a frijol en Canadá y Estados Unidos (0.784 millones de hectáreas) y su alta contribución en la producción mundial (1.473 millones de toneladas), por sus altos rendimientos unitarios de 1.880 t/ha (Lépiz, 2004).

### **2.2.2 nacional**

En México se siembran con frijol anualmente 2.25 millones de hectáreas, se producen 1.2 millones de toneladas y se importan 80 mil toneladas anuales para cubrir las necesidades internas de este grano básico. De la producción e importación total, se destinan al consumo humano 1.12 millones de toneladas, dando como resultado un consumo anual por persona de 11 kilogramos (CEA. 2001; Lépiz *et al.*, 2005).

### **2.2.3 regional**

En la región Occidente de México comprendida por los estados de Jalisco, Michoacán, Colima y Nayarit, en 1988 se cosecharon 128,141 hectáreas de frijol, con una producción de 126,389 toneladas y un rendimiento unitario de 986 kg/ha. No obstante que el Occidente de México aporta actualmente el 8.5% de la producción nacional, en años pasados la aportación fue significativamente mayor; en estados como Jalisco, en 1966 se cosecharon 480,000 ha de frijol (21% del total nacional), con una producción de 147,104

toneladas (15% del total nacional). En Michoacán ha sucedido una situación similar (Lépiz *et al.*, 2000).

#### **2.2.4 en Jalisco**

Los cambios significativos ocurridos en la superficie cultivada de frijol en Jalisco, de 480,000 ha en 1966 a 32,000 ha en 1999 (reducción del 92%), obedecen a factores tecnológicos y socioeconómicos. En maíz, cultivo con que se asociaba el frijol en 91%, actualmente se utilizan altas densidades de población, se usan herbicidas no selectivos para frijol y se emplea maquinaria en las labores agrícolas, incluyendo la cosecha; estos componentes tecnológicos, han eliminado al frijol del sistema. Por otro lado, el sistema asociado maíz-frijol y no obstante ser más eficiente en el uso del recurso suelo y de mayor estabilidad en la producción, requiere de mayor número de jornales; esta situación ha afectado también al patrón de cultivos maíz-frijol en Jalisco y Michoacán, pues en los tiempos actuales no hay mano de obra disponible en el medio rural o ésta es muy cara (Lépiz *et al.*, 2000).

Los consumidores de frijol en Jalisco prefieren dos tipos principales: azufrados peruanos y flor de mayo. En segundo plano se sitúan las clases flor de junio, bayos y pintos y cacahuates. Los tipos garbancillo zarco y azufrado regional, de alta calidad culinaria, son de consumo local. El tipo bayo berrendo, es de preferencia y consumo más restringido en el sur y costa de Jalisco.

### **2.3. Areas de producción y problemas del cultivo en Jalisco**

#### **2.3.1 región de Los Altos**

En la Región de Los Altos de Jalisco donde se siembra actualmente la mayor superficie de frijol, se identifican dos subregiones climáticas contrastantes: semiseca (500 a 700 mm) y húmeda (700 a 850 mm de precipitación anual). En la subregión semiseca que comprende siete municipios desde Ojuelos con 500 mm de precipitación, hasta Yahualica con 700 mm, se siembra la mayor superficie de frijol en unicultivo en alrededor de 21,000 ha (INEGI, 1999), bajo

condiciones de escasa precipitación y suelos delgados. El factor que más afecta los rendimientos de frijol (350 kg/ha), es la sequía; también se presentan problemas de enfermedades (bacteriosis común, roya, antracnosis y pudriciones radicales) y ocasionalmente pueden ocurrir heladas tempranas (Lépiz, 2000).

Por lo que toca a la subregión húmeda de Los Altos integrada principalmente por los municipios de Jesús María, Arandas, Atotonilco, Tepatitlán, parte de Yahualica y Acatic, donde se siembran 8,900 ha de frijol trepador en asociación con maíz (INEGI, 1999), el cultivo enfrenta problemas tecnológicos y de orden socioeconómico. Como ya se mencionó inicialmente, la superficie de frijol en asociación se ha reducido en más del 90% de 1966 a la fecha. En maíz actualmente se usan herbicidas no selectivos para frijol y se cosecha mecánicamente; estos componentes tecnológicos, han eliminado al frijol del sistema (Lépiz, 2000).

Adicionalmente el sistema asociado y no obstante ser más eficiente en el uso de la tierra, requiere de mayor número de jornales, especialmente para la cosecha. La migración de los jóvenes a los Estados Unidos, a las grandes ciudades de la zona como Guadalajara, han escaseado y encarecido la mano de obra disponible en el campo. La familia rural antaño numerosa, con arraigo en el campo y base del trabajo agrícola, actualmente la integran los padres por lo general de edad avanzada, nueras y algunos nietos. Esta situación ha contribuido en forma significativa a la disminución de las siembras de frijol trepador en asociación con maíz, sistema que en el pasado contribuyó con un alto volumen de frijol a la producción nacional (Lépiz, 2000).

El frijol en la subregión húmeda de Los Altos también tiene otros problemas de orden tecnológico, como fuertes problemas de enfermedades (antracnosis y mancha angular), daño de plagas (diabroticas y conchuela) y de maleza. Es frecuente observar bajas densidades de población e inadecuada fertilización. El uso de variedades mejoradas en este sistema, es prácticamente nulo.

### **2.3.2 zonas Centro y Sur**

En las Regiones Centro y Sur de Jalisco, que incluye la parte de los valles con suelos de mayor calidad y niveles aceptables de precipitación, se siembran alrededor de 5,000 ha principalmente de frijol en unicultivo, en los municipios de Zacoalco de Torres, Teocuitatlán, Ixtlahuacán del Río, Cuautitlán y Tolimán. No obstante que se cuenta con variedades mejoradas de buena adaptación y rendimiento, se utilizan en su mayoría variedades criollas para la siembra, por falta de difusión y disponibilidad de semilla de las nuevas variedades. También se tienen problemas de enfermedades (antracnosis, mancha angular, roya), de plagas (diabroticas, conchuela, chicharrita), de control de maleza y de fertilización. En municipios como Ixtlahuacán del Río, Zapopan y Tlajomulco, de mayor precipitación, las siembras adelantadas (junio y primera quincena de julio), pueden tener serios problemas de exceso de humedad, daño de enfermedades y competencia de maleza.

### **2.3.3 región de la Costa**

En el caso de la Región Costa, las siembras de frijol en unicultivo (2,500 ha, principalmente en Puerto Vallarta, La Huerta y Casimiro Castillo) bajo humedad residual en Otoño-Invierno, tiene rendimientos aceptables (1,200 kg/ha). Se utilizan variedades criollas como Bayo Berrendo susceptibles al ataque de roya y mosaico dorado; también se siembran Flor de Mayo, Flor de Junio y peruanos, en menor proporción. Se presentan daños fuertes de plagas como chicharrita y mosca blanca y de enfermedades virosas, como mosaico dorado; estos problemas se acentúan cuando las siembras se retrasan (segunda quincena de noviembre y primera de diciembre). Puede haber falta de humedad al final del ciclo. Del lado de Nayarit en la misma cuenca de Bahía de Banderas donde se siembra una mayor superficie de frijol, la situación es similar (Lépiz, 2000).

## 2.4 Características del cultivo y requerimientos ambientales

De acuerdo con Ruiz *et al.* (1999) y Lépiz (2005), comunicación personal, las características distintivas del cultivo de frijol y sus requerimientos ambientales, son los siguientes:

Distribución geográfica y adaptación. Se cultiva desde los 50° LN a 45° LS y en altitudes desde el nivel del mar, hasta los 3400 msnm en la región andina. Se siembra prácticamente en todo el mundo, desde los trópicos hasta las regiones templadas y frías. En las regiones templadas y frías como en Europa, el sur de Argentina, norte de USA y sur de Canadá, su cultivo es en los meses de verano.

Ciclo vegetativo. Es muy variable, dependiendo del hábito de crecimiento de la variedad, de las condiciones climáticas del sitio y del sistema de producción. Las variedades arbustivas en las condiciones de trópico, alcanzan la madurez de cosecha entre los 85 y 90 días, en tanto las variedades trepadoras en asociación con maíz y en lugares fríos como los de la Zona Andina, pueden tener un ciclo de hasta 300 días.

Requerimientos climáticos. En relación a fotoperíodo, es una especie de días cortos, los días largos tienden a demorar la floración y retardar la madurez. En general, las variedades de tipo arbustivo pertenecientes a las razas Nueva Granada y Mesoamérica, tienden a ser insensibles al fotoperíodo, no así las de hábito trepador que se cultivan asociadas con maíz, que son todo lo contrario. En relación a la precipitación, el frijol se cultiva en regiones con 350 a 400 mm durante la estación de crecimiento, pero prospera mejor en regiones con precipitación anual de 600 y 2000 mm. En sitios con precipitaciones mayores, puede prosperar en la época del año con menor presencia de lluvias. Prefiere las temperaturas moderadas, con promedios de 18° C. Es sensible a las heladas y las temperaturas mayores a 25 ° C, que afectan sensiblemente su productividad.

Requerimientos de suelo. Prefiere suelos profundos o medianamente profundos, de texturas ligeras como francas, franco arenosas o limosas. Requiere suelos libres de sales y puede desarrollar en pH's en el rango de 5.3 a 7.5, con óptimo de 5.5 a 6.5. Los suelos deben tener buena aireación y buen drenaje.

## **2.5 Tecnología de producción del cultivo**

### **2.5.1 suelos**

Alemán *et al.* (1996) señalan que el frijol se produce en todos los suelos que existen en los Altos y Centro de Jalisco; sin embargo, señalan que lo mas apropiados son los suelos ligeros y con buen drenaje. Lepiz *et al.* (2005), establecen que para cultivar frijol bajo el sistema mecanizado y bajo una estrategia de altos rendimientos, la selección del terreno para la siembra, es una decisión estratégica. Deberán buscarse terrenos planos a ondulados, profundos a medianamente profundos, con textura de tipo franco, pudiendo ser, franco-arenosos, franco- limosos ó franco-arcillosos; todos con pendientes moderadas, que permitan el uso de maquinaria y un buen drenaje. Deben ser medianamente fértiles a fértiles.

Para la preparación del suelo, Alemán *et al.* (1996) señalan que no hay una recomendación o receta universal en la preparación del suelo, ya que cada predio tiene situaciones particulares. La preparación del suelo sugerida para las regiones Centro y Altos de Jalisco, consiste en un paso de arado y dos rastreos, sin embargo se deben considerar los costos de producción y la exposición del suelo a la erosión. Lépiz *et al.* (2005), mencionan que el paso de arado debe hacerse cuando haya un poco de humedad residual, inmediatamente después de la cosecha anterior. El primer paso de rastra antes del inicio de las lluvias para eliminar maleza y pequeños bordos que hayan quedado. El segundo paso de rastra siete días antes de sembrar; esta labor permite también eliminar la primera generación de maleza que aparece con las primeras lluvias.

### **2.5.2 variedades**

En la región de los Altos y Centro de Jalisco se han introducido y evaluado variedades y líneas mejoradas. Como resultado de estos trabajos se han seleccionado variedades de acuerdo a las condiciones agroclimatológicas existentes en cada subregión. Alemán *et al.* (1996) recomiendan para la subregión seca de Los Altos, las variedades: Pinto Villa, Bayo Zacatecas y Bayomex. Para la subregión semiseca: Azufrado Tapatío, Flor de Mayo M-38, Pinto Villa y Bayomex. Para la subregión húmeda y Centro de Jalisco, las variedades: ARA 18, MAM 45, Azufrado Tapatío, Flor de Mayo M-38 y Pinto Villa. Por su parte Lépiz *et al.* (2005), recomiendan para siembra de frijol en las regiones Centro y Sur de Jalisco, las siguientes variedades: Azufrado Tapatío, Flor de Mayo M-38, Bayo INIFAP y Alteño 2000.

Estas variedades con excepción de Bayomex que es de hábito de crecimiento arbustivo y erecto tipo I, presentan hábito de crecimiento indeterminado postrado tipo III, que aunque se siembren con maíz u otro tipo de tutor, no tienen capacidad para trepar. Todas tienen un buen nivel de resistencia a las principales enfermedades, buena adaptación y buen rendimiento, con producciones promedio de 2000 kg/ha bajo buen manejo.

### **2.5.3 época de siembra**

Para frijol bajo el sistema de secano acuñado en nuestro país como temporal, el momento de la siembra está en función de la fecha en que inician las lluvias, cuando ya existe humedad suficiente para asegurar la germinación. En los Altos de Jalisco el ciclo de lluvias se inicia entre el 24 de junio al 3 de julio, por lo que la siembra de variedades mejoradas deberá hacerse en ese período, ya que son de ciclo intermedio, entre 96 a 98 días de siembra a cosecha. Las variedades precoces como Bayomex, se deberán sembrar después del 10 de Julio, para evitar que puedan madurar cuando el temporal aun no termina. Igualmente, en las siembras tempranas las enfermedades son favorecidas por la abundante humedad relativa y del suelo, que puede afectar los rendimientos (Alemán *et al.*, 1996).

En las regiones Centro y Sur del Estado, las siembras deben hacerse después del inicio de las lluvias, entre el 20 de julio y 10 de agosto. El retraso es recomendable, para evitar las lluvias durante la cosecha. En promedio, las variedades llegan a madurez de cosecha a los 90 días después de la siembra, por lo que al sembrarlas al inicio de la estación de crecimiento entre el 15 y 20 de junio, la madurez y la cosecha ocurriría alrededor del 20 de septiembre, siendo aun época de lluvias, factor que dificulta enormemente esta práctica y afecta significativamente la calidad comercial del grano (Lépiz *et al.*, 2005).

#### **2.5.4 densidad de siembra**

La densidad de siembra está muy relacionada con el hábito de crecimiento de la variedad y la condición de humedad del ambiente de que se trate. Para Los Altos de Jalisco y variedades de hábito arbustivo determinado y arbustivo indeterminado, se debe depositar una semilla cada 8 a 10 cm para obtener una densidad de 150 a 180 mil plantas por hectárea, para lo cual se requieren aproximadamente 60 kg/ ha de semilla. En variedades de grano pequeño, son suficientes 50 kg/ha de semilla (Alemán *et al.*, 1996). Para las zonas Centro y Sur de Jalisco, Lépiz *et al.* (2005), recomiendan sembrar entre 15 a 18 semillas por metro lineal de surco, para llegar a cosecha con una población final de 10 a 12 plantas por metro. Recomiendan utilizar semilla de alta calidad, preferentemente certificada.

#### **2.5.5 método de siembra**

La siembra de frijol de temporal, debe hacerse sobre suelo mullido, libre de maleza y con la humedad adecuada para un buen manejo y germinación de la semilla. La siembra con maquinaria agrícola, puede hacerse en surcos trazados entre 60 y 76 centímetros de separación. La separación de 60 cm es ideal para maximizar la producción, pero puede dar problemas para cultivar y asperjar productos con maquinaria. Las distancias mayores a 76 cm, estimulan una mayor incidencia de maleza y provocan un desperdicio de terreno.

En suelos ligeros con buen drenaje, la siembra puede hacerse en plano, sin levantar surco. Una opción recomendable cuando se esperan lluvias abundantes, es sembrar en la costilla del surco; esta práctica reduce el problema del “encostramiento” y asegura una buena emergencia de plántulas.

El trazo y orientación de los surcos, se hace en sentido contrario a la pendiente, buscando drenar el exceso de agua de lluvia, pero sin provocar corrientes fuertes que erosionen el terreno. En ambos métodos de siembra (en plano o abriendo surco), la profundidad de siembra no debe ser mayor a cinco centímetros (Lépiz *et al.*, 2005).

### **2.5.6 fertilización**

El frijol en las condiciones favorables del Centro de Jalisco, responde de manera significativa a una fertilización química moderada a alta, a la aplicación de abonos orgánicos, al uso de biofertilizantes (*Rhizobium*, micorrizas.) o también a una combinación de los elementos mencionados. Si únicamente se dispone de fertilizantes químicos, estos se deberá aplicar al momento de la siembra; se recomiendan los siguientes tratamientos (Lépiz *et al.*, 2005):

- Suelos con problemas de fertilidad y buena disponibilidad de humedad, el tratamiento 60-60-00 (kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente).
- Suelos medianamente fértiles y buena disponibilidad de humedad, el tratamiento 50-50-00.

La fertilización química, debe hacerse al momento de sembrar. El fertilizante no debe quedar en contacto con la semilla. Si la siembra es mecanizada, debe depositarse abajo y a un lado; si es manual, el fertilizante debe cubrirse con una ligera capa de suelo y luego sembrar.

### **2.5.7 combate de maleza**

En frijol arbustivo por ser un cultivo de poco desarrollo, la maleza se hace presente durante todo el ciclo. Según Lépiz *et al.* (2005), la mejor manera de

controlar la maleza de frijol en la Región Centro de Jalisco, es practicar un combate integrado, por ejemplo:

- a) Preventivo. Dar pasos de rastra necesarios oportunos antes de la siembra para mantener libre de maleza el terreno.
- b) Uso de herbicidas. Cuando las siembras son mayores de una hectárea, se deberán utilizarse herbicidas preemergentes (dos a cuatro días después de la siembra y antes de la emergencia del frijol) en cualquiera de las combinaciones del Cuadro 1.

Cuadro 1. Herbicidas preemergentes para cultivo de frijol en la Región Centro del Estado de Jalisco (Alemán et al., 1996).

Mezcla de Herbicidas	Dosis litros o kg/ ha
Dual 960 + Afalón	1.0 + 0.750
Dual 960 + Gesagard	1.0 + 0.750
Lazo + Afalón	2.0 + 0.750
Prowl + Bladex	2.0 + 0.750

Los herbicidas mantienen el cultivo libre de malezas hasta 25 días después de la siembra, posterior a esta fecha aparece una nueva generación de maleza que es necesario combatir; esto se puede realizar con un paso de cultivadora, operación que además de combatir la maleza, estimula la aireación del suelo y se levanta el surco, contribuyendo también a un mejor drenaje. En la mayoría de los terrenos del Centro de Jalisco, se hace necesaria una segunda aplicación de herbicidas post-emergentes selectivos al cultivo de frijol. La aplicación debe hacerse 10 a 20 días después del paso de la cultivadora o a los 30-35 días después de la siembra si hubo aplicación pre-emergente. Esta aplicación es total usando boquilla de abanico, dirigiendo la aspersion principalmente sobre las hileras del frijol. Se puede utilizar una de las opciones del Cuadro 2.

Cuadro 2. Herbicidas pos-emergentes para cultivo de frijol en la Región Centro del Estado de Jalisco.

Tipo de Maleza	Herbicida o Mezcla	Dosis litros/ha
Hoja ancha	Flex	0.5
Pastos	Fusilade	0.5
Hoja ancha y pastos	Flex + Fusilade	0.5

La aplicación post-emergente ayudara a mantener un buen control de malas hierbas hasta la cosecha. Lépiz et al., 2005.

### 2.5.8 plagas

Los insectos plaga que atacan al frijol son numerosos y pueden presentarse desde la siembra hasta cuando la cosecha esta almacenada; el daño que ocasionan es variable, desde leves efectos, hasta la pérdida total. Antes de realizar cualquier aplicación se debe identificar plenamente al insecto plaga que esté causando el daño; igualmente importante es la aplicación oportuna de los productos para su control. Es decir, utilizar insecticidas cuando el número de insectos este causando daños económicos al cultivo. De acuerdo con Alemán *et al.* (1996), las principales plagas del frijol en el Centro de Jalisco y su control, se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Insectos plaga que atacan el cultivo de frijol (Alemán et al., 1996).

PLAGA	CONTROL	DOSIS
Conchuela o borreguillo ( <i>Epilachna varivestis</i> , Mulsant)	Paration Metilico 500	1litro/ha
	Malation 1000 E	1litro/ha
Diabroticas o doradillas. ( <i>Diabrotica spp</i> )	Carbaril 80% PH	1.5 kg/ha
	Paration Metilico 500	1 litro/ha
Chicharrita. ( <i>Empoasca spp</i> )	Tamaron 600 LE	0.75 litro/ha
	Dimetoato 400 LE	litro/ha

En la Región Centro es común que se presenten plagas en el grano de frijol, después que este ha sido cosechado y almacenado; la plaga más importante y que puede llegar a destruir la totalidad del grano almacenado, es el gorgojo común (*Acanthocelides obtectus*, Say). El control de este insecto en bodegas cerradas se logra con fosfuro de Aluminio o polvo de Malathión deodorizado 5%.

### 2.5.9 manejo de enfermedades

Agentes patógenos tales como hongos, bacterias y virus son los causantes del gran número de enfermedades que pueden afectar la producción del frijol. En las regiones Centro y Sur de Jalisco, las enfermedades que revisten mayor importancia son:

- Bacteriosis de halo .....(*Pseudomonas syringae pv. Phaseoli*).
- Bacteriosis común .....(*Xanthomonas campestris pv. Phaseoli*).
- Antracnosis, .....(*Colletotrichum lindemuthianum*).
- Roya. ....(*Uromyces appendiculatus*).
- Mancha angular. ....(*Phaeoisariopsis griseola*).
- Cercóspora. ....(*Cercospora spp.*).

Debido a los costos para su control con productos químicos, la mejor opción es el uso de variedades resistentes (Lépiz *et al.*, 2005).

## **2.6 Introducción, evaluación y selección de variedades**

Voysest (1985), señala que la introducción y selección de variedades, no es otra cosa que la importación de material genético de otros programas y que puede redituar altos beneficios a corto plazo, en la identificación y selección de germoplasma para una región o sitio determinado. Recomienda evaluar variedades y líneas, con altas posibilidades de encontrar genotipos con buena adaptación, resistencia a enfermedades y alto rendimiento. Señala que deben introducirse materiales genéticos que respondan a las necesidades y requerimientos de los productores, siguiendo tres etapas fundamentales: a) identificación e introducción de germoplasma que responda a los objetivos establecidos; b) instalación de ensayos de evaluación y selección (preliminares, regionales y de validación en campos de agricultores); c) multiplicación de semilla y registro de la nueva variedad.

Por su parte, los investigadores del INIFAP (Alemán *et al.*, 1996), han estudiado y evaluado variedades criollas que siembran los productores, han introducido y evaluado variedades mejoradas desarrolladas en otras áreas del país y por instituciones internacionales. Como resultado de estos trabajos han seleccionado variedades para las regiones Altos y Centro del Estado de Jalisco. Según los autores, los mejores materiales genéticos, son los que se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Rendimientos experimentales (kg/ha) de las variedades y líneas mejoradas recomendadas para su cultivo en la Región Altos de Jalisco (Alemán *et al.*, 1996).

VARIEDAD	N° de exp.	Rendimiento Kg/ha			% de incremento sobre testigo
		Mínimo	Máximo	Medio	
Azufrado Tapatío	13	903	3457	2359	56
MAM-45 (Bayo INIFAP)	10	978	3778	2409	59
ARA-18 (Alteño 2000)	10	1020	3855	2597	71
Flor de Mayo M-38	9	882	3137	2160	43
Pinto Villa	14	905	3280	2214	46
Bayomex	24	1300	2939	1939	29
Bayo Zacatecas	19	664	2412	1770	17
Criollo (Testigo)	24	547	2206	1515	0

Lépiz *et al.* (2001 y 2003), como resultado del proyecto de desarrollo de variedades de frijol para ambientes favorables del Centro y Sur de Jalisco y después de evaluar un gran número de genotipos introducidos, nacionales e internacionales, señalan que las mejores variedades para la Región Centro de Jalisco son Azufrado Tapatío, Flor de Mayo M-38, Bayo IINFAP y Alteño 2000. Estas variedades pueden alcanzar rendimientos promedio de 2.5 toneladas de grano bajo condiciones de temporal y buen manejo. También han identificado líneas avanzadas de alto valor agronómico, como: MX-9065-4M (bayo azufrado), FM-98048 (flor de mayo), PT-98016 (pinto), Vista (blanco pequeño) y KID 50 (rojo moteado abulado).

Los mismos autores encontraron otras variedades con buen comportamiento, como Pinto Villa, Negro Cotaxtla y Flor de Junio Marcela. Señalan que las variedades de tipo azufrado peruano desarrolladas en Sinaloa y de gran demanda en el Occidente de México, como Mayocoba (Peruano), Azufrado Regional 87 (Peruano Bola) y Azufrado Higuera, muestran serios problemas de adaptación y susceptibilidad a enfermedades en el Centro de Jalisco, como

bacteriosis de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *Phaseoli*) y antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).

## **2.7 Adaptación y estabilidad de variedades de frijol**

Se han propuesto varios métodos para caracterizar individualmente a las variedades por su comportamiento bajo condiciones ambientales variables, como el de Eberhart y Russell (1966). Anotan que un "índice ambiental" no es independiente de las variedades experimentales y que la distribución de las variedades en torno a la media de rendimiento dependerá de la muestra de variedades, estaciones y sitios usados en la estimación. Por ello es importante que los estimadores de los parámetros de estabilidad, se basen en resultados provenientes de un adecuado número de sitios que representen la gama completa de condiciones ambientales posibles y en una muestra adecuada de variedades.

Acosta y Ochoa (1992), señalan que la meta del programa de mejoramiento de frijol de temporal de la región templada semiárida de México, es el aumento en el rendimiento y una mayor estabilidad en años y localidades. Debido a una fuerte interacción genotipo-ambiente, en el programa señalado todavía se depende de las pruebas, en muchas localidades de materiales mejorados para identificar variedades con amplia adaptación y rendimientos estables. Entre otras características, el hábito de crecimiento indeterminado, la plasticidad fenológica y un aumento en la resistencia a las enfermedades, han contribuido a la estabilidad de rendimiento en el frijol de temporal.

Acosta (1993) menciona que los resultados obtenidos en experimentos conducidos bajo condiciones de temporal en la Región Templada Semiárida del Norte Centro de México, han mostrado la importancia de los efectos ambientales y de la interacción genotipo-ambiente. Señala que Pajarito *et al.* (1998) evaluaron 49 genotipos de frijol bajo riego y temporal en cuatro localidades. Encontraron que el efecto de la localidad fue el que más contribuyó a la varianza fenotípica bajo temporal, mientras que bajo riego el efecto de la localidad no fue significativo. La interacción localidad x genotipo,

resultó significativa en ambas condiciones. También menciona que Acosta *et al.* (1988) al evaluar 18 genotipos de frijol en 7 ambientes de temporal, encontraron un gran efecto para la varianza ambiental y que la interacción genotipo ambiente también fue significativa. Acosta (1993) adicionalmente menciona que en la región templada semiárida y bajo condiciones de temporal, para estudios de adaptación y estabilidad de variedades de frijol, es recomendable la siembra de los ensayos en cinco localidades por dos años consecutivos.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción de las localidades en estudio

El presente trabajo se desarrolló en tres localidades: Tepatitlán de Morelos, Zapopan y Sayula, todos del estado de Jalisco, durante los ciclos agrícolas de Primavera-Verano 2002, 2003 y 2004. En la localidad de Sayula se instaló un ensayo durante el ciclo Invierno-Primavera del 2003, porque varios agricultores realizan su siembra de frijol en esa época del año, bajo condiciones de riego.

##### 3.1.1 Tepatitlán de Morelos, Jalisco

Ubicación geográfica. El municipio de Tepatitlan de Morelos, Jalisco, se localiza en la Región Altos-Sur del estado y sus coordenadas geográficas son (INIFAP, 2004):

Del paralelo 20° 01' al 20° 36' de latitud norte.

Del meridiano 102° 56' al 103° 32' de longitud oeste.

En una altura promedio de 1800 metros sobre el nivel del mar.

Clima. El clima es semiseco, con invierno y primavera secos y semicálido con invierno benigno (García, 1983). Según la estratificación ambiental del Estado de Jalisco, basada en el componente climático (Medina, *et al.*, 1998), la localidad se considera como subtropical subhúmedo semicálido. La estación de crecimiento se inicia el 15 de junio y termina el 6 de octubre; la agricultura de temporal es factible, la temperatura media anual es de 18 a 22 °C. Su régimen de lluvias se registra en junio, julio, agosto y septiembre, con una precipitación media anual de 874 mm ( SEIJAL, 2001).

Tipos de suelo. Predominan los suelos de tipo luvisol férrico y feozem háplico, con más de un metro de profundidad, con contenido mediano a alto de bases, con horizontes arcillosos (Castaños y De la Mora, 1991).

Cuadro 5. Información agro-climatológica sobre potenciales productivos de la Republica Mexicana para la localidad de Tepatitlán, Jal. INIFAP 2004.

MES	Temperatura (°C)			Precipitación mm	Evaporación mm
	Máxima	Mínima	Promedio		
Enero	24.6	3.98	14.29	14.68	125.67
Febrero	25.8	4.83	15.315	7.87	148.84
Marzo	28.52	7.33	17.925	4.77	219.49
Abril	30.46	9.74	20.1	9.47	246.29
Mayo	31.85	12.42	22.135	29.75	261.04
Junio	29.84	14.22	22.03	144.73	193.42
Julio	26.9	14.15	20.525	225.25	154.53
Agosto	26.73	13.87	20.3	204.94	142.96
Septiembre	26.68	13.32	20	148.12	125.38
Octubre	26.76	10.36	18.56	55.16	126.23
Noviembre	25.96	6.73	16.345	15.54	113.21
Diciembre	24.55	5.17	14.86	8.94	106.04
ANUAL	27.3875	9.676667	18.5320835	869.2199	1963.1



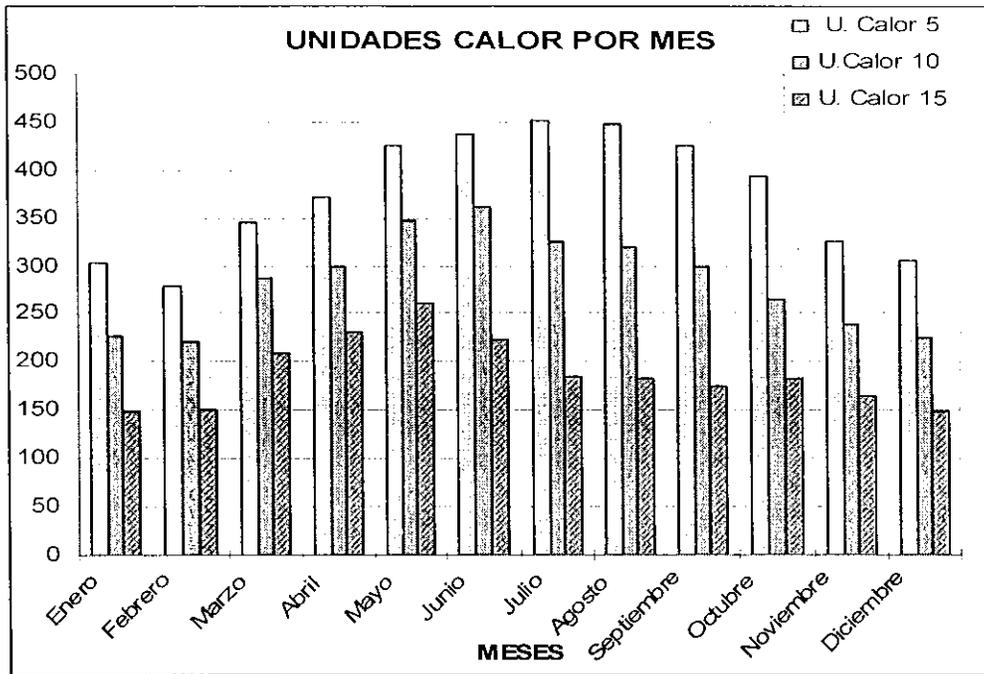


Figura 1. Promedio mensual de unidades calor y su distribución de la localidad Tepatitlan, Jal. INIFAP, 2004.

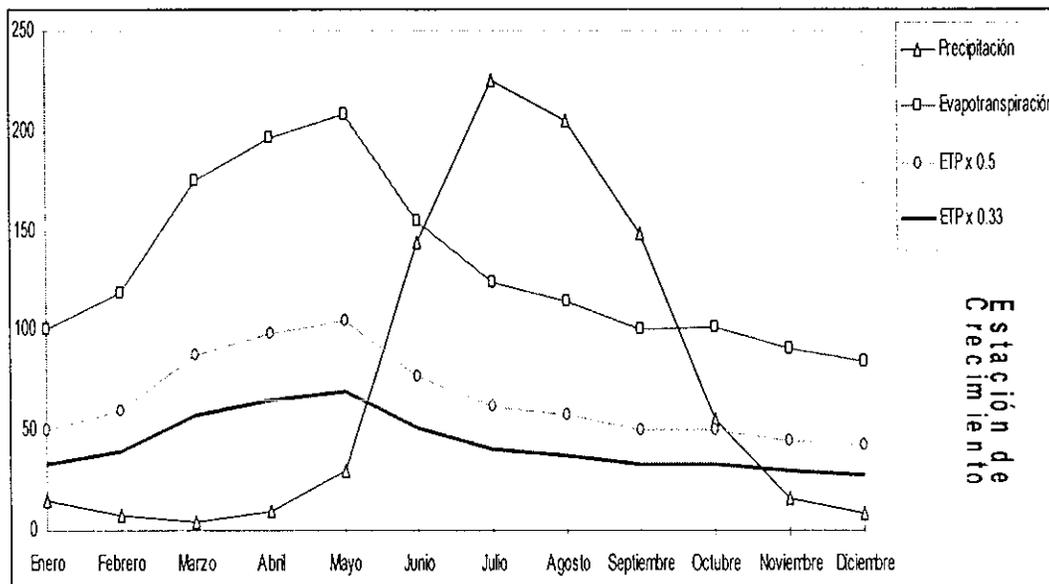


Figura 2. Estación de crecimiento con evapotranspiración y precipitación en la localidad de Tepatitlán, Jal. INIFAP, 2004.

### 3.1.2 Zapopan, Jalisco

Ubicación geográfica. El municipio de Zapopan, Jalisco, se localiza en el centro del estado y sus coordenadas geográficas son (INIFAP, 2004):

Del paralelo 20° 36' al 20° 57' de latitud norte.

Del meridiano 103° 18' al 103° 39' de longitud oeste.

En una altura de 1560 metros sobre el nivel del mar.

Clima. El clima en Zapopan es templado y semicálido y semiseco-semicálido. La parte sur no tiene estación invernal definida (García, 1983). Según la estratificación ambiental del estado de Jalisco, basada en el componente climático (Medina, *et al.*, 1998), Zapopan se considera como subtropical subhúmedo semicálido, con precipitación media anual de 906 mm, durante los meses de junio a octubre y una estación de crecimiento que inicia el 10 de junio y termina el 5 de octubre. La temperatura media anual varía entre 18 a 22 °C.

Tipos de suelo. Los suelos predominantes son de tipo regosol, feozem y litosol y pequeñas porciones de luvisol. Son suelos delgados a profundos con materiales no consolidados, algunos con superficie oscura, con horizontes arcillosos (Castaños y De la Mora, 1991).

Cuadro 6. Información agro-climatológica sobre potenciales productivos de la República Mexicana para la localidad de Zapopan, Jal., INIFAP 2004.

<b>MES</b>	<b>Temperatura (°C)</b>			<b>Precipitación</b>	<b>Evaporación</b>
	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>	<b>Promedio</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>
Enero	24.32	6.82	15.57	13.16	120.05
Febrero	25.51	7.47	16.49	7.87	145.52
Marzo	28.71	9.58	19.145	4.05	228.71
Abril	30.8	11.37	21.085	6.47	264.3
Mayo	31.95	13.5	22.725	26.76	283.02
Junio	29.36	14.9	22.13	188.53	213.13
Julio	26.18	14.2	20.19	260.93	163.57
Agosto	26.14	14.15	20.145	223.17	153.01
Septiembre	26.05	14.3	20.175	155.47	135.62
Octubre	26.19	12.47	19.33	59.2	136.23
Noviembre	25.04	9.3	17.17	17.47	114.08
Diciembre	23.6	7.49	15.545	12.26	106.55
ANUAL	26.9875	11.29583	19.141665	975.34	2063.79

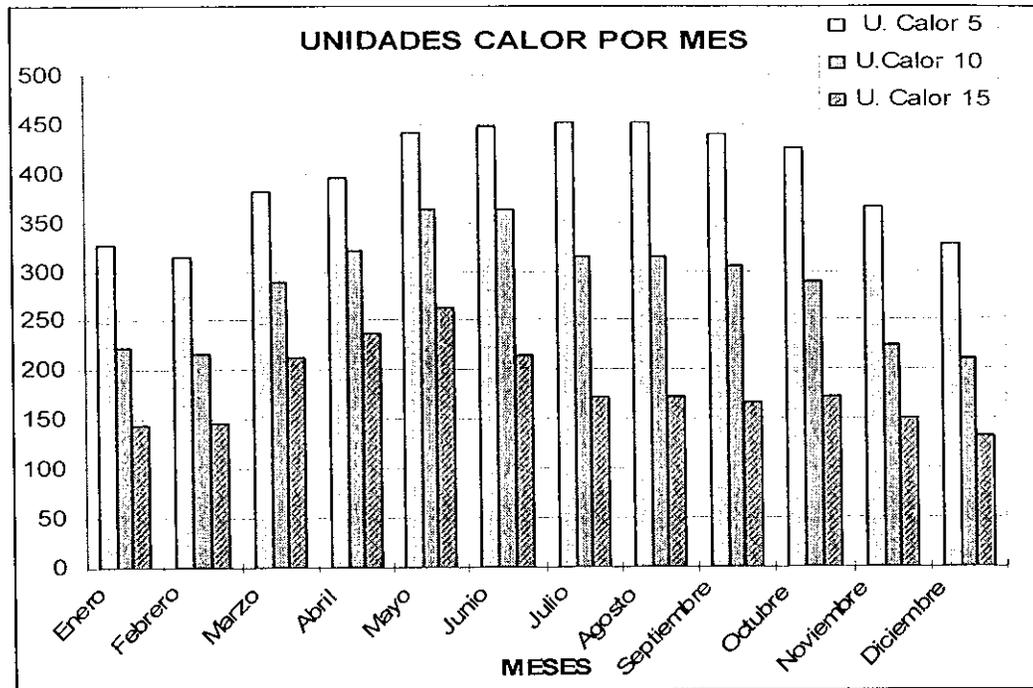


Figura 3. Promedio mensual de unidades calor y su distribución de la localidad Zapopan, Jal. INIFAP, 2004.

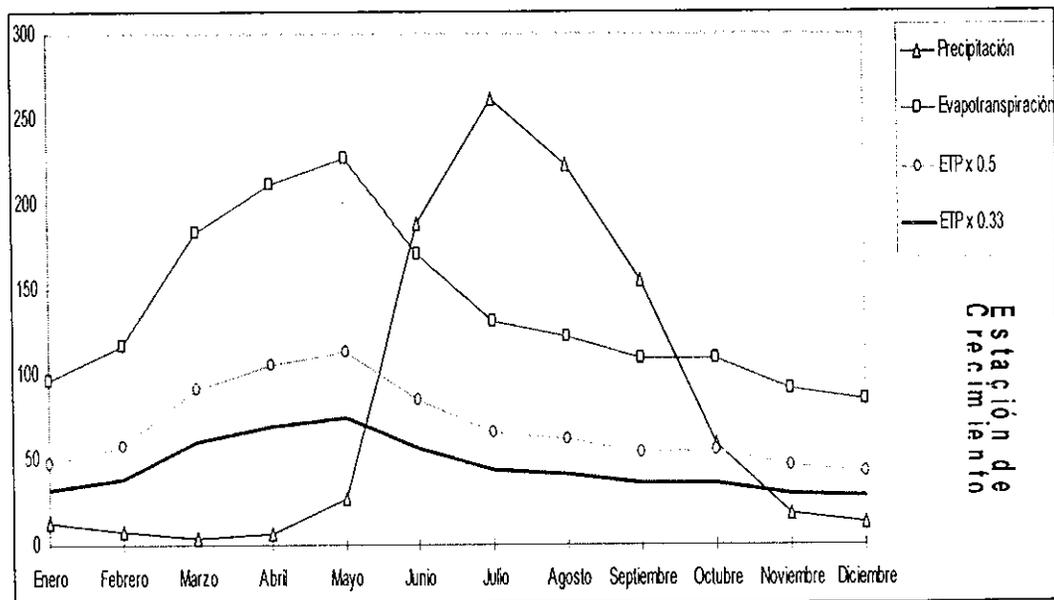


Figura 4. Estación de crecimiento con evapotranspiración y precipitación en la localidad de Zapopan, Jal. INIFAP, 2004.

### 3.1.3 Sayula, Jalisco

Ubicación geográfica. El municipio de Sayula, Jalisco se localiza en el Centro-Sur del Estado, con las siguientes coordenadas (INIFAP, 2004):

Del paralelo 19° 47' 55" al 19° 56' 05" de latitud norte.

Del meridiano 103° 27' 56" al 103° 46' 05" de longitud oeste.

En una altura de 1.350 metros sobre el nivel del mar.

Clima. El clima en Sayula es semiseco con otoño, invierno y primavera secos y semicálido sin estación invernal definida. (García, 1983). Según la estratificación ambiental del Estado de Jalisco, basada en el componente climático (Medina, *et al.*, 1998), Sayula es subtropical subhúmedo semicálido, con una precipitación media anual de 800 mm, que se distribuye durante los meses de junio a octubre y una estación de crecimiento que inicia el 10 de junio y termina el 20 de octubre.

Tipos de suelo. Los suelos dominantes corresponden al tipo feozem háplico y solonchak órtico, con superficie oscura o clara y acumulación de sales solubles (Castaños y De la Mora, 1991).

Cuadro 7. Información agro-climatológica sobre potenciales productivos de la República Mexicana para la localidad de Sayula, Jal., INIFAP 2004.

<b>MES</b>	<b>Temperatura (°C)</b>			<b>Precipitación</b>	<b>Evaporación</b>
	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>	<b>Promedio</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>
Enero	24.66	7.13	15.895	21.35	115.76
Febrero	25.87	7.35	16.61	11.91	137.13
Marzo	28.42	8.82	18.62	8.07	205.77
Abril	30.55	10.6	20.575	10.74	231.4
Mayo	31.17	12.53	21.85	40.26	231.88
Junio	27.91	14.75	21.33	164.65	160.01
Julio	25.64	14.48	20.06	159.26	123.5
Agosto	25.69	14.16	19.925	134.65	122.51
Septiembre	25.64	14.12	19.88	120.84	110.65
Octubre	25.96	12.43	19.195	77.86	122.62
Noviembre	25.66	9.79	17.725	30.89	110.65
Diciembre	24.59	8.08	16.335	18.92	101.41
ANUAL	26.81333	11.18667	19	799.4	1773.29

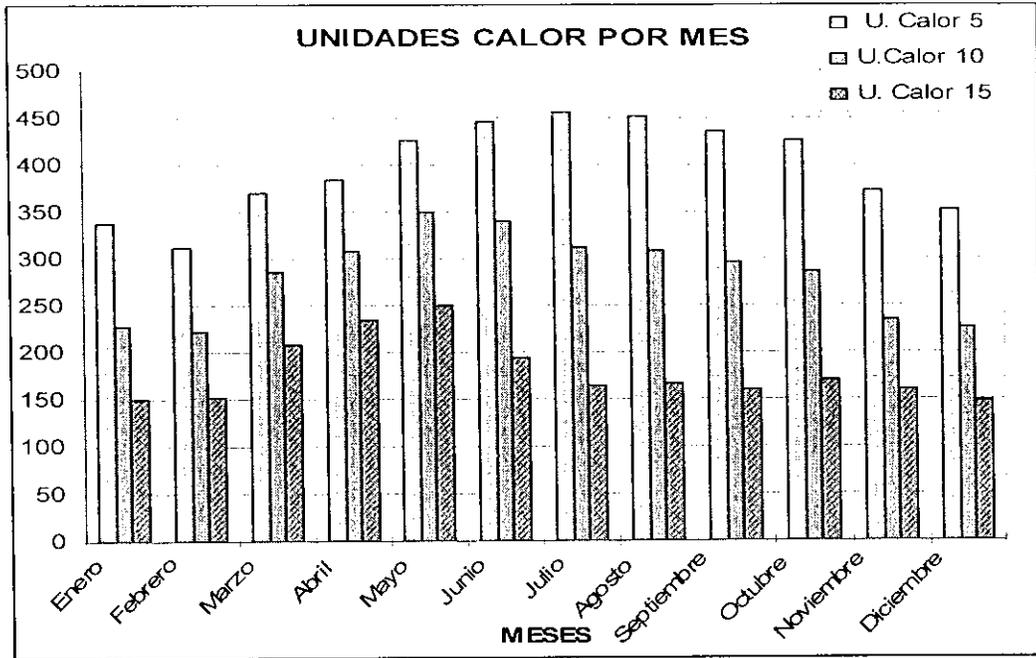


Figura 5. Promedio mensual de unidades calor y su distribución de la localidad Sayula, Jal. INIFAP, 2004.

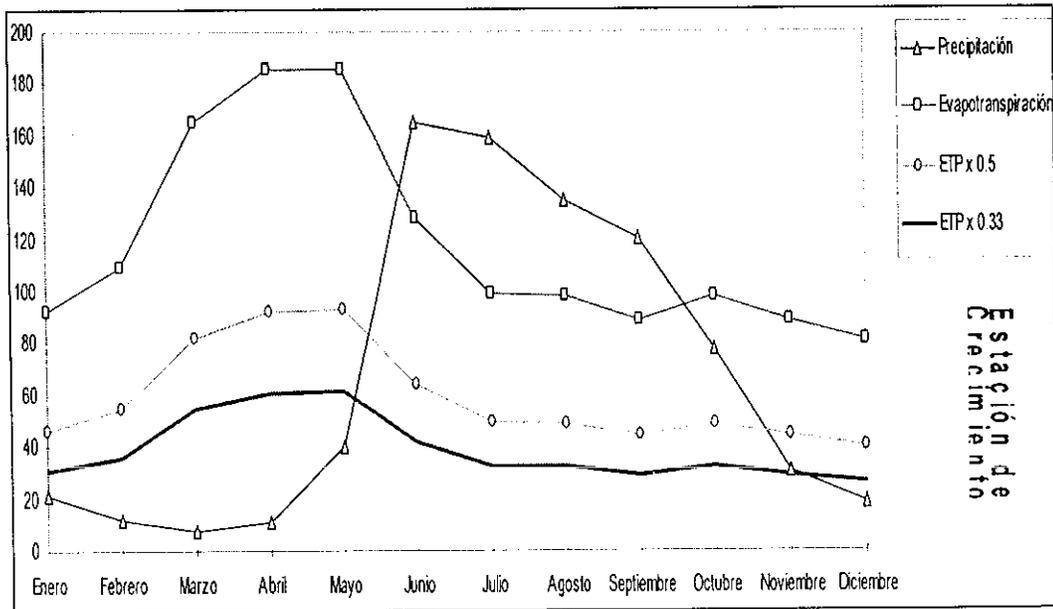


Figura 6. Estación de crecimiento con evapotranspiración y precipitación en la localidad de Sayula, Jal. INIFAP, 2004.

### 3.2 Material genético

El material genético utilizado fue proporcionado por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara y el Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro (CIRPAC) del Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria, bajo el programa interinstitucional e interdisciplinario (CUCBA-UDG, CIRPAC-INIFAP) de generación de nuevas tecnologías, en especial de variedades de frijol de grano preferente para el Occidente de México.

Se utilizaron 21 genotipos de frijol incluyendo variedades y líneas avanzadas seleccionadas en ensayos previos por su buen comportamiento y calidad de grano en la localidad de Zapopan. Los genotipos utilizados en el estudio, se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Materiales genéticos de frijol utilizados en cinco ensayos y tres localidades del estado de Jalisco.

No. VAR	VARIEDAD	TIPO MATERIAL	HABITO CRECIM	COLOR GRANO
1	Azufrado Tapatío	VMC	IP tipo III	Amarillo azufrado
2	Alteño 2000	VMC	IP tipo III	Amarillo suave
3	Floro de Mayo M-38	VMC	IP tipo III	Rosado morado
4	Bayo INIFAP	VMC	IP tipo III	Amarillo suave
5	MAM 48	LA	IP tipo III	Pinto
6	Negro Nayarit	VMC	IE tipo II	Negro
7	Pinto Villa	VMC	IP tipo III	Pinto
8	Negro Altilano	VM	IE tipo II	Negro
9	Flor de Junio Marcela	VMC	IP tipo III	Rosado morado
10	Azufrado Higuera	VMC	IP tipo I	Peruano amarillo
11	Negro Cotaxtla	VMC	IE tipo II	Negro
12	Negro INIFAP	VMC	IE tipo II	Negro
13	Negro Pacífico	VM	IE tipo II	Negro
14	Kid 50	LA	IP tipo II	Rojo moteado
15	PT-98016	LA	IP tipo III	Pinto grande
16	MX-9065-4M	LA	IP tipo III	Bayo azufrado
17	FM-98041	LA	IP tipo III	Rosado morado
18	FM-98048	LA	IP tipo III	Rosado morado
19	FM-98004	LA	IP tipo III	Rosado morado
20	PT-98005	LA	IP tipo III	Pinto mediano
21	Vista	LA	IP tipo II	Blanco pequeño

IE = Indeterminado erecto tipo II

LA = Línea avanzada

IP = Indeterminado postrado tipo III

VM = Variedad mejorada

VMC = Variedad mejorada comercial

Para todos los ensayos (cinco experimentos en tres localidades), el material genético fue el mismo; 21 genotipos entre variedades mejoradas (VM),

variedades mejoradas comerciales (VMC) y líneas avanzadas (LA). Como se muestra en el Cuadro 8, en los materiales utilizados predomina la forma de crecimiento indeterminado erecto e indeterminado postrado. El ciclo vegetativo, desde siembra a madurez fisiológica, varía entre los 90 y 96 días. Los colores de semilla, todos de tipo comercial, son variables: bayos, pintos, flor de mayo, flor de junio, azufrados peruanos, negros y de grano blanco.

### **3.3 Métodos**

#### **3.3.1 diseño experimental**

En cada uno de los cinco ensayos de evaluación se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental constó de cuatro surcos de cuatro metros de longitud y una separación entre surcos variable, entre 60 y 75 cm. Los datos de gramos por parcela útil, se convirtieron a kg/ha.

#### **3.3.2 manejo agronómico de los ensayos**

Preparación del suelo. Antes de la instalación de los ensayos, se hizo una buena preparación del suelo, mediante la combinación de pasos de arado y rastra, según el tipo y condiciones del terreno destinado para la siembra, En general, se aplicó un paso de arado y dos pasos de rastra, antes de proceder al trazo de los surcos.

Siembra. En los ensayos de temporal la siembra se realizó sobre suelo húmedo, en la mayoría de los casos abriendo una raya profunda en el lomo de los surcos (Tepatitlán de Morelos, Zapopan, en Sayula menos profunda). La densidad de siembra que se utilizó en todos los ensayos, fue de 15 a 18 semillas por metro lineal, para después dejar una población de 12 plantas por metro de surco; de esta manera se aseguró la buena población de plantas en las parcelas. El ensayo de Sayula en siembras de IP del 2003, se instaló el 28 de enero, buscando evitar la época de más bajas temperaturas y beneficiar la siembra con riego. En el ensayo de PV 2004 en la misma localidad, la siembra

se realizó el 07 de Julio, ya avanzado el temporal, pues un exceso de humedad afecta el cultivo. Los ensayos instalados en Zapopan, se sembraron entre el 20 de julio y 04 de agosto, también para evitar el exceso de lluvias y cosechar al final de la estación de crecimiento.

Fertilización. La fertilización química previa a la siembra, se realizó con el tratamiento 50-50-0 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O por hectárea respectivamente, aplicando el fertilizante en el fondo de la raya, producto que se cubrió posteriormente con una capa ligera de suelo para evitar daños a la semilla durante la germinación y emergencia.

Control de maleza. En todos los ensayos, para un buen control de la maleza se utilizó un combate mixto. Es decir, se utilizaron herbicidas en forma pre-emergente aplicados de dos a tres días después de la siembra y control mecánico a base de escardas con implementos de cultivo, auxiliados posteriormente con deshierbes complementarios con azadón y cazanga, cuando se hizo necesario. En la localidad de Zapopan de fuerte infestación de maleza, se utilizaron herbicidas post-emergentes en etapa de prefloración.

Control de plagas y enfermedades. Para todos los ensayos se utilizaron en promedio dos aplicaciones de insecticidas al detectar los primeros daños por las plagas, pudiendo ser adultos de diabrotica (*Diabrotica* spp.), chicharritas (*Empoasca* spp.) o conchuela (*Epilachna verivestis* M.). Para el combate de diabroticas y conchuela, en la mayoría de los casos se utilizó Carbaril y para chicharrita Metamidofos. No se aplicó ningún fungicida para el control de enfermedades, ya que los genotipos en su mayoría presentan resistencia a las enfermedades prevalentes del cultivo en el área de estudio.

Cosecha. En todos los casos el trabajo de arrancado, secado y labor de trilla, se realizó en forma manual. Se arrancaron las plantas cuando la vaina alcanzó su madurez fisiológica, se dejó en montones entre los surcos y después de tres a cinco días se trilló para separar el grano de la vaina. En algunos casos como Zapopan, se arrancó el frijol por la mañana y se trilló por la tarde del mismo día.

El peso de grano cosechado en la parcela, se registró varios días después, esperando que el tiempo seco estabilizara la humedad a un 12% aproximado.

### **3.3.3 variables de estudio**

La variable más importante registrada en todos los ensayos, fue el rendimiento de grano de cada una de las variedades por parcela, para después convertirlo a kilogramos por hectárea.

Se tomó también el dato de Valor Agronómico (VAG), parámetro que es una estimación visual de la bondad de los materiales genéticos en los sitios de prueba; considera de manera integrada, tres aspectos fundamentales: hábito de crecimiento y precocidad, resistencia a las enfermedades prevalentes y potencial de rendimiento (vainas por planta).

La evaluación por valor agronómico, se hace un poco antes de la etapa de madurez fisiológica, cuando aun se pueden observar los daños causados por las enfermedades al follaje, tallos y/o vainas y ya se aprecia el potencial de rendimiento de los genotipos.

En las localidades donde se presentaron enfermedades, se registró también esta variable.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Análisis de varianza por localidad y de las pruebas de significancia para los factores de variación

Los análisis de varianza del rendimiento de grano por localidad, se presentan en el Apéndice (Cuadros A.1 a A.5). El Cuadro 9 del presente capítulo, muestra los resultados de las pruebas estadísticas de significancia para repeticiones y tratamientos en cada una de las cinco localidades donde se evaluaron las variedades de frijol en el estado de Jalisco. De acuerdo con la prueba de F, en ninguno de los casos el análisis de varianza detectó diferencias significativas para repeticiones, excepto en Zapopan PV 2004, donde hubo diferencias significativas al 0.05. Esto significa que el lote experimental en la mayoría de los casos fue lo suficientemente uniforme y que el agrupamiento en bloque de los tratamientos de acuerdo al diseño de bloques completos al azar utilizado, no fue necesario (Cochran y Cox, 2001). Podría significar también, que la orientación y trazo de los bloques no fue el más adecuado y que el agrupamiento realizado, no fue eficiente para evitar la variación no pertinente entre bloques; esta última posibilidad queda descartada, por los bajos coeficientes de variación obtenidos en los ensayos. Por otra parte, el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) en todos los casos, fue mayor al 70%, por lo que la mayor proporción de la suma de cuadrados en los ensayos, correspondió al efecto de los tratamientos (Steel and Torrie, 1960).

La prueba de F para el factor variedades, en todas las localidades detectó diferencias altamente significativas para los genotipos utilizados en todos los ambientes de prueba. Este resultado significa que se acepta la hipótesis de comportamiento diferente de las variedades en cada uno de los ambientes de evaluación y que se debe proceder a realizar la prueba de comparación de promedios, para identificar los grupos de tratamientos por su igualdad estadística de rendimientos de grano.

Cuadro 9. Pruebas estadísticas de significancia para repeticiones y tratamientos por localidad en los cinco ambientes.

AMBIENTE	C. M. REPS	F. C. REPS	C..M. VARS	F. C. VARS	C. V.	R <sup>2</sup>
Tepatitlán, PV 2002	160815	1.67	560692	5.83**	17.33	0.75
Zapopan, PV 2003	77220	0.79	636075	6.54**	19.19	0.77
Sayula, IP 2003	34464	2.34	104330	7.08**	14.53	0.78
Zapopan, PV 2004	394621	3.38*	1,190305	10.21**	22.31	0.84
Sayula, PV 2004	39687	0.14	1,379,940	4.83**	17.34	0.71

PV = Ciclo agrícola de primavera verano

IP = Ciclo agrícola de invierno primavera, bajo condiciones de riego.

F. C. = F calculada en el análisis de varianza.

C.M. = Cuadrado medio

C. V. = Coeficiente de variación en porcentaje

\* = Diferencias significativas

\*\* = Diferencias altamente significativas

#### 4.2 Comparación de promedios en la localidad de Tepatitlán de Morelos, Jalisco, ciclo agrícola, 2002

El Cuadro 10 muestra los resultados en kg/ha de grano, del ensayo de frijol realizado en la localidad de Tepatitlán de Morelos, durante el ciclo agrícola de Primavera Verano 2002. Los rendimientos promedio fueron de 1790 kg y algunas variedades superaron las dos toneladas de grano por hectárea; el coeficiente de variación de 17.33%, indica que la conducción del experimento fue aceptable y que las conclusiones que se deriven de estos resultados tienen un buen grado de confiabilidad.

Como se mostró en el Cuadro 9, los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas entre los cultivares evaluados. La

prueba de comparación de promedios por el método de la Diferencia Mínima Significativa (DMS), produjo siete grupos de variedades con promedios estadísticamente iguales. El grupo de mejores variedades lo integraron los siguientes genotipos: VISTA, KID 50, Bayo INIFAP, FM-98004, Alteño 2000 y FM-98048. En esta localidad la línea VISTA, encabezó la lista con un rendimiento de grano de más de 2.5 toneladas por hectárea. La variedad Azufrado Tapatío conocida por su amplia adaptación y alto rendimiento, quedó ubicada en el segundo grupo junto con otros 11 genotipos. En esta localidad las variedades de frijol negro tuvieron bajos rendimientos y Azufrado Higuera del tipo de frijol conocido como peruano, produjo el menor rendimiento con 560 kg/ha.

Las variedades mejoradas Bayo INIFAP (MAM 45) y Alteño 2000 (ARA 18), se comportaron según lo indicado por Alemán *et al.* (1996); es decir, son materiales de buena adaptación y alto rendimiento en Los Altos de Jalisco. En este sitio, Flor de Mayo M-38 y Azufrado Tapatío, también mostraron un comportamiento aceptable, como era de esperarse.

Cuadro 10. Comparación de promedios (DMS) para rendimiento de grano (kg/ha) de 21 variedades de frijol en Tepatitlán de Morelos, Jal. Ciclo PV 2002.

No	Variedad	Rendimiento	Grupos de comparación
21	Vista	2576.8	A
14	Kid 50	2256.7	A B
4	Bayo INIFAP	2230.0	A B
19	FM-98004	2134.4	A B C
2	Alteño 2000	2118.8	A B C
18	FM-98048	2098.8	A B C
3	Flor de Mayo M-38	1998.8	B C D
5	MAM 48	1978.8	B C D
1	Azufrado Tapatío	1965.4	B C D
9	Flor de Junio M	1838.7	B C D E
7	Pinto Villa	1812.0	B C D E
16	MX-9065-4M	1803.1	B C D E
12	Negro INIFAP	1756.4	B C D E F
17	FM- 98041	1700.9	C D E F
20	PT-98005	1629.7	C D E F
11	Negro Cotaxtla	1583.0	D E F
6	Negro NayariT	1496.3	D E F
8	Negro Altiplano	1389.6	E F
15	PT-98016	1389.6	E F
13	Negro Pacífico	1265.1	F
10	Azufrado Higuera	560.3	G
Promedio =1789.67		CV (%) = 17.33	DMS = 511.86 R <sup>2</sup> = 0.749

#### 4.3 Prueba de comparación de promedios en la localidad de Zapopan, Jalisco, ciclo agrícola PV 2003

Según lo indicado en el Cuadro 9, los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas para el factor variedades en esta localidad. Los rendimientos promedio del ensayo fueron de 1625 kg/ha y el coeficiente de variación de 19.19%, valor ubicado en el rango de lo aceptable; este valor otorga buen grado de confiabilidad a los resultados obtenidos y a las conclusiones que se deriven de los mismos.

El Cuadro 11 muestra los resultados del ensayo instalado en la localidad de Zapopan durante el ciclo agrícola de Primavera Verano 2003. La prueba DMS para variedades muestra cinco grupos, con promedios de rendimiento estadísticamente iguales entre sí. En este ambiente de prueba el mejor grupo de genotipos lo integraron MX-9065-4M, Bayo INIFAP, PT-98016, Vista, Flor de Mayo M-38, PT-98005 y el Azufrado Tapatío. Nuevamente se puede comprobar el alto valor agronómico de las variedades mejoradas comerciales Bayo INIFAP, Flor de Mayo M-38 y Azufrado Tapatío, según lo menciona la literatura (Alemán *et al.*, 1996; Lépiz *et al.*, 2001; Lépiz *et al.*, 2003) y las recomendaciones de variedades para el Centro de Jalisco (Lépiz *et al.*, 2005).

Los otros tres grupos de variedades ubicados en orden descendente, muestran rendimientos superiores al promedio del estado, resultado del mejoramiento genético y del buen manejo de los ensayos. También es importante hacer notar que en el Centro de Jalisco, las variedades Azufrado Higuera y Negro Pacífico, mostraron rendimientos menores a 550 kg/ha, principalmente por daño de enfermedades como bacteriosis de halo y antracnosis (Lépiz *et al.*, 2003).

Cuadro 11. Comparación de promedios (DMS) para rendimiento de grano (kg/ha) de 21 variedades de frijol en Zapopan, Jal. Ciclo PV 2003.

No	Variedad	Rendimiento	Grupos de comparación
16	MX-9065-4M	2380.9	A
4	Bayo INIFAP	1951.7	A B
15	PT-98016	1921.9	A B C
21	Vista	1918.5	A B C
3	Flor de Mayo M-38	1904.6	A B C
20	PT-98005	1890.0	A B C
1	Azufrado Tapatio	1879.6	A B C
6	Negro Nayarit	1863.0	B C
7	Pinto Villa	1802.7	B C
19	FM-98004	1747.2	B C
18	FM-98048	1736.1	B C
5	MAM 49	1723.6	B C
12	Negro INIFAP	1721.5	B C
2	Alteño 2000	1716.0	B C
11	Negro Cotaxtla	1630.7	B C
14	Kid 50	1460.9	B C D
9	Flor de Junio Marcela	1429.0	C D
17	FM-98041	1412.3	C D
8	Negro Altiplano	1055.3	D
10	Azufrado Higuera	538.7	E
13	Negro Pacifico	434.7	E
Promedio = 1624.71		CV (%) = 19.19	DMS = 514.66
$R^2 = 0.768$			

#### **4.4 Prueba de comparación de promedios en la localidad de Sayula, Jalisco, ciclo agrícola IP 2003**

Para esta localidad, como se mostró en el Cuadro 9, también hubo diferencias altamente significativas para tratamientos. Los resultados de la prueba estadística DMS, se muestran en el Cuadro 12. En este sitio y ambiente de prueba bajo condiciones de riego, los rendimientos fueron en general bajos, con promedio de 835 kg/ha. Como se indicó en el capítulo de Materiales y Métodos, la fecha de siembra fue el 28 de enero y según se muestra en las variables climáticas de esta localidad (Cuadro 7 y Figura 6), las temperaturas mínimas promedio de los meses de febrero y marzo, son de 7.35 y 8.82, muy por abajo del promedio óptimo señalado por Ruiz *et al.* (1999) y Lépiz *et al.* (2005). Es decir, el factor temperatura en los primeros meses de desarrollo, afectó negativamente los rendimientos de frijol en este ambiente de prueba.

La prueba DMS formó 11 grupos de promedios de rendimiento estadísticamente iguales, sobresaliendo en el grupo mejor: PT-98016, FM-98048, Pinto Villa, MAM 49, Negro Nayarit, Negro Pacífico, Flor de Junio Marcela, Negro INIFAP, FM-98004 y Azufrado Tapatío. En este ambiente de evaluación, únicamente la variedad mejorada Azufrado Tapatío estuvo en el grupo de mayor rendimiento; el resultado de bajos rendimientos y pocas variedades mejoradas comerciales en el grupo de mejor comportamiento, puede deberse a que la selección del germoplasma se ha hecho para Primavera Verano y no para Invierno Primavera.

Es importante hacer notar que los primeros cuatro materiales superaron la tonelada de grano por hectárea y también que en el grupo de mayor rendimiento, se ubicaron variedades de frijol negro. En esta localidad y bajo este ambiente, las líneas KID 50 y VISTA de altos rendimientos en Tepatitlán de Morelos, mostraron rendimientos muy bajos y la variedad Azufrado Higuera, registró la menor producción con 437 kg/ha.

Cuadro 12. Comparación de promedios (DMS) para rendimiento (kg/ha), de 21 variedades de frijol en Sayula, Jal. Ciclo IP 2003.

No	Variedad	Rendimiento	Grupos de comparación
15	PT-98016	1087.4	A
18	FM-98048	1073.2	A B
7	Pinto Villa	1069.4	A B
5	MAM 49	1008.7	A B C
6	Negro Nayarit	995.2	A B C D
13	Negro Pacifico	991.9	A B C D
9	Fior de junio	961.4	A B C D E
12	Negro INIFAP	934.5	A B C D E F
19	FM-98004	900.4	A B C D E F
1	Azufrado Tapatío	893.2	A B C D E F G
2	Alteño 2000	882.7	C D E F G
8	Negro altiplano	858.2	C D E F G
16	MX-9065-4M	797.2	D E F G H
20	PT-98005	777.6	E F G H I
3	Flor de mayo M-38	748.3	F G H I J
4	Bayo INIFAP	696.0	G H I J
14	Kid 50	656.6	H I J
17	FM-98041	612.0	I J K
11	Negro Cotaxtla	587.0	I J K
21	Vista	570.7	J K
10	Azufrado higuera	436.5	K
Promedio = 835,18		CV (%) = 14.53	DMS = 200.39
			$R^2 = 0.785$

#### **4.5 Prueba de comparación de promedios en la localidad de Zapopan, Jalisco, ciclo agrícola PV 2004.**

Para esta localidad el Cuadro 9 de análisis de varianza, nos muestra alta significancia entre variedades. El Cuadro 13 presenta los rendimientos de los cultivares y la aplicación de la prueba de comparación de promedios DMS; de acuerdo con esta prueba, se forman ocho grupos con rendimientos estadísticamente iguales. Las variedades que integran el mejor grupo en esta localidad y en este ciclo, son: MX-9065-4M, PT-98005, PT-98016, Pinto Villa, Bayo INIFAP, KID 50 y Azufrado Tapatío. Nuevamente, dos de las variedades comerciales recomendadas para siembra en el Centro de Jalisco Bayo INIFAP y Azufrado Tapatío, pertenecen a este grupo de igualdad estadística. Dentro de este grupo, destacan las líneas MX-9065-4M, PT-98004 y PT-98016 por su buena adaptación y alto rendimiento.

También es importante señalar el buen comportamiento del cultivar Pinto Villa, variedad recomendada en la Región Semiárida del Norte Centro de México para condiciones de baja precipitación y sequía, pero que en buenas condiciones de suelo y humedad, también es de alto valor agronómico.

En Zapopan PV 204, el promedio de rendimiento entre variedades fue de 1530 kg/ha y cultivares como Negro Altiplano, Azufrado Higuera y Negro Pacífico, estuvieron por debajo de los 400 kg/ha de rendimiento de grano. Estas variedades son muy susceptibles a enfermedades como antracnosis (Negro Altiplano y Negro Pacífico) y bacteriosis de halo (Azufrado Higuera).

Cuadro 13. Comparación de promedios (DMS) para rendimiento (kg/ha) de 21 variedades de frijol en Zapopan, Jal. Ciclo PV 2004.

No	Variedad	Rendimiento	Grupos de comparación	
16	MX-9065-4M	2435.0	A	
20	PT-98005	2309.5	A	
15	PT-98016	2156.3	A B	
7	Pinto Villa	2053.7	A B C	
4	Bayo INIFAP	1968.7	A B C D	
14	Kid 50	1925.4	A B C D E	
1	Azufrado Tapatío	1924.0	A B C D E	
5	MAM 49	1738.0	B C D E	
19	FM-98004	1715.3	B C D E F	
3	Flor de mayo M-38	1690.3	B C D E F	
18	FM-98048	1661.9	B C D E F	
21	Vista	1655.0	B C D E F	
6	Negro NayariT	1639.0	B C D E F	
12	Negro INIFAP	1578.0	C D E F	
2	Alteño 2000	1413.7	D E F	
17	FM-98041	1385.3	E F	
11	Negro Cotaxtla	1173.8	F G	
9	Flor de junio Marcela	755.7	G H	
13	Negro Pacifico	382.0	H	
10	Azufrado Higuera	379.9	H	
8	Negro altiplano	193.4	H	
Promedio = 1530.20		CV (%) = 22.31	DMS = 563.48	$R^2 = 0.841$

#### 4.6 Prueba de comparación de promedios en la localidad de Sayula, Jalisco, ciclo PV 2004.

Para este ensayo de variedades en la localidad Sayula PV 2004, no hubo diferencia significativa para el factor bloques, pero sí para el factor variedades según se mostró en el Cuadro 9. A diferencia del ensayo de IP 2003 con siembras en enero y bajo condiciones de riego, en este ciclo de PV 2004 y bajo condiciones de temporal, el promedio de rendimiento fue de 3080 kg/ha según se muestra en el Cuadro 14. Esto ratifica lo señalado en el caso de las siembras de Invierno Primavera en Sayula, que el factor limitante para la producción de frijol, son las bajas temperaturas en los meses de enero, febrero y marzo.

La aplicación de la prueba DMS para promedios de variedades en esta localidad, formó siete grupos de tratamientos con rendimientos estadísticamente iguales. El mejor grupo quedó integrado por los siguientes genotipos: Alteño 2000, PT-98016, Bayo INIFAP, FM-98004, MX-9065-4M, PT-98005, Pinto Villa, FM-98041 y Azufrado Tapatío. En Sayula y bajo condiciones de temporal, nuevamente destaca el alto valor de las variedades recomendadas para siembra, como son Alteño 2000, Bayo INIFAP y Azufrado Tapatío, que sin lugar a dudas, son excelentes cultivares de frijol para siembra (Alemán *et al.*, 1996; Lépiz *et al.*, 2001, 2003 y 2005).

Es de destacar el alto valor de las líneas PT-98016, FM-98004, MX-9065-4M y PT-98005, materiales que consistentemente se han ubicado en los primeros sitios de rendimiento en las otras localidades. Igualmente, el valor de la variedad Pinto Villa, que muestra ser un material de amplia adaptación, tanto a condiciones de ambientes desfavorables como sequía, como a condiciones agroclimáticas favorables (Acosta, 1991).

Como en los otros sitios y de acuerdo con lo que señala Lépiz *et al.* (2003), la variedad de frijol peruano Azufrado Higuera, nuevamente registró un rendimiento muy bajo, de 1177 kg/ha, muy por abajo del promedio general del ensayo, de 3080 kg/ha para este sitio y época.

Cuadro 14. Comparación de promedios (DMS) para rendimiento (kg/ha) de 21 variedades de frijol en Sayula, Jal. Ciclo PV 2004.

No	Variedad	Rendimiento	Grupos de comparación	
2	Alteño 2000	4152.3	A	
15	PT-98016	3936.6	A	
4	Bayo INIFAP	3936.0	A	
19	FM-98004	3824.7	A B	
16	MX-9065-4M	3602.7	A B C	
20	PT-98005	3583.0	A B C D	
7	Pinto Villa	3370.3	A B C D E	
17	FM-98041	3363.3	A B C D E	
1	Azufrado Tapatío	3313.7	A B C D E	
21	Vista	3035.7	B C D E F	
11	Negro Cotaxtla	3024.7	B C D E F	
3	Flor de mayo M-38	2934.3	C D E F	
5	MAM 49	2894.3	C D E F	
6	Negro Nayarit	2873.0	C D E F	
12	Negro INIFAP	2862.0	C D E F	
18	FM-98048	2732.7	C D E F	
13	Negro Pacifico	2718.7	D E F	
8	Negro altiplano	2574.7	E F	
9	Flor de junio Marcela	2523.3	E F	
14	Kid 50	2245.3	F	
10	Azufrado higuera	1177.3	G	
Promedio = 3079.90		CV (%) = 17.34	DMS = 881.67	$R^2 = 0.708$

#### 4.7 Análisis de varianza combinado

Se practicó un análisis de varianza combinado con los datos de rendimiento de grano de los cinco ambientes de prueba en las tres localidades. Los resultados de este análisis se muestran en el Cuadro 15. No hubo diferencias para el factor repeticiones dentro de ambientes; este dato es similar a lo encontrado en los análisis de varianza individuales, donde tampoco se detectaron diferencias significativas para repeticiones, excepto en Zapopan, 2004. Se encontraron diferencias altamente significativas para ambientes, para el factor variedades y para la interacción variedades por ambientes. Este resultado permite aceptar la hipótesis de trabajo, que señala que las variedades de frijol tendrán un comportamiento diferente en los ambientes de prueba. Igualmente, apoyan la segunda hipótesis que establece que será posible seleccionar genotipos con adaptación específica a los ambientes y localidades de evaluación. El coeficiente de variación del análisis combinado, un poco alto (19.71%), aun permite señalar que los resultados del análisis combinado son confiables; igualmente el valor del coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.91, está en el mismo sentido.

Los resultados encontrados concuerdan con lo informado por Acosta (1993), quien menciona que en experimentos conducidos bajo condiciones de temporal en la región Templada Semiárida del Norte Centro de México, se han registrado efectos ambientales y de la interacción genotipo-ambiente. Señala también que Pajarito *et al.* (1998), encontraron que el efecto de la localidad fue el que más contribuyó a la varianza fenotípica y que la interacción localidad x genotipo, resultó significativa en condiciones de riego y temporal. Acosta (1993) adicionalmente menciona que en la región templada semiárida y bajo condiciones de temporal, para estudios de adaptación y estabilidad de variedades de frijol, es recomendable la siembra de los ensayos en cinco localidades por dos años consecutivos.

Cuadro 15. Análisis de varianza combinado de la variable rendimiento de grano (kg/ha), de 21 variedades de frijol en cinco ambientes y tres localidades.

FUENTE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	Pr > F
Repeticiones	10	1413614.6	141361.5	1.16	.3212
Ambientes	4	168128270.9	42032067.7	344.37**	<.0005
Variedades	20	44655412.7	2237770.6	18.29**	<.0005
Var x Amb	80	32771460.9	409643.3	3.36**	<.0005
Error	200	24411107.7	122055.5		
Total Corregido	314	271379866.7			
PROMEDIO GENERAL			1771.94		
COEFCIENTE DE VARIACION (%)			19.71		
R <sup>2</sup>			0.91		

#### 4.8 Prueba de comparación de promedios del análisis combinado

El Cuadro 8 muestra la comparación de promedios utilizando la prueba conocida como Diferencia Mínima Significativa al 5% de probabilidad de error. La prueba señalada detectó siete grupos de variedades con rendimientos significativamente iguales. El grupo A de mayor rendimiento, estuvo integrado por los siguientes genotipos: MX-9065-4M, Bayo INIFAP, PT-98016, FM-98004, Alteño 2000, PT-98005, Pinto Villa y Azufrado Tapatío.

En el grupo de mejor rendimiento, destaca la presencia de tres de las variedades mejoradas comerciales recomendadas para siembra en el Centro y Sur de Jalisco: Bayo INIFAP, Alteño 2000 y Azufrado Tapatío. Este resultado ratifica la bondad y amplia adaptación de las variedades mejoradas señaladas. En este grupo con adaptación y alto rendimiento en las tres localidades y cinco ambientes de prueba de Los Altos, Centro y Sur del estado de Jalisco, se suma la variedad Pinto Villa generada en Durango, notable por su amplia adaptación y tolerancia a sequía.

Por lo que respecta a las líneas avanzadas que pertenecen a este grupo de amplia adaptación y alto rendimiento, como son MX-9065-4M (bayo azufrado mediano), PT-98016 (pinto), FM-98004 (flor de mayo) y PT-98005 (pinto), los resultados obtenidos concuerdan con lo encontrado por y Lépiz *et al.*, (2003), quienes las identificaron previamente como materiales de alto valor agronómico para las condiciones de temporal del Centro de Jalisco. Igualmente por su alto valor y consistencia, las líneas MX-9065-4M, PT-98016, están actualmente en el proceso de validación técnica con altas probabilidades de llegar a registrarse como nuevas variedades.

Los resultados obtenidos con este grupo de variedades y líneas de frijol, están de acuerdo con lo reportado por Alemán *et al.* (1996), Lépiz *et al.* (2001, 2003 y 2005) y sin lugar a dudas, pueden considerarse como variedades y líneas de excelente adaptación y buen rendimiento en las regiones Altos, Centro y Sur del Estrado de Jalisco.

El segundo grupo de genotipos con promedios de rendimiento estadísticamente iguales, también de amplia adaptación y buen rendimiento, incluye a la línea Vista. Este genotipo de frijol blanco pequeño de excelente porte y resistencia a enfermedades introducido de Estados Unidos de América, mostró inconsistencia en su comportamiento, pues en Tepatitlán de Morelos registró el mayor rendimiento en el ensayo con 2577 kg/ha y en Sayula en IP 2003 bajo condiciones de riego, mostró un rendimiento muy bajo de 571 kg/ha. En las otras localidades, ocupó una posición intermedia a alta. El cultivar es de la raza tropical Mesoamérica y todo indica que lo afectan significativamente las bajas temperaturas.

Por lo que respecta a la variedad mejorada Flor de Mayo M-38 recomendada para las regiones de Los Altos, Centro y Sur del estado de Jalisco, se ubicó al final del tercer grupo de igualdad de promedios; esta variedad ha sido sistemáticamente rebasada en los cinco ensayos, por otras líneas de su tipo como FM-98004 y FM-98048, tanto en rendimiento de grano, como por resistencia a la enfermedad conocida como antracnosis. Es decir, el trabajo permitió identificar materiales de tipo flor de mayo mejores que la variedad

mejorada Flor de Mayo M-38, con amplias posibilidades de registrarse como nuevas variedades para las regiones consideradas en el estudio.

En relación a las variedades y líneas de frijol negro tropical tipo Jamapa, en general mostraron rendimientos bajos, por abajo del promedio general. Estos materiales se incluyeron en el estudio, no por su consumo o preferencia local, sino por la demanda que tienen las empresas empacadoras de frijol locales, por estos tipos de frijoles de demanda nacional.

Finalmente es pertinente señalar el comportamiento de la variedad de frijol azufrado peruano registrada como Azufrado Higuera, originaria de Sinaloa y de amplia demanda por los consumidores de frijol en el área metropolitana de Guadalajara. Los resultados de las evaluaciones en cada una de las localidades y ambientes de prueba, así como del análisis combinado, mostraron claramente los problemas que tienen los agricultores de Jalisco, cuando siembran dicha variedad. El cultivar presenta problemas de adaptación y alta susceptibilidad a enfermedades como bacteriosis de halo y antracnosis (Lépiz et al., 2003) y en consecuencia, produce muy bajos rendimientos.

Cuadro 16. Comparación de promedios (DMS) de rendimiento de frijol (kg/ha) en cinco ambientes de evaluación y tres localidades de prueba.

NUMERO GENOTIPO	GENOTIPO	PROMEDIO	AGRUPAMIENTO DMS
16	MX-9065-4M	2204	A
4	Bayo INIFAP	2156	AB
15	PT-98016	2098	ABC
19	FM-98004	2064	ABC
2	Alteño 2000	2057	ABC
20	PT-98005	2038	ABC
7	Pinto Villa	2022	ABCD
1	Azufrado Tapatio	1995	ABCD
21	Vista	1951	BCDE
5	MAM 48	1869	CDE
18	FM-98048	1861	CDE
3	Flor de Mayo M-38	1855	CDE
6	Negro Nayarit	1773	DE
12	Negro INIFAP	1770	DE
14	KID 50	1709	E
17	FM- 98041	1695	E
11	Negro Cotaxtla	1600	EF
9	Flor de Junio Marcela	1502	EF
8	Negro Altiplano	1214	F
13	Negro Pacífico	1158	F
10	Azufrado Higuera	619	G
PROMEDIO		1772 kg	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)		19.71	
DMS 0.05		252 kg	

## V. CONCLUSIONES

Con base a los objetivos planteados, los materiales en estudio y los resultados obtenidos bajo las condiciones bajo las cuales se realizaron los ensayos de rendimiento, se llega a las siguientes conclusiones.

### 5.1 En relación a las hipótesis planteadas

- Se acepta la hipótesis que señala que las variedades de frijol incluidas en el estudio, tienen comportamiento diferente en las localidades y ambientes de prueba.
- Igualmente, se acepta la hipótesis que el comportamiento diferente de las variedades por adaptación y rendimiento de grano, permitirá identificar y seleccionar los mejores genotipos para las localidades de prueba.

### 5.2 En relación a los objetivos establecidos

- Fue posible evaluar e identificar variedades de frijol con buena adaptación, alto rendimiento y grano comercial, para las condiciones agroclimáticas de las regiones Altos, Centro y Sur del estado de Jalisco.
- El trabajo permitió identificar y seleccionar los mejores genotipos con adaptación específica y alto rendimiento para cada uno de las localidades y ambientes de prueba.
- Igualmente, el análisis combinado de los cinco ensayos de evaluación, permitió identificar y seleccionar variedades y líneas con adaptación y buen rendimiento para las tres localidades de estudio.

### 5.3 De los resultados obtenidos

- Las mejores variedades y líneas de frijol para la localidad de Tepatitlán de Morelos, fueron Vista, KID 50, Bayo INIFAP, FM-98004, Alteño 2000 y FM-98048.
- Los mejores genotipos de frijol para la localidad de Zapopan, fueron MX-9065-4M, Bayo INIFAP, PT-98016, PT-98005 y Azufrado Tapatío.
- Las mejores variedades y líneas de frijol para la localidad de Sayula en siembras de riego en Invierno-Primavera, entre otras, fueron PT-98016, FM-98048, Pinto Villa, FM-98004 y Azufrado Tapatío.
- Para Sayula y bajo condiciones de temporal, los mejores materiales genéticos de frijol, fueron Alteño 2000, PT-98016, Bayo INIFAP, FM-98004, MX-9065-4M, PT-98005, Pinto Villa y Azufrado Tapatío.
- Para las tres localidades de evaluación, el grupo de mejores variedades y líneas de frijol lo integraron MX-9065-4M, Bayo INIFAP, PT-98016, FM-98004, Alteño 2000, PT-98005, Pinto Villa y Azufrado Tapatío.
- Las variedades mejoradas de frijol que se pueden recomendar para siembras de temporal en las regiones de Los Altos, Centro y Sur de Jalisco, son Bayo INIFAP, Alteño 2000 y Azufrado Tapatío.

## VI. BIBLIGRAFÍA

- Acosta Gallegos, J. A. y R. Ochoa. 1991. Amplia adaptación vs adaptación específica en frijol de temporal. Programa de frijol INIFAP. Chapingo, Méx., 28 p.
- Acosta Gallegos, J. 1993. Frijol. En: Márquez Sánchez, F. (Ed.). Producción y Genotecnia de Plantas Autógamas. AGT EDITOR, S. A. 107-134 p.
- Alemán Martínez, V., S. Núñez, H. Flores, P. Alemán y J. J. Aceves. 1996. Guía para producir frijol en Los Altos y Centro de Jalisco. Agenda Técnica No. 2. Campo Experimental Altos de Jalisco. CIRPAC, INIFAP. 36 p.
- Castaños, A. M. y J. De la Mora. 1991. Evaluación Agroecológica en Jalisco. Caso Maíz, sus Efectos en la Planeación y Productividad Agrícola. 50 p.
- CEA. 2001. Situación Actual y perspectiva de la producción de frijol en México 1990-2000. Centro de Estadística Agropecuaria. SAGARPA. México, D.F. 61 p.
- Cochran, William G. y Gertrude M. Cox. 2001. Diseños Experimentales. Editorial Trillas. 661 p.
- Daniel Debouck y R. Hidalgo. 1985. Morfología de la planta de frijol común. En: López, M., F. Fernández y A. van Schoonhoven (Eds.). Frijol: Investigación y Producción. CIAT. Cali, Colombia. 7-60 p.
- García, E. 1983. Apuntes de Climatología. UNAM. México, D. F. 153 p.
- Gepts, P. and D. Debouck. 1991. Origin, domestication and evolution of the

common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: van Schoonhoven and O. Voysest. Common Beans. Research for Crop Improvement. CIAT. CAB International. 7-53 p.

INEGI. 1999. Anuario Estadístico del Estado de Jalisco. Aguascalientes, Ags.

INIFAP. 2004. Información Agroclimatológica sobre potenciales productivos de la República Mexicana. Archivo electrónico.

Lépiz Ildelfonso, R., E. López, S. Núñez, I. J. González, A. Ledesma y S. Herrera. 2000. Perspectivas del frijol en México. UDG, INIFAP. Documento de circulación interna. 40 p.

Lépiz Ildelfonso, R., E. López, J. L. Martínez, R. Rodríguez, S. de la Paz, M. Morales, S. Núñez y L. A. Ledesma. 2001. Desarrollo de variedades de frijol para el Occidente de México. Scientia-Cucba. Vol 3 (2):93-106.

Lépiz Ildelfonso, R., E. López, J. L. Martínez, S. Núñez y A. González. 2003. Identificación y desarrollo de variedades de frijol para ambientes favorables. Scientia-Cucba. Vol 5 (1-2):80-104.

Lépiz Ildelfonso, R. 2004. Mejoramiento Genético de Plantas. Curso de Genotecnia Vegetal. CUCBA, UDG. Inédito. 34 P.

Lépiz Ildelfonso, R., E. López, S. de la Paz, J. L. Martínez, S. Núñez, S. Herrera y A. González. 2005. Tecnología para producir altos rendimientos de frijol arbustivo en el Centro de Jalisco. Folleto Técnico. UDG, INIFAP. En Prensa. 42 p.

López, Marceliano, F. Fernández y A. van Schoonhoven. 1985. Frijol: Investigación y Producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 417 p.

Medina García, G., J. A. Ruiz, R. A. Martínez. 1998. Los Climas de México.

- Mier Castillo, Raúl. 1982. Estabilidad en rendimiento de frijol y su interacción con el medio ambiente en la zona templada húmeda de México. Tesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología. Uruapan, Mich.
- Miranda Colín, S. 1969. Mejoramiento genético del frijol. En: Brahuer, O. (ed.). Fitogenética Aplicada. Limusa Wiley, S. A. 412-414 p.
- Ortiz Valdez, M. 1992. Determinación de Zonas Homogéneas para cultivos básicos. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP-SARH. Zacatecas Mex. 25 p.
- Ruiz Corral, J.A., G. Medina, C. Ortiz , R. Martínez , I. J. Gonzalez , H.E. Flores, K. F. Byerly. 1999. Requerimientos Agroecológicos de los Cultivos. Libro Técnico N° 3. CIRPAC, INIFAP-SAGAR. Guadalajara, Jal., Méx.,
- SEIJAL. 2001. Cédulas Municipales. Sistema Estatal de Información del Estado de Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco. Archivo Electrónico.
- Steel, R. G. D. and J.H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Science. MCGRAW HILL, INC. 481 p.
- Voysest, Oswaldo. 1985. Mejoramiento del Frijol por Introducción y Selección. En: López, M., F. Fernández y A. van Schoonhoven. (Eds). Frijol: Investigación y Producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 89-108 p.

## VII. APENDICE

Cuadro A.1 Resultados del ANVA para rendimiento (kg/ha) de 21 variedades de frijol en Tepatitlán, Jal., Ciclo PV 2002.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de " F "	Pr > F
Repeticiones	2	321,630.74	160,815.37	1.67	0.2008 n.s.
Tratamientos	20	11'213,856.60	560,692.83	5.83	< .0001 **
Error	40	3'848,491.82	96,212.30		
Total corregido	62	15'383,979.15			
R2 = 0.749838		CV (%) = 17.33	Promedio =1789.67		

+ No hubo diferencia significativa entre repeticiones (n.s.).

+ Existe diferencias altamente significativas entre tratamientos (\*\*).

Cuadro A.2 Resultados del ANVA para rendimiento (Kg/ha) de 21 variedades de frijol en Zapopan, Jal., Ciclo PV 2003.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de " F "	Pr > F
Repeticiones	2	154,440.26	77,220.13	0.79	0.4591 n.s.
Tratamientos	20	12'721,500.39	636,075.02	6.54	< .0001 **
Error	40	3'890,755.28	97,268.88		
Total corregido	62	16'766,695.92			
R2 = 0.7679		CV (%) = 19.19	Promedio =1624.71		

+ No hubo diferencias significativas en repeticiones (n.s.).

+ En tratamientos hubo diferencias altamente significativas (\*\*).

Cuadro A.3 Resultados del ANVA para rendimiento (Kg/ha) de 21 variedades de frijol en Sayula, Jal., Ciclo IP 2003.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de " F "	Pr > F	
Repeticiones	2	68,928.65	34,464.32	2.34	0.1096	n.s.
Tratamientos	20	2'086,600.25	104,330.01	7.08	< .0001	**
Error	40	589,823.65	14,745.59			
Total corregido	62	2'745,352.56				
R2 = 0.7851		CV (%) = 14.53	Promedio = 835.18			

+ No hubo diferencia significativa entre repeticiones (n.s.).

+ Si hubo diferencias significativas entre tratamientos (\*\*).

Cuadro A.4 Resultados del ANVA para rendimiento (Kg/ha) de 21 variedades de frijol en Zapopan, Jal., Ciclo PV 2004.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de " F "	Pr > F	
Repeticiones	2	78,9241.70	394,620.85	3.38	0.0439	*
Tratamientos	20	23'806,111.52	1'190,305.58	10.21	< .0001	**
Error	40	4'663,867.51	116,596.69			
Total corregido	62	29'259,220.73				
R2 = 0.8406		CV (%) = 22.31	Promedio =1530.20			

+ Hubo diferencias significativas entre repeticiones al 0.05.

+ Hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos

Cuadro A.5 Resultados del ANVA para rendimiento (Kg/ha) de 21 variedades de frijol en Sayula, Jal., Ciclo PV 2004.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de " F "	Pr > F
Repeticiones	2	79,373.24	39,686.62	0.14	0.8706 n.s.
Tratamientos	20	27'598,804.76	1'379,940.24	4.83	< .0001 **
Error	40	11'418,169.43	285'454.24		
Total corregido	62	39'096,347.43			
R2 = 0.7079		CV (%) = 17.34		Promedio = 3079.90	

+ No hubo diferencia significativa en repeticiones (n.s.).

+ Hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos.