

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESTUDIO DE GENOTIPOS CRIOLLOS DE FRIJOL
(PHASEOLUS VULGARIS L.) BAJO EL SISTEMA DE PRODUCCION
DE COSECHAS DE SECANO EN PLANICIES

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A :

ARMANDO QUINTERO RAMIREZ



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Marzo 24, 1933.

C. PROFESORES:

DR. ROGELIO LEZIZ ALDEONSO, Director
ING. ELIAS SANCHEZ ISLAS, Asesor
ING. ENRIQUE SOLANO VAZQUEZ, Asesor

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

"EVALUACION DE GEOTIPOS CRAIGLOS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
BAJO EL SISTEMA DE PRODUCCION DE COSECHAS DE SECANO EN PLANICIES,
EN POZO DE CAMBA, MPIO. DE PACHUCA, ZAC."

presentado por el PASANTE ARSENIO QUINTERO RAMIREZ
han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes que sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JULIAN SANCHEZ GONZALEZ

ENL.

Al contestar este oficio abraque el día y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Septiembre 28, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
ARMANDO QUINTERO RAMIREZ _____ titulada,

"ESTUDIO DE GENOTIPOS CRIOLLOS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO EL
SISTEMA DE PRODUCCION DE COSECHAS DE SECANO EN PLANICIES."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS.

ASESOR

ASESOR

ING. PABLO PEREZ MENDEZ

ING. M.C. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ.

LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL.

APARTADO POSTAL NUM. 129

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

Este trabajo se realizó en el Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas del Colegio de Postgraduados (CREZAS-CP), como parte de su Programa de Becas para Tesis de Licenciatura en Agronomía y Biología.

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre:

Loreto Quintero Cruz †

A mi madre, con gran admiración:

María del Socorro Ramírez Vda. de Quintero

A mis hermanos con cariño:

J. Loreto

J. Rubén

Ma. Teodora

Ma. Aurora

J. Héctor

Ma. Teresa de Jesús

Ma. Margarita

J. de Jesús

J. Ramiro

J. Antonio

A mis amigos y compañeros becarios del CREZAS-CP.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas (CREZAS-CP), por el apoyo económico brindado para la realización del presente estudio, así como por el uso de sus instalaciones, facilidad del material y equipo de trabajo.

Manifiesto mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que participaron e influyeron en la realización del presente estudio.

Al Ing. J. Alfredo Andrade Aguilar a quien agradezco su orientación, dirección y colaboración directa en el presente estudio.

Al Dr. Maximino Luna Flores, Investigador docente del CREZAS-CP por sus valiosas observaciones y sugerencias en el presente estudio.

Al Dr. Rogelio Lépiz Ildefonso, Coordinador Nacional del Programa de Frijol. INIA. Por la revisión del escrito final y sus acertadas sugerencias.

Al Dr. Edmundo García Moya, Director del Centro de Botánica y al Dr. Benjamín Figueroa Sandoval, Director del CREZAS-CP quienes agilizaron los trámites correspondientes para que el apoyo material y humano fuese oportuno.

A los catedráticos de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara: Ing. Elías Sandoval Islas, Ing. Pablo Arturo Pérez Méndez e Ing. Nicolás Solano Vázquez, director y asesores respectivamente del presente estudio.

A las Sritas. Galita Figueroa B., Ma Guadalupe Estrada Macías y Esperanza Robledo Martínez, por la eficiente labor mecanográfica de las diversas fases del presente estudio.

Un reconocimiento especial a la Srita. Esperanza Robledo Martínez por su eficiente elaboración mecanográfica del escrito final.

Al Sr. Carlos Muñoz agricultor de Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. por haber proporcionado desinteresadamente el terreno donde se llevó a cabo el experimento.

Al Sr. Felipe Muñoz e Hijos por su colaboración en la preparación del terreno y labores culturales en el presente estudio.

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Análisis de varianza para rendimiento de grano de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	43
2.	Rendimiento de grano y su comparación de medias por medio de la prueba de Tukey al 95% de probabilidad, de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	44
3.	Significancia estadística de cuadrados medios del rendimiento de grano/ha y sus componentes de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	54
4.	Significancia estadística de los coeficientes de correlación del rendimiento de grano/ha y sus componentes de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	57

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Temperatura máxima y mínima durante el ciclo de cultivo de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	47
2.	Precipitación durante el ciclo de cultivo de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	49
3.	Temperatura del suelo durante el ciclo de cultivo de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	51
4.	Humedad del suelo durante el ciclo de cultivo de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	52

LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro		Página
1.	Genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982; algunas características de su procedencia.	74
2.	Rendimiento de grano y algunas características agronómicas de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	77
3.	Rendimiento de grano por hectárea y sus componentes de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.	80

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE CUADROS DEL APENDICE	viii
RESUMEN	
1 INTRODUCCION	1
2 REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Importancia socio-económica del frijol	4
2.1.1 Producción mundial	4
2.1.2 Producción nacional	5
2.1.3 Producción estatal	6
2.2 Origen del frijol	7
2.3 Clasificación taxonómica del frijol	8
2.4 Descripción botánica del frijol	8
2.4.1 Ciclo vegetativo	8
2.4.2 Raíz	9
2.4.3 Tallo	10
2.4.4 Hojas	10
2.4.5 Inflorescencias	11
2.4.6 Flor	11
2.4.7 Fruto	12
2.4.8 Semilla	13
2.5 Principales factores que afectan la producción de frijol en zonas áridas y semiáridas	14
2.5.1 Clima	14
2.5.1.1 Temperatura ambiente	16
2.5.1.1.1 Generalidades	16
2.5.1.1.2 Requerimientos de temperatura ambiente para el frijol	17
2.5.1.2 Precipitación	18
2.5.1.2.1 Generalidades	18

2.5.1.2.2	Requerimientos de precipitación para el frijol	20
2.5.2	Suelo	22
2.5.2.1	Temperatura	24
2.5.2.1.1	Generalidades	24
2.5.2.1.2	Requerimientos de temperatura del suelo para el frijol	25
2.5.2.2	Humedad	27
2.5.2.2.1	Generalidades	27
2.5.2.2.2	Requerimientos de humedad del suelo para el frijol	29
2.6	El rendimiento de grano y sus componentes en frijol	31
2.6.1	Generalidades sobre el rendimiento de grano y sus componentes	32
2.6.2	Correlaciones entre el rendimiento de grano y sus componentes	34
3	MATERIALES Y METODOS	38
3.1	Localización del experimento	38
3.2	Material genético	38
3.3	Diseño experimental	38
3.4	Establecimiento y conducción del experimento	38
3.4.1	Consecución y preparación del terreno	39
3.4.2	Siembra	39
3.4.3	Labores de cultivo	39
3.5	Toma de datos	39
3.5.1	Datos fenológicos	39
3.5.2	Datos climáticos	40
3.5.2.1	Temperatura ambiente	40
3.5.2.2	Precipitación	40
3.5.3	Datos edáficos	40
3.5.3.1	Temperatura del suelo	40
3.5.3.2	Humedad del suelo	41
3.5.4	Datos de rendimiento	41
3.5.4.1	Rendimiento de grano	41
3.5.4.2	Componentes del rendimiento de grano	41

3.6	Análisis estadísticos	41
3.6.1	Análisis de varianza	41
3.6.2	Comparación de medias	42
3.6.3	Análisis de correlación	42
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	43
4.1	El rendimiento de grano	43
4.2	El rendimiento de grano y el clima	46
4.2.1	El rendimiento de grano y su relación con la temperatura ambiente	46
4.2.2	El rendimiento de grano y su relación con la precipitación	48
4.3	El rendimiento de grano y el suelo	48
4.3.1	El rendimiento de grano y su relación con la temperatura del suelo	50
4.3.2	El rendimiento de grano y su relación con la humedad del suelo	50
4.4	El rendimiento de grano y sus componentes	53
4.4.1	Correlación del rendimiento de grano con sus componentes	56
4.4.2	Correlación de los componentes del rendimiento entre sí	59
5	CONCLUSIONES	62
6	LITERATURA CITADA	65
7	APENDICE	73



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

RESUMEN

En el área de estudio del CREZAS-CP, que comprende básicamente el Altiplano Potosino-Zacatecano, se han distinguido y caracterizado tres Sistemas de Producción de Cosechas de Secano: a) Agricultura en Planicies; b) Agricultura en Bajíos; y c) Agricultura en Abanicos Aluviales. La Agricultura en Planicies, se caracteriza por el aprovechamiento del agua de lluvia que cae *in situ*, además de ser la de mayor importancia, no solo por la extensión que ocupa, sino por ser la principal fuente de ingresos de los habitantes de dicha área.

Debido a que los genotipos criollos de frijol, se emplean con bastante frecuencia en las siembras de temporal en esta área y a que son fuente importante de germoplasma en el mejoramiento de este cultivo, se planteó el presente trabajo con los siguientes objetivos: 1) Caracterizar el comportamiento productivo de 47 genotipos criollos y dos mejorados de frijol en relación con las condiciones de temperatura ambiente y precipitación, así como con la temperatura y la humedad del suelo que se presenten durante el ciclo de cultivo; y 2) Observar la relación existente entre el rendimiento de grano y sus componentes morfológicos.

Para lograr los objetivos propuestos en el presente trabajo, se llevó a cabo un experimento con 47 genotipos criollos de frijol del Banco de Germoplasma de Frijol del CREZAS-CP y las variedades Bayo Zacatecas y Bayo Río Grande como material de referencia. El experimento se estableció en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. bajo el diseño experimental "Látice Simple" (7x7) durante el ciclo agrícola de temporal 1982.

Durante el ciclo de cultivo se tomaron datos fenológicos (días a inicio y final de floración, días a madurez fisiológica, entre otros) de los

genotipos bajo estudio; datos climáticos (temperatura ambiente máxima y mínima, y precipitación) y edáficos (temperatura y humedad del suelo), cada ocho días; además, se tomaron datos del rendimiento de grano y sus componentes morfológicos.

Se hicieron análisis de varianza para rendimiento de grano y para sus componentes, así como la prueba de Tukey para el primero. También se hicieron correlaciones entre rendimiento de grano por hectárea y sus componentes morfológicos, así como de estos entre sí. También se relacionó gráficamente el rendimiento de grano con la temperatura ambiente y con la precipitación, y con la temperatura y humedad del suelo.

Para rendimiento de grano hubo diferencias estadísticas altamente significativas ($P=0.01$) entre tratamientos (genotipos), agrupándose estos en tres grupos de rendimiento con significancia estadística ($P=0.05$); dicho rendimiento varió de 75 a 385 kg/ha para los genotipos Sangre de Toro (trat. 46) y Flor de Mayo (trat. 12), respectivamente. Las variedades Bayo Zacatecas y Bayo Río Grande rindieron menos que los genotipos criollos, la primera obtuvo 260 kg/ha y quedó dentro del segundo grupo de significancia estadística y la segunda obtuvo 310 kg/ha y quedó dentro del primer grupo de significancia estadística.

El rendimiento de grano estuvo afectado negativamente por las variaciones extremas de la temperatura ambiente así como por la relativamente poca cantidad y mala distribución de la precipitación durante el ciclo de cultivo. En cuanto a la temperatura del suelo ésta no influyó sobre el rendimiento de grano, pero la humedad del suelo que en general fue deficiente es el factor que más influyó sobre el rendimiento de grano de los genotipos bajo estudio, en donde los precoces fueron los que mejor uso hicieron de la

poca humedad del suelo por lo que mostraron mayor rendimiento.

Para componentes del rendimiento, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P=0.01$) entre tratamientos para número de vainas y número de granos por planta, así como para número de granos por vaina y peso de 100 granos; no así para rendimiento de grano y peso del pericarpio por planta.

De las correlaciones realizadas el rendimiento de grano por hectárea, mostró correlación estadística positiva y altamente significativa ($P=0.01$) con rendimiento de grano por planta ($r=0.52$), con número de vainas por planta ($r=0.47$) y con número de granos por planta ($r=0.45$). También se encontró correlación estadística positiva y altamente significativa ($P=0.01$) del rendimiento de grano por planta con número de vainas por planta ($r=0.57$), con número de granos por planta ($r=0.53$) y con peso del pericarpio por planta ($r=0.30$); así como del número de vainas por planta con el número de granos por planta ($r=0.79$) y del número de granos por planta con el número de granos por vaina ($r=0.66$) entre otras. Por otro lado se encontró correlación estadística negativa y altamente significativa ($P=0.01$) del peso de 100 granos con número de vainas por planta ($r=-0.52$), con número de granos por planta ($r=-0.64$) y con número de granos por vaina ($r=-0.46$).

1 INTRODUCCION

El Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas del Colegio de Postgraduados (CREZAS-CP), tiene como área de estudio el Altiplano Potosino-Zacatecano, que comprende las porciones áridas y semiáridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, el estado de Aguascalientes, y pequeñas superficies de los estados de Guanajuato y Jalisco (García M. y Villa V., 1976; y Aguirre R. *et al.* 1982). Esta área abarca una extensión aproximada de 32,340 km², y en ella, el aprovechamiento de los recursos siguen esquemas tradicionales de uso, tales como agricultura de secano aleatoria, ganadería con pastoreo libre y recolección de productos naturales; por ello, el CREZAS-CP se planteó como meta general "establecer los principios y practicas sobre los cuales fundamentar el manejo que permita el uso conservacionista de los recursos renovables de la región" (Aguirre R., 1978 y 1979, y Aguirre R. *et al.* 1982).

En el área de estudio del CREZAS-CP, los Sistemas de Producción de Cosechas se han agrupado en dos tipos: a) de regadío y b) de secano (temporal). Los Sistemas de Producción de Cosechas de Secano ocupan una mayor superficie del área y consisten en alimentos que se producen con la humedad de las precipitaciones pluviales y que se destinan fundamentalmente al autoconsumo (Aguirre R., 1979).

Entre los Sistemas de Producción de Cosechas de Secano se distinguen tres variantes: a) Agricultura en Planicies caracterizada por la producción de cosechas sobre extensas llanuras, algunas veces ligeramente onduladas con un aprovechamiento *in situ* del agua de lluvia, y ocurre en las porciones occidentales del área que cuenta con mayor precipitación; b) Agricultura en Bajíos caracterizada por la producción de cosechas en depresiones, conocidas

como bolsones o bajíos, donde se aprovechan, además del agua de lluvia que cae *in situ* los escurrimientos superficiales de las laderas circundantes que constituyen sus cuencas de captación; y c) Agricultura en Abanicos Aluviales, donde la producción de cosechas se practica en las porciones inferiores de abanicos aluviales bien desarrollados y, dependen del desvío, a través de "estacados" o "enlomados" de las avenidas de los arroyos intermitentes que drenan de las serranías (Aguirre R., 1978 y 1979 y Aguirre R. *et al.* 1982).

De los alimentos básicos que en la actualidad se obtienen en el Sistema de Producción de Cosechas de Secano en Planicies, el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es el más importante por la superficie sembrada; se utilizan semillas criollas para su siembra, y que al contrario de lo mencionado por Aguirre R. *et al.* (1982) es más de tipo comercial que de autoconsumo.

Los factores limitantes que afectan en mayor grado los rendimientos de frijol sembrado de secano en Zacatecas (México, 1978 y México, 1982) y en la Zona Media y Altiplano de San Luis Potosí (México, 1981a), son de orden climático; por una parte la escasa e irregular precipitación en más del 90% de dichas áreas y la ocurrencia de periodos largos de sequía limitan el desarrollo y producción del frijol y por otra parte las heladas tempranas que ocurren en la segunda quincena de septiembre, afectan hasta en un 100% la cosecha en siembras tardías.

Por lo mencionado anteriormente, los objetivos del presente trabajo fueron: 1) caracterizar el comportamiento productivo de 47 genotipos criollos y dos mejorados de frijol en relación con las condiciones de temperatura ambiente y precipitación, así como con la temperatura y humedad del suelo que se presentaron durante el ciclo de cultivo; y 2) observar la relación

existente entre rendimiento de grano y sus componentes morfológicos.

Con base en los objetivos mencionados, se planteó la siguiente hipótesis.

Se espera que los genotipos de frijol bajo estudio, se comporten de manera diferente entre ellos, según las condiciones ambientales que se presentan durante el ciclo de cultivo, y que existe relación del rendimiento de grano con sus componentes y de estos entre sí.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

2 REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia socio-económica del frijol

El frijol es uno de los alimentos básicos de mayor importancia en la actualidad que tiene gran demanda debido a una cada vez más creciente población humana. Se considera que en México el consumo per-cápita es de 20 grs al día (México, 1978).

Después del maíz, el frijol es el cultivo más importante en México por la superficie que se siembra, y ocupa el tercer lugar por el volumen de grano consumido por persona (Lépiz I., 1982); y el cuarto lugar por su producción total anual de grano (México, 1981c).

La estrecha relación maíz-frijol que existe en la dieta del campesino mexicano, condujo a éste a cultivar frijol bajo las mismas condiciones climáticas que el maíz (México, 1981b), y viene a constituir un alimento complementario del maíz por su alto contenido de lisina, aminoácido deficiente en esta gramínea (Ortega D., 1979) y es la principal fuente de proteína de las familias de bajos ingresos (México, 1981c).

Miranda C. (1979), menciona que las variedades con vainas fibrosas se usan para producir semillas secas, en tanto que las variedades que producen vainas sin fibras se usan para producir ejotes o sea frutos para consumir en estado inmaduro. Por otra parte, se ha señalado (Anónimo, 1981e) que el "tazole" o "paja" de la planta de frijol constituye un alimento excelente para el ganado y que también estas plantas pueden utilizarse como mejoradores del suelo.

2.1.1 Producción mundial

En el año 1976, la superficie cosechada de frijol en el mundo fue de

21 121 000 hectáreas, con una producción total de 12 637 000 toneladas y un rendimiento medio de 522 kg/ha (México, 1978).

En la producción mundial de frijol para el año de 1976, destacaron como principales países productores, India, Brasil, China, México y E.U.A. con una superficie cosechada de 8 700 000, 3 985 000, 2 256 000, 1 315 000 y 60 000 hectáreas respectivamente, y una producción total de 2 600 000, 2 174 000, 1 923 000, 740 000 y 181 000 toneladas respectivamente. Sin embargo la U.R.S.S., Italia, Canadá, Japón y Marruecos, ocuparon los primeros lugares en rendimiento por unidad de superficie con 3 654, 1 485, 1 437, 1 321 y 1 300 kg/ha respectivamente (México, 1978).

En 1978, la superficie sembrada con frijol en el mundo ascendió a 29 615 000 hectáreas con una producción total de 17 224 000 toneladas y un rendimiento medio de 582 kg/ha; los principales países productores fueron India, China, Brasil y México, con una superficie sembrada de 9 109 000, 7 223 000, 4 568 000 y 1 580 000 hectáreas respectivamente con producciones totales de 2 736 000, 6 432 000, 2 188 000 y 940 000 toneladas respectivamente y con rendimiento medios de 300, 890, 479 y 594 kg/ha respectivamente (México, 1981b).

2.1.2 Producción nacional

Durante el período de 1970 a 1980, se sembraron en México un promedio de 1 628 000 hectáreas anuales con frijol; se obtuvo una producción media anual de 876 000 toneladas y un rendimiento medio de 540 kg/ha (México, 1981b).

En 1980, se cosecharon en México 1 396 495 hectáreas con frijol; se obtuvo una producción total de 971 359 toneladas y un rendimiento medio de 551 kg/ha (México, 1981b y 1981c); en 1981, la superficie sembrada ascendió a

2 150 164 hectáreas, con lo cual se obtuvo una producción "record" de 1 469 021 toneladas (México, 1981c).

En 1982, la superficie cosechada de frijol descendió respecto a 1981 y fue de 1 711 978 hectáreas, con una producción total de 1 093 079 toneladas (México, 1982).

De todos los estados del país en que se siembra y cosecha frijol en mayor cantidad en cuanto a superficie y producción durante varios años destacan: Zacatecas, Durango y Chihuahua, entre otros; con una superficie cosechada y una producción total para cada estado de 263 529 ha y 105 557 ton, 253 381 ha y 142 298 ton y 247 955 ha y 97 432 ton respectivamente (México, 1981b y 1981c). En 1981, tales cifras ascendieron a 502 048 ha y 292 197 ton, 305 728 ha y 150 590 ton y 251 113 ha y 135 323 ton para cada estado respectivamente (México, 1981c).

En lo que respecta a rendimiento por unidad de superficie, se ha observado un incremento notable en México a través de los años; así el rendimiento medio nacional para los años 1950, 1960, 1970 y 1980 fue de 258, 398, 530 y 550 kg/ha respectivamente (México, 1981d). Para los principales estados productores el rendimiento medio en 1980 fue de 400, 562 y 393 kg/ha, para Zacatecas, Durango y Chihuahua, respectivamente.

Lépiz I. (1982) señala que en el ciclo primavera-verano se siembra la mayor superficie y se obtiene también la mayor producción de frijol: 1 372 076 ha y 530 839 ton, que representa el 83.83 por ciento y 68.26 por ciento del total nacional respectivamente.

2.1.3 Producción estatal.

El estado de Zacatecas, contó con una superficie sembrada de 450 700 ha

en el año 1980, de las cuales el 93 por ciento fueron de temporal. Sin embargo, solo se cosecharon 293 000 ha, lo que corresponde a un 65 por ciento del total sembrado, con un rendimiento medio de 264 kg/ha (México, 1981a); por otro lado, se menciona que para el mismo año, se sembró un total de 263 529 ha con frijol en el estado de Zacatecas, con lo cual se obtuvo una producción total de 105 557 toneladas y un rendimiento medio de 400 kg/ha (México, 1981b y 1981c).

En 1981 se sembraron en el estado de Zacatecas 502 048 hectáreas con frijol, y se obtuvo una producción total de 292 197 toneladas (México, 1981b). Con las cifras anteriores, Zacatecas ocupó a nivel nacional el primer lugar por superficie cosechada y en producción total se refiere.

En 1982, en el estado de Zacatecas se cosecharon 428 156 hectáreas con una producción total de 202 735 toneladas (México, 1982) aún cuando tales cifras fueron menores a las de 1981, Zacatecas sigue ocupando el primer lugar a nivel nacional.

2.2 Origen del frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es originario de América, y México ha sido señalado como el más probable centro de origen (CIAT, s.f.); al respecto, Miranda C. (1967) indica que las formas silvestres de *P. vulgaris* se localizan en las partes occidental y sur de México, en Guatemala y en Honduras, a lo largo de una franja de transición ecológica localizada entre los 500 y 1800 msnm; por su parte Brucher (1968) citado por Miranda C. (1979) señala que también se han encontrado en la parte oriental de la cordillera Andina en América del Sur, entre los 1500 y los 2800 msnm.

Miranda C. (1979) señala que Kaplan y MacNeish (1960) y Kaplan (1965 y 1967) han reportado restos de *P. vulgaris* con antigüedad de seis mil a siete

mil años antes del presente en el suroeste de Estados Unidos de América. Así mismo menciona que estos hechos concuerdan con los principios sugeridos por De Candolle (1886) y Vavilov (1949/50), para determinar el centro de origen de plantas cultivadas.

2.3 Clasificación taxonómica del frijol (Lawrence, 1951 y Miranda C., 1976)

Reino	Vegetal
División	Embryophyta Siphonogama
Sub-división	Angiosperma
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Rosales
Familia	Leguminosae
Sub-familia	Papilionoideae
Tribu	Phaseolineae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>vulgaris</i>

2.4 Descripción botánica del frijol

2.4.1 Ciclo vegetativo

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una planta anual, aunque en otras especies puede haber plantas perennes como en *P. coccineus* (frijol ayocote) y *P. lunatus* L. (frijol lima); su ciclo vegetativo varía ampliamente según la variedad y en cierta medida de las condiciones ambientales que prevalezcan (Miranda C., 1976). Al respecto Miranda C. (1979), señala que las variedades cultivadas muestran ciclo vegetativo que varían entre tres y nueve meses, lo cual indica que el ciclo vegetativo ha cambiado bajo

la domesticación.

De acuerdo con Doorenbos y Kassam (1979) los periodos de desarrollo de un cultivo de frijol común son: para frijol verde (ejote) de 60 a 90 días, y para frijol seco (grano) de 90 a 120 días, dependiendo si las variedades son tempranas o tardías.

2.4.2 Raíz

El sistema radical del frijol es de tipo fibroso la raíz principal se distingue fácilmente por su diámetro y su posición a continuación del tallo. Sobre ésta, y en disposición en forma de corona, se encuentran las raíces secundarias de diámetro un poco menor y en número de 3 a 7. Existen otras raíces secundarias que aparecen un poco más tarde y más abajo sobre la raíz principal (CIAT, s.f. y Font Quer P., 1977).

Burkart E. (1952) y CIAT (s.f.) concuerdan en que el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es miembro de la subfamilia Papilionoideae y presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos tienen forma poliedrica y un diámetro aproximado de 2 a 5 mm. Las raíces laterales son colonizadas por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico; el nitrógeno fijado contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento por la planta.

CIAT (s.f.); Doorenbos y Kassam (1979) concuerdan en que características del suelo tales como la estructura, la porosidad, el grado de aereación, la capacidad de retención de humedad, la temperatura, el contenido de nutrientes y varios otros factores pueden ser muy importantes en la conformación del sistema radical y su tamaño y, en condiciones muy favorables las raíces pueden alcanzar más de un metro de longitud.

2.4.3 Tallo

El tallo es el eje principal sobre el cual están insertadas las hojas principales y los diversos complejos axilares; está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. El tallo es herbáceo, de sección cilíndrica o levemente angular, puede ser erecto semiprostrado o prostrado de acuerdo con el hábito de crecimiento de la variedad (CIAT, s.f. y Font Quer P., 1977); al respecto, según estudios hechos en el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), se ha considerado que los hábitos de crecimiento del frijol podrían ser agrupados en cuatro tipos principales; tipo I (determinado arbustivo), tipo II (indeterminado arbustivo), tipo III (indeterminado prostrado), y tipo IV (indeterminado trepador) (CIAT, s.f.).

2.4.4 Hojas

Las hojas del frijol son de dos tipos: simples o primarias y compuestas. Las hojas primarias aparecen en el segundo nudo del tallo principal y se forman en la semilla durante la embriogénesis, es decir, en el proceso de formación del embrión; son opuestas, cordiformes unifoliadas, auriculadas, simples y acuminadas; generalmente caen antes de que la planta este completamente desarrollada. Las hojas compuestas son las hojas típicas del frijol; tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis; estos son acanalados. El folíolo central o terminal es simétrico y acuminado; los dos laterales son asimétricos y también acuminados. Los folíolos tienen peciolúlos que pueden ser considerados como pulvínulos y poseen cuatro estipelas; dos estipelas en el folíolo terminal y una en cada folíolo lateral colocados en la base de los peciolúlos (CIAT, s.f. y Font Quer P., 1977).

Existe una gran variación en cuanto a color y pilosidad de las hojas; estos caracteres pueden o no tener relación con el color y la pilosidad del

tallo y de las ramas. Esta variación está también relacionada con la variedad, con la posición de la hoja en la planta, la edad y también con las condiciones ambientales (CIAT, s.f.).

2.4.5 Inflorescencias

Las inflorescencias del frijol pueden ser laterales o terminales. Desde el punto de vista botánico, se considera como racimo de racimos: un racimo principal compuesto de racimos secundarios, que podrían llamarse triadas florales. La inflorescencia esta constituida por tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas y los botones florales (CIAT, s.f. y Font Quer P., 1977).

2.4.6 Flor

La flor del frijol es una típica flor papilionácea, de simetría bilateral y de acuerdo con el CIAT (s.f.) y Font Quer P. (1977) posee las siguientes características:

a) Un pedicelo glabro o subglabro con pelos uncinulados, y en su base una pequeña bráctea no persistente, unilateral, es decir la bráctea pedicelar.

b) El cáliz es gamosépalo, campanulado, con cinco dientes triangulares, dispuestos como labios en dos grupos en la siguiente forma: dos en la parte alta completamente soldados, y tres más visibles en la parte baja. En la base del cáliz hay dos bracteolas verdes, ovoides y multinervadas que persisten hasta poco después de la floración.

c) La corola es pentámera, con tres pétalos no soldados; en ella se puede distinguir el estandarte que es glabro, simétrico, con un apéndice ancho y difuso en la cara interna, puede ser de color blanco, rosado o púrpura pero nunca verdes. Dos alas cuyo color puede ser muy variado: blanco, rosado o

púrpura; en general, las alas son más oscuras que las otras partes de la corola; pero puede ocurrir también lo contrario, que el estandarte sea de un color más intenso que las alas. La quilla presenta forma de espiral muy cerrada, es asimétrica y está formada por dos pétalos completamente unidos, envuelve completamente al androceo y al gineceo.

d) El androceo está formado por nueve estambres soldados por su base en un tubo y un estambre libre, llamado vexilar que se encuentra al frente del estandarte.

e) El gineceo es súpero e incluye al ovario comprimido, al estilo en curvado, y el estigma interno terminal.

La morfología floral de *Phaseolus vulgaris* L. favorece el mecanismo de autopolinización.

2.4.7 Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido; tiene dos suturas que aparecen en la unión de las dos valvas: una es la sutura dorsal llamada placentar y la otra es la sutura ventral. Los óvulos que son las futuras semillas alternan en la sutura placentar, en consecuencia, las semillas alternan en las dos valvas. Estas dos suturas así como también la producción de las capas pergaminosas de fibras en las valvas son muy importantes en la dehiscencia. Las vainas son generalmente glabras o subglabras, con pelos muy pequeños; pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, existiendo diferencias entre las vainas jóvenes o estado inmaduro, las vainas maduras y las vainas completamente secas (CIAT, s.f. y Font Quer P., 1977).

El tamaño de la vaina es uno de los caracteres que más ha variado con

la domesticación de la especie; en *P. vulgaris* L. la longitud puede variar entre 4 y 20 cm y es común encontrar vainas de variedades silvestres cuya longitud es mayor que la de algunas variedades cultivadas. El ancho y el grueso de la vaina aumentan con la longitud. En relación al color de la vaina algunas variedades cultivadas de *P. vulgaris* L. tienen vainas de color amarillo o crema; estos colores se consideran el resultado de la selección artificial, ya que no se conocen en las formas silvestres. La fibrosidad y la dehiscencia de la vaina también se han reducido con la domesticación, tanto en *P. vulgaris* L., como en *P. coccineus* (Miranda C., 1979).

2.4.B Semilla

Botánicamente la semilla es el óvulo fecundado, transformado y maduro; está constituida solamente por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula. Las partes externas más importantes de la semilla son: a) la testa o cubierta que corresponde a la capa secundaria del óvulo; b) el hilum, que es una cicatriz dejada por el funículo y conecta la semilla con la placenta; c) el micrópilo que es una abertura en la cubierta o corteza de la semilla cerca del hilum y por ella se realiza principalmente la absorción de agua; y d) el rafé, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo campilótropo. Respecto a la posición de la semilla en la vaina, los micrópilos están dispuestos en la dirección del ápice de la vaina y los rafés en la dirección del pedicelo (CIAT, s.f. y Font Quer P., 1977).

Miranda C. (1979) señala que la semilla de frijol común tiene una amplia variación en cuanto a color, forma y tamaño, y menciona que su color puede ser blanco, negro, rojo, amarillo, bayo, café o pinto, donde intervienen dos

o más tonalidades de los colores mencionados; también hace notar que puede tener forma cilíndrica, arriñonada, esférica u otra y que la longitud de la semilla puede variar entre 4 y 20 mm; la anchura, entre 3 y 12 mm y el grosor entre 2 y 11 mm.

2.5 Principales factores que afectan la producción del frijol en zonas áridas y semiáridas

Son muchos los factores que pueden afectar la producción del frijol; entre ellos Schwartz y Galvéz E. (1980) señalan a los organismos fitopatógenos, insectos, nemátodos, desordenes nutricionales, diversas condiciones ambientales, incluyendo las heladas, las temperaturas altas, el viento y la sequía; así como las variaciones en las propiedades y en el drenaje del suelo. Por otro lado, Schaik y Probst (1958) mencionan que el número de factores ambientales ha sido citado por varios investigadores como contribuidores a la caída de órganos reproductivos en diferentes cultivos; entre dichos factores señalan extremos de temperatura y humedad, humedad del suelo, duración e intensidad de la luz, nutrición vegetal inadecuada, enfermedades, insectos y fuerzas mecánicas como el viento y la lluvia.

Por su parte Wilsie y Shaw (1954) mencionan que la adaptación y distribución de cultivos está en función primeramente de la distribución de las condiciones climáticas y en segundo lugar de la distribución de los factores edáficos. Al respecto, Ortíz S. (1982) señala que las necesidades ambientales de clima, suelo y agua para un crecimiento y rendimiento óptimo varía con el cultivo y con la variedad de éste.

2.5.1 Clima

Entre los factores del clima más importantes que tienen relación con el

desarrollo de las plantas se han señalado a la temperatura, luz, agua, viento, humedad y las características estacionales de dichos factores (NAS, 1978), además de la reserva de nutrientes minerales (Speding, 1979). Al respecto, Chapman y Carter (1976) mencionan que la distribución de plantas cultivadas y de la vegetación espontánea depende en gran medida de las condiciones climáticas principalmente de la luz, temperatura y humedad. Por otra parte De Fina y Ravelo (1977) hacen notar que los principales elementos del clima que más influencia ejercen sobre los fenómenos periódicos de los vegetales son: 1) la marcha de la temperatura a través del año; 2) la variación periódica de la duración del día y 3) el régimen pluviométrico.

El frijol se cultiva bien bajo un sinnúmero de condiciones ambientales, pero ciertas variedades se adaptan mejor a condiciones de crecimiento específicas de algunas áreas de producción; sin embargo, las variedades que se encuentran bien adaptadas a una región, pueden sufrir daños cuando se presentan cambios extremos o variaciones en uno o varios de los factores ambientales durante su ciclo de crecimiento (Schwartz y Galvéz E., 1980). Al respecto México (1981b), menciona que la estrecha relación maíz-frijol que existe en la dieta humana, condujo al productor a cultivar frijol bajo las mismas condiciones climáticas que el maíz, por lo que el frijol se encuentra adaptado a una amplia diversidad de condiciones climáticas, sin embargo se señala que el mejor clima para el cultivo del frijol es el semiseco, siempre y cuando sea de humedad o de riego.

De los factores climáticos, se considera a la temperatura y a la precipitación de importancia fundamental en zonas áridas y semiáridas de agricultura de temporal donde se cultiva frijol.

2.5.1.1 Temperatura ambiente

2.5.1.1.1 Generalidades

Se ha señalado que desde el punto de vista agronómico, la mayoría de los procesos fisiológicos que se realizan para el crecimiento y desarrollo de las plantas, están fuertemente influenciados por la temperatura (De Fina y Ravelo, 1977 y Ortíz S., 1982). También, De Fina y Ravelo (1977) mencionan que para cada proceso fisiológico existe una temperatura dada en la que dicho proceso se produce con mayor rapidez a la cual se le llama temperatura óptima. Por otra parte Ortíz S. (1982) hace notar que la temperatura del período de crecimiento de un cultivo es un dato muy valioso que permite caracterizar la adaptabilidad de una especie vegetal; al respecto Reyna T. (1970) indica que la temperatura determina el período vegetativo de las plantas, el cual puede ser corto o largo, de acuerdo con la elevada o baja temperatura media anual.

Chapman y Carter (1976) mencionan que entre los componentes de la temperatura que tienen el mayor efecto sobre la productividad de una especie, se encuentra su amplitud de variación (temperatura máxima y mínima), período libre de heladas y estabilidad de la temperatura (fluctuaciones diarias y estacionales extremas). Al respecto Speding (1979) indica que la respuesta de las especies vegetales a los cambios de temperatura varía enormemente, pero que el crecimiento suele ser lento por debajo de los 7°C y pocas especies vegetales están adaptadas a temperaturas muy superiores a los 38°C; también Chapman y Carter (1976) señalan que las temperaturas críticas varían notablemente para diferentes cultivos, así como para las distintas etapas de su crecimiento.

2.5.1.1.2 Requerimientos de temperatura ambiente para el frijol

El frijol, por su condición de hoja ancha, es muy susceptible a bajas y altas temperaturas dependiendo del grado de humedad del ambiente (México, 1981b).

Doorenbos y Kassam (1979) mencionan que las temperaturas medias diurnas para el buen desarrollo y producción del frijol, oscilan entre 15 y 20°C; la mínima de las temperaturas diurnas para el crecimiento es de 10°C y la máxima de 27°C. Al respecto Guazzelli (1978) señala que el rendimiento se favorece con una temperatura mínima diaria mayor de 17°C y con amplitudes diurnas y nocturnas menores de 10.5°C. Por su parte Chapman y Carter (1976) señalan que la temperatura óptima para el buen desarrollo del frijol es alrededor de 24°C; por otro lado Arruda *et al.* (1980a) indican que el umbral térmico para el buen rendimiento del frijol es una temperatura media del aire de 20°C para los primeros 50 días de su ciclo y de 19°C para el ciclo total; sin embargo Coertze (1977) encontró que la temperatura óptima para el crecimiento, rendimiento y calidad del frijol varía entre 16 y 21°C.

Miranda C. (1966) señala que las temperaturas altas en el momento de la floración del frijol destruyen los granos de polen, con lo cual se evita la fecundación y formación de frutos; al respecto Chapman y Carter (1976) señalan que, en general, las temperaturas altas (29-32°C) durante la floración, originan el marchitamiento de la flor, lo cual reduce los rendimientos; por su parte Coertze (1977) encontró que temperaturas mayores de 35°C causan abortos florales y disminución del rendimiento, así mismo, que las temperaturas nocturnas menores de 5°C causan daños en la producción de grano en las vainas. Por otra parte Doorenbos y Kassam (1979) mencionan que las temperaturas elevadas aumentan el contenido de fibras en las vainas.

Stobbe *et al.* (1966) citado por Díaz M. (1974) mencionan que cuando las temperaturas oscilan entre 26.5 y 35°C, aumenta el número de semillas no desarrolladas, por lo cual disminuye el rendimiento. Por su parte, Box (1961) citado por Díaz M. (1974) indica que la temperatura más baja a la cual se presenta floración en frijol es de 15°C; por otra parte Austin y Mclean (1972) también citados por Díaz M. (1974), demostraron que el crecimiento del frijol es afectado severamente por temperaturas menores de 15°C.

Arruda *et al.* (1980a) encontró que el rendimiento del frijol se correlacionó linealmente con la temperatura media del aire durante diferentes períodos de su ciclo; las tasas medias diarias del incremento en el rendimiento del frijol por elevación en 1°C de la temperatura media diaria, variaron a través del ciclo; los valores más altos se presentaron entre los 30 y 40 días después de la siembra.

Nuytos (1969) demostró que el período total entre la siembra y la cosecha es altamente afectado por la temperatura, la cual tuvo una estrecha correlación negativa con el período total; a una temperatura media diaria de 15°C el período entre la siembra y la cosecha fue de 70 días, pero a 22°C, dicho período fue de 53 días; menciona que el efecto fue mayor durante la germinación y floración que durante la maduración.

2.5.1.2 Precipitación

2.5.1.2.1 Generalidades

La precipitación es uno de los factores del clima que mayor influencia ejerce sobre el rendimiento de los cultivos cuando estos se desarrollan a la intemperie (García de P. y García S., 1978); toda variación tanto en

épocas como en cantidad de lluvia caída determina, en casi todas las regiones, diferencias en el suministro de agua con consecuencias de importancia para las especies vegetales (Black, 1975). Es por lo tanto, importante conocer la suma anual y la frecuencia de distribución temporal de las precipitaciones para determinar su influencia sobre el desarrollo y producción de los cultivos (García de P. y García S., 1978).

Hiatt y Schloemer (1966) señalan que probablemente ningún otro factor aislado determine un año de cosechas provechoso o perjudicial (excepto en condiciones de riego), más que la oportunidad y las cantidades de precipitación en sus relaciones con la siembra, crecimiento, desarrollo, fructificación y recolección de cada cultivo.

Reyna T. (1970) menciona que si tanto el porcentaje de sequía relativa como la cantidad total anual de lluvia varían de una estación a otra, los rendimientos tendrán que ser heterogéneos; también señala que así como es importante la presencia o ausencia de la sequía de medio verano para el desarrollo de los cultivos, también lo es la forma en que se distribuye la precipitación caída; cuando dicha precipitación está uniformemente distribuida, hay mayores probabilidades de obtener una buena cosecha.

También se ha señalado que la precipitación, fundamentalmente en forma de lluvia, afecta notablemente la distribución de las especies vegetales tanto cultivadas como no cultivadas o espontáneas. Asimismo, se indica que cuando se evalúan los recursos de las precipitaciones, se ha de tener en cuenta algo más que la media anual y, tanto la cantidad total como su distribución durante la estación de crecimiento de un cultivo se debe considerar para determinar en que medida la precipitación es un factor limitante, ya que, para la estabilidad del rendimiento es fundamental una cantidad y distribución razonable de la misma (Chapman y Carter, 1976).

En las zonas áridas y semiáridas, la relación lluvia-crecimiento de un cultivo es variable y la efectividad de la precipitación para promover su buen desarrollo, depende, según Chapman y Carter (1976) de tres factores principales:

1) distribución de la precipitación (en el tiempo); 2) cantidad total de precipitación; y 3) textura del suelo. Estos tres factores juegan un papel importante para determinar en que lugar se puede implantar un cultivo. Por otra parte, los mismos autores hacen notar que una precipitación ligera, menor de 6 mm, puede tener escaso valor para la mayoría de los cultivos porque no humedece el suelo profundamente, aunque su efectividad está directamente relacionada con la textura del suelo, tipo de cultivo y distribución de sus raíces, así como de sus necesidades de agua en sus distintas etapas fenológicas.

2.5.1.2.2 Requerimientos de precipitación para el frijol

De acuerdo con México (1981b) la mayoría de la superficie que se siembra con frijol depende del temporal, por lo que la precipitación es determinante para su rendimiento; también, México (1981b) menciona que el frijol se desarrolla bien en zonas con precipitaciones medias, y que la lluvia excesiva y el clima cálido ocasionan la caída de flores y vainas, y aumenta la incidencia de enfermedades.

Chapman y Carter (1976), indican que aunque los frijoles son de estación cálida, no necesitan cantidades excesivas de agua; al respecto Reyna T. (1970) señala que las necesidades de agua para el frijol son primordialmente importantes durante las etapas de desarrollo y formación del grano, sin embargo, Ojeda O. (1974) encontró que el mayor rendimiento de frijol se obtuvo con una precipitación total baja hasta la floración (40 días

después de la siembra).

De acuerdo con Doorenbos y Kassam (1979), las necesidades de agua para obtener una producción máxima con un cultivo de frijol de 60 a 120 días de periodo vegetativo total, varían entre 300 y 500 mm, dependiendo del clima; al respecto, Chapman y Carter (1976) mencionan que en función del suelo y de los factores climáticos, es suficiente una cantidad de 300 a 600 mm.

Para el caso de México, México (1981b) indica que los requerimientos de precipitación para el frijol son a partir de 400 mm, los cuales deberán estar uniformemente distribuidos durante todo el ciclo de cultivo.

Díaz D. y Castillo C. (1981), al estudiar la influencia del riego sobre el frijol variedad ICA-Palmar, de acuerdo con diferentes etapas de desarrollo, concluyeron que: 1) una lámina aprovechable de 270 mm (aproximadamente 350 mm de lámina aplicada) distribuida en cinco riegos, dan el mayor rendimiento; 2) un riego de germinación hasta 30 cm de profundidad, permite el desarrollo del cultivo hasta 20 días después de la siembra; y 3) en las épocas de floración (28-30 días) y fructificación (48-50 días), la tensión de humedad del suelo no debe ser mayor de 35 bars.

Arruda *et al.* (1980b) realizaron algunos experimentos en Brasil durante los años de 1961 a 1963 para determinar el efecto de la lluvia sobre el rendimiento del frijol CV Rico-23 y encontraron que el rendimiento se correlacionó con la precipitación durante varios periodos de la época de crecimiento; las correlaciones más estrechas para estimar el rendimiento fueron aquellas durante los 10 a 80 y 20 a 70 días después de la siembra. El mayor incremento del rendimiento por incremento en milímetros de precipitación fue de 66 kg/ha durante el periodo de 30 a 40 días después de la siembra.

Coertze (1978) menciona que la cantidad de agua necesaria para la

germinación depende del tipo de suelo y puede variar de 25 mm en suelos arenosos a 60 mm en suelos arcillosos; señala también que un riego de 35 mm después de la emergencia es suficiente para un período de 10 días, y que después de la floración se deben suministrar 35 mm de agua por semana hasta el momento de la cosecha; la cantidad total para su ciclo es de 355 mm, por lo que, si se considera la eficiencia del riego, se deben suministrar 450 mm sin tener en cuenta la precipitación.

Guazzelli (1978) indica que para un período vegetativo de 90 días son suficientes 200 a 300 mm de precipitación para el buen desarrollo y producción del frijol; la mayor exigencia se encuentra entre la germinación y la floración completa, con una demanda de 110 a 180 mm durante dicho período; períodos secos de 15 días antes de la floración pueden ser críticos para el cultivo puesto que se provocan abortos florales, disminución de números de vainas y del peso seco del grano. Al respecto García (1969), citado por Díaz M. (1974) encontró que una precipitación entre 110 y 180 mm entre la siembra y la floración contribuye a una buena cosecha y que la precipitación más conveniente durante la época de floración debe ser de 20 a 70 mm.

Reyna T. (1970) menciona que la correlación entre la sequía y el rendimiento del frijol no es tan clara como en el maíz; los rendimientos en sí de esta legumbre son bajos, aún en aquellos sitios con precipitación de 1000 mm debido a que existen otra clase de factores que actúan en forma directa sobre el cultivo, por lo que se tienen que analizar en forma independiente para definir la interrelación exacta que guardan unos con otros.

2.5.2 Suelo

Entre los factores del suelo que influyen en el desarrollo de las plantas se pueden señalar al agua, aereación, temperatura, pH, fertilidad, entre

otros (NAS, 1978), además de la textura, estructura y materia orgánica (Kramer, 1969).

Se ha señalado que el frijol no tiene exigencias específicas en cuanto a suelos, pero prefiere los mullidos y profundos (Doorenbos y Kassam, 1979); al respecto, Coertze (1977) indica que el frijol, además de requerir suelos profundos, estos deben tener buen drenaje pero con buena capacidad de campo y menciona que los mejores resultados se han encontrado en suelos francos con buen nivel de fertilidad; sin embargo, Doorenbos y Kassam (1979) mencionan que prospera eficientemente en suelos ligeros principalmente de aluvión o areno-limosos.

Por lo que al pH se refiere, se menciona que el frijol prefiere aquellos suelos con valores de pH entre 5.5 y 6.0; sin embargo, Coertze (1977) señala que el frijol requiere un pH óptimo del suelo entre 6.0 y 6.5, y que el cultivo presenta toxicidad en suelos con altos contenidos de boro.

Chapman y Carter (1976) señalan que el frijol no prospera bien en suelos encostrados ya que difícilmente germinan en ellos por lo que se deben sembrar en suelos húmedos; al respecto Huerta G. (1975) encontró que el crecimiento y rendimiento de las plantas de frijol responden al estado de compactación del suelo; el mayor rendimiento y la mayor altura se obtuvieron cuando las capas superiores tenían poca resistencia a la penetración (3.6 bars) y, cuando todo el perfil se compactó (21 bars), las plantas produjeron menor rendimiento y mostraron menor altura.

En México, la mayor parte de la superficie que se cultiva con frijol tienen suelos poco profundos bajos en materia orgánica y en fertilidad, lo cual es limitante para la obtención de altos rendimientos (México, 1981b).

De acuerdo con García de P. y García S. (1978) para una planta dada,

existen una temperatura y una humedad óptimas del suelo dentro de sus ciclos vegetativos; conocidos la temperatura y la precipitación, pueden observarse la influencia combinada de ambos sobre el suelo y sobre el rendimiento de los cultivos, por lo que la temperatura y la humedad del suelo no son solo factores limitativos sino definitivos para muchos cultivos.

2.5.2.1 Temperatura

2.5.2.1.1 Generalidades

De acuerdo con García de P. y García S. (1978) las variaciones de temperatura del suelo suceden a las variaciones de insolación con período retardado y dependiendo del tipo de suelo, estos tienen distinta capacidad calorífica y conductividad; la temperatura de la superficie del suelo está sometida a notables contrastes y varía según la cubierta vegetal, tipo de suelo, contenido de humedad, orientación, pendiente, color, etc. Al respecto, Chapman y Carter (1976) mencionan que bajo condiciones normales, cuando la temperatura del aire disminuye, el cultivo se aletarga debido a que el suelo se enfría lentamente, llegando a alcanzar temperaturas por debajo de la de congelación; los suelos se enfrían y se calientan más lentamente que el aire; su velocidad de calentamiento depende en cierta medida de su textura, la temperatura de los suelos arenosos cambia más lentamente que la de los suelos pesados arcillosos.

De Fina y Ravelo (1977) indican que la temperatura de la superficie del suelo bajo la influencia de la radiación solar y de la irradiación nocturna, sufre una marcada variación diaria, mucho mayor que la acusada por la temperatura del aire. Al respecto García de P. y García S. (1978) hacen notar que la superficie del suelo juega un gran papel en el intercambio entre la energía solar y la temperatura del aire y que el conocer la temperatura en

el interior del suelo es importantísimo, tanto en las primeras etapas de la germinación como cuando la planta está ya desarrollada; también señalan que la temperatura de la zona radical es básica para el desarrollo y producción de los cultivos principalmente a 10, 20, 50 y 100 cm de profundidad. También, De Fina y Ravelo (1977) señalan que debido al íntimo contacto entre las raíces y el suelo las variaciones en temperatura de este, afectan notablemente los procesos fisiológicos que se cumplen en la zona radical de las plantas.

De acuerdo con De Fina y Ravelo (1977), la amplitud diaria de la temperatura del suelo decrece rápidamente con la profundidad; así por ejemplo, en la superficie la amplitud diaria es de 16°C; a 12 cm de profundidad, es de 8°C; a 24 cm, es de 4°C, a 36 cm es de 2°C y a los 48 cm, dicha amplitud es de 1°C; en general, la amplitud diaria es insignificante a partir de los 50 cm de profundidad.

También De Fina y Ravelo (1977) señalan que el momento de la temperatura máxima o de la mínima del suelo, sufre un retraso que aumenta con la profundidad; si la temperatura máxima en la superficie se produce a las 13 hr, a 12 cm de profundidad se producirá a las 15 hr 40 min, a 24 cm, a las 18 hr 20 min, y, a 36 cm, a las 21 hr. La época del año también influye sobre la variación diaria de la temperatura del suelo, pues en verano se registran oscilaciones térmicas hasta los 50 ó 60 cm de profundidad, en invierno, en cambio, se registran oscilaciones térmicas diarias solo hasta los 25 ó 30 cm de profundidad.

2.5.2.1.2 Requerimientos de temperatura del suelo para el frijol

De acuerdo con Doorenbos y Kassam (1979), el frijol necesita una temperatura del suelo de 15°C o más para la germinación tardando unos 12 días en

germinar a una temperatura de 18°C y siete días a 25°C. Al respecto Chapman y Carter (1976) mencionan que Allard (1953) encontró que a 8.8°C de temperatura del suelo, el frijol tuvo cero por ciento de germinación; a 12.7°C, tuvo 2% y tardó 31 días en germinar; a 16.1°C tuvo 52% y tardó 28 días en germinar; a 20°C tuvo 82% y tardó 17.6 días; a 25°C tuvo 80% y tardó 6.5 días; a 29.4°C tuvo 88% y tardó 7 días y, a 35°C tuvo 2% y tardó 9 días.

Chapman y Carter (1976) señalan que la siembra de frijol depende de la temperatura del suelo y de la variedad o clase comercial; se siembra más tarde que el maíz, y deben retrasarse hasta que la temperatura del suelo se encuentre alrededor de 18.5°C. Al respecto, Scarisbrick, *et al.* (1976) encontraron que la fecha óptima de siembra es hacia mediados de mayo, cuando la temperatura del suelo a 10 cm de profundidad alcanza los 12 ó 13°C y que las siembras anteriores a esta fecha, generalmente causaron una disminución en el establecimiento de plantas y consecuentemente en los rendimientos. Posteriormente, Scarisbrick y Gómez B. (1979), al estudiar el efecto de la fecha de siembra sobre la producción de grano en la variedad Navy concluyeron que la temperatura mínima del suelo debe ser de 13°C para que se tenga una buena emergencia, y que el porcentaje de establecimiento se correlacionó de manera asintótica con la temperatura del suelo.

Ross y Manalo (1976), reportan que las semillas de frijol con un contenido inicial de humedad del 12%, presentaron mayor emergencia en el campo que las semillas con bajo contenido de humedad, especialmente a temperaturas del suelo menores de 10°C.

Mack y Wallen (1974), encontraron que el rendimiento del frijol se incrementó en forma significativa al aumentar la temperatura del suelo; sus

rendimientos fueron de 250, 1 090 y 1 545 kg/ha cuando crecieron a temperaturas de 11.6, 19.7 y 29.7°C a una profundidad de 20 cm y registrada su temperatura a las 8 hr 30 min, lo que representa un incremento en el rendimiento de 71.1 kg/ha por cada incremento de 1°C en la temperatura del suelo.

Small (1968), al estudiar el efecto de la temperatura sobre la nodulación radical en frijol, concluyó que la mayoría de los nódulos se formaron entre 25 y 29°C de temperatura del suelo.

2.5.2.2 Humedad

2.5.2.2.1 Generalidades

Chapman y Carter (1976) señalan que el agua es absolutamente esencial para la vida de las plantas ya que utilizan más cantidad de ella que de cualquier otra sustancia de las que absorben. Por otra parte, Fernández G. y Laird (1958) indican que se ha encontrado que el desarrollo de los cultivos en relación con las condiciones de humedad del suelo depende mucho de los factores planta y clima, así como de las propiedades del suelo. Al respecto Kelley (1954) menciona que la cantidad de agua almacenada en el suelo y disponible para la planta es determinada primeramente por la textura, estructura, profundidad y uniformidad del suelo. Por su parte Reyna T. (1970) señala que el contenido de humedad del suelo depende en parte de la cantidad de agua que haya recibido ese suelo, ya sea en forma de riego o de lluvia.

Wilsie y Shaw (1954) indican que la sequía es un factor climático importante que afecta a los cultivos en su nivel y variabilidad de su rendimiento. Al respecto se ha señalado (USDA, 1975) que la mayoría de las plantas tienen un grado mayor de eficiencia en la absorción de agua si el nivel de humedad es alto; al bajar dicho nivel, la tensión de humedad del suelo aumenta, y

llega el momento en que la planta no puede extraer suficiente humedad para su óptimo desarrollo.

En cuanto a la planta se refiere, Chapman y Carter (1976) mencionan que la forma en que una planta responde a la falta de agua depende del tipo de planta y de su estado de desarrollo; por su parte Fernández G. y Laird (1958) hacen notar que el efecto de las deficiencias de humedad del suelo sobre el rendimiento depende en gran parte de la etapa de crecimiento de la planta durante la cual sufre escasez; también Black (1975) indica que el efecto de la deficiencia temporal de agua en el rendimiento final depende del momento del ciclo de crecimiento de la planta en que se produce. Por otra parte Tayler y Slater (1966) mencionan que a veces los períodos de escasa humedad durante la etapa vegetativa retardan la maduración de una cosecha y que las plantas responden de manera diferente a la tensión de humedad en diversas etapas de crecimiento, pues cuando el crecimiento vegetativo es rápido las plantas reaccionan rápidamente a la escasez de humedad.

Chapman y Carter (1976) indican que el agua es esencial para la germinación y que si la falta de humedad es posterior a la floración, se reducirá el peso del grano; también señalan que, en todas las especies que se cultivan para grano o para fruto, la falta de humedad inmediatamente antes, durante o después de la floración parece tener el máximo efecto sobre la reducción del rendimiento.

Se ha mencionado que las condiciones extremas de exceso o falta de humedad en el suelo influyen en los procesos fisiológicos de las plantas (Schwartz y Gálvez E., 1980). Al respecto, Palacios V. y Martínez G. (1978) señalan que la mayor parte de los estudios realizados con leguminosas

indican que son muy susceptibles al déficit hídrico durante el período de floración, observándose una notable disminución en el rendimiento tanto de grano como de vaina; también mencionan que son susceptibles al exceso de humedad en el suelo, lo cual concuerda con otros autores (México, 1981b; Doorenbos y Kassam, 1979 y Schwartz y Gálvez E., 1980), quienes señalan que las inundaciones o exceso de agua en el suelo perjudican notablemente el desarrollo de la planta de frijol y facilitan el ataque de distintas enfermedades fungosas, especialmente las pudriciones radicales.

2.5.2.2.2 Requerimientos de humedad del suelo para el frijol

Azzi (1971) ha dividido el ciclo del frijol en cinco etapas fenológicas: a) de la siembra a la emergencia; b) de la emergencia al principio de floración; c) del principio de floración a la fructificación; d) de la fructificación al peso máximo de las vainas; y e) del peso máximo de las vainas al secamiento del fruto y maduración de la semilla; señala que la tercera etapa fenológica es la más sensible al déficit de humedad. Posteriormente, Miranda y Belmar (1977), citados por Siqueira (1982) estudiaron el efecto de la sequía en cinco etapas fenológicas del frijol y encontraron que las plantas eran susceptibles al déficit hídrico en todos los estados de crecimiento y desarrollo, reflejándose en el rendimiento de vaina y semilla.

Doorenbos y Kassam (1979) mencionan que un déficit riguroso de agua durante el período vegetativo (hasta la primera flor), generalmente ocasiona retraso y desuniformidad en el desarrollo del frijol; y un déficit de agua durante el período de formación de la vaina y llenado del grano, da lugar a vainas pequeñas, cortas y descoloridas, con granos deformados y con mayor cantidad de fibras en las vainas. Al respecto Chapman y Carter (1976) señalan que, en general el frijol exige suficiente humedad durante

la etapa de floración e inmediatamente después de esta y que el suelo no debe bajar nunca del 60 por ciento de la capacidad de retención de humedad para asegurar una adecuada disponibilidad de ésta.

Mojarro D. (1977) estudió el efecto de la sequía durante cuatro diferentes etapas en las que dividió el ciclo del frijol y encontró que: a) la reducción en el rendimiento cuando hubo sequía durante su primera etapa de desarrollo (vegetativa, tres semanas antes del inicio de floración) fue de 24 por ciento respecto al testigo; b) la reducción en el rendimiento cuando se proporcionó sequía durante la floración, fue de 65 por ciento respecto al testigo, y c) al haber sequía durante la floración y maduración del grano; se redujo el rendimiento en un 74 por ciento respecto al testigo. También encontró que el peso del grano es afectado por sequía en floración.

González C. (1981) demostró que para frijol Canario 101, la etapa más crítica de déficit de humedad para el rendimiento de grano fue la de floración, siguiéndole la de madurez y finalmente la vegetativa.

Robins y Domingo (1956) al estudiar el efecto de periodos de déficit de humedad en diferentes etapas de desarrollo del frijol encontraron que: a) sequía antes de floración, retarda a ésta en 10 días y reduce el número de vainas por planta; b) sequía en floración reduce además del número de vainas por planta, el número de granos por vaina; c) sequía cerca del llenado de vainas o madurez, reduce el número de granos por vaina; y d) sequía más tarde, reduce el peso del grano. Al respecto Horner y Mojtedi (1964), citado por Díaz M. (1974) encontraron que cuando hay déficit de agua en el suelo al momento de la floración y después de ésta, las plantas producen menos semillas por vaina y menos vainas por planta.

Begg y Turner (1976) y Hsiao *et al.* (1976), citados por Siqueira (1982)

señalan que los cultivos de frijol de hábito de crecimiento determinado son muy sensibles a los déficits hídricos en la iniciación floral y durante la floración; la sensibilidad disminuye durante la etapa de desarrollo de frutos y semillas. Los cultivos de hábito de crecimiento indeterminado también son muy sensibles a la falta de agua, pero el traslape de las etapas fenológicas dificulta el entendimiento del efecto de la tensión hídrica.

Zepeda M. (1977) al estudiar el efecto de la interacción de los niveles de humedad aprovechable con dosis de fertilización fosfatada en el frijol, con 15, 30 y 45% de humedad aprovechable y 30, 60 y 90 kg de fósforo por hectárea, encontró diferencia significativa para todos los niveles de humedad aprovechable, con incrementos en rendimiento a medida que aumenta el contenido de humedad dentro de los niveles probados.

2.6 El rendimiento de grano y sus componentes en frijol

Se ha señalado (Kohashi, 1982a) que en plantas cultivadas el rendimiento es una expresión fenotípica de interés antropocéntrico, resultante de la interacción entre el genotipo y el medio, que se manifiesta mediante los procesos fisiológicos y se refleja en la morfología de la planta, lo cual se va conformando durante el crecimiento de la misma. Al respecto Doorenbos y Kassam (1979) mencionan que el rendimiento máximo se define como el rendimiento cosechado de una variedad de gran producción, bien adaptada al ambiente vegetativo de que se trate, incluyendo el tiempo disponible para llegar a su madurez, en condiciones tales que su rendimiento no este limitado por el agua, los nutrientes, las plagas o las enfermedades.

Los componentes del rendimiento son los factores que regulan la producción final de grano en la planta, y Duarte y Adams (1972) los clasificaron

en dos tipos: 1) componentes de primer orden o morfológicos, donde incluyen el número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso del grano; y 2) componentes de segundo orden o fisiológicos, como el número y tamaño de las hojas.

2.6.1 Generalidades sobre el rendimiento de grano y sus componentes

Miranda C. (1966) señala que el rendimiento es afectado tanto por los factores ecológicos que influyen en el crecimiento de la planta, como por la misma capacidad genética de ésta para producir. Dicha capacidad genética puede ser expresada por ciertos caracteres morfológicos de la planta tales como hábito de crecimiento, número de inflorescencias, tamaño de las vainas, número de semillas por vaina, tamaño y densidad de las semillas entre otras.

Se ha determinado por Adams (1967, 1973 y 1982) que los parámetros más importantes para el rendimiento en frijol son el número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso individual de la semilla; se señala, tanto por Adams (1973) como por Duarte y Adams (1972) que ningún componente es cuantitativamente más importante que el número de vainas por planta. Al respecto Tanaka y Fujita (1979), mencionan que el factor limitante del rendimiento es generalmente el número de vainas establecidas por planta y que existe una leve relación negativa entre el número de semillas por planta y el peso de 1000 semillas.

Ríos M. (1976) señala que el índice de cosecha, el tamaño de la semilla, el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina presentaron diferencias varietales, y que los componentes que más influyeron en el rendimiento, fueron el índice de cosecha, el número de vainas por planta y el

número de semillas por vaina.

Reyes J. (1978) encontró que entre los factores que regulan el rendimiento final, están el número de racimos por planta, número de vainas por racimo, número de vainas por planta en la madurez, número de semillas por vaina y peso de la semilla. Estos componentes pueden ser modificados por mecanismos tales como la abscisión, partenocarpia y aborto que se refleja en órganos perdidos, vainas partenocarpicas y semillas abortadas.

Kohashi (1979) menciona que el principal componente del rendimiento es la acumulación de fotosintatos que puede expresarse como el peso seco total de la planta (rendimiento biológico) o por la distribución de dicho fotosintato representado por el peso seco de la semilla (rendimiento económico); como componentes morfológicos del rendimiento señala el número de yemas florales por planta, número de botones florales por planta, número de flores por planta, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de la semilla.

Recientemente, Kohashi (1982c) menciona que el rendimiento expresado en gramos de semilla por planta o por m^2 , se puede considerar formado de dos componentes: 1) el número de semillas; y 2) tamaño de la semilla, tomado como peso de 100 semillas. De manera similar, el número de semillas es consecuencia del número de vainas a la cosecha y del número medio de semillas por vaina. Así mismo señala que, mediante su análisis, se ha podido comprobar que el peso de 100 semillas es un componente muy estable y solamente se altera cuando la planta se expone a cambios súbitos del medio (sequía, déficit de nitrógeno, etc.) y que el componente que correlaciona mejor con el rendimiento es el número de vainas a la cosecha por planta o por m^2 misma que se abate considerablemente por la abscisión prematura de órganos

reproductivos y por la ocurrencia de semillas abortadas.

2.6.2 Correlaciones entre el rendimiento de grano y sus componentes

Se ha señalado por Adams (1967) que las correlaciones negativas de los componentes del rendimiento entre sí están muy difundidas entre las principales plantas de cultivo, particularmente bajo diversas clases de tensiones ambientales; considera que las correlaciones son propias del desarrollo en lugar de ser genéticas. Recientemente, Adams (1982) menciona que tanto en el frijol como en otras leguminosas, casi siempre hay correlaciones del rendimiento con los componentes de primer orden (número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de la semilla). Al respecto, Juárez O. (1977) encontró que las correlaciones más importantes fueron las que presentó el rendimiento con el número de vainas por planta, las cuales fueron positivas y altamente significativas; asimismo señala que el rendimiento se correlacionó en forma negativa y altamente significativa con el número de plantas por parcela útil a la cosecha. Por otra parte, Otero C. (1981) menciona que el rendimiento de la variedad Michoacán 12-A-3 de frijol se debió a un mayor número de semillas normales por planta y a un mayor número de vainas con semilla por planta, ya que presentaron una alta correlación.

Muñoz M. (1965) al estudiar la correlación entre once caracteres del frijol, encontró que el número de semillas por planta mostró alta correlación positiva ($r=0.92$) con el rendimiento; además, menciona que el rendimiento, en muchos casos está correlacionado positivamente con el número de días a floración ($r=0.63$) y con el peso de 100 semillas ($r=0.46$); sin embargo, encontró baja correlación del número de vainas por planta con el peso de 100 semillas ($r=0.36$) y con el número de semillas por vaina ($r=0.11$), y una correlación negativa baja del número de semillas por vaina con el peso

de 100 semillas ($r=-0.07$).

Mesquita B. (1973), estudió las variedades Canario 101, Canario 107, Bayomex y Michoacán 12-A-3, y encontró correlación positiva y altamente significativa del rendimiento con el número de vainas por planta ($r=0.90$) y con el número de semillas por vaina ($r=0.88$) y, correlación negativa y altamente significativa con el tamaño de la semilla ($r=-0.85$), expresado como peso de 100 semillas con 10% de humedad. Además, encontró un coeficiente de correlación $r=0.63$ entre número de vainas por planta y número de semillas por vaina; $r=-0.69$ entre número de vainas por planta y tamaño de la semilla y $r=-0.96$ entre número de semillas por vaina y tamaño de las semillas. Asimismo, indica que los valores negativos de los coeficientes de correlación pueden ser debidos a la competencia entre las semillas por fotó sintatos en la fase de llenado de las mismas.

Díaz M. (1974), al determinar las correlaciones de algunos componentes morfológicos del rendimiento en cuatro variedades de frijol, una de hábito de crecimiento determinado, (Cacahuate 72) y tres de hábito de crecimiento indeterminado (las variedades Zacatecas 21-1-2-1, Michoacán 12-A-3 y 18-X-Chapingo-72), encontró que el rendimiento estuvo correlacionado positivamente con el peso seco total de la planta ($r=0.99$), con el área foliar por planta ($r=0.82$), con el número de vainas por planta ($r=0.48$), con el número de semillas por vaina ($r=0.69$) y con el tamaño de las semillas ($r=0.25$), para las variedades de semiguía. En la variedad Cacahuate, de tipo mata, el rendimiento estuvo correlacionado positivamente con el peso seco total por planta ($r=0.93$), con el tamaño de la semilla ($r=0.87$) y con el número de vainas por planta ($r=0.48$); asimismo, el rendimiento estuvo correlacionado en forma negativa con el número de semillas por vaina ($r=-0.47$).

Kohashi (1982b) menciona que el rendimiento por unidad de área está condicionado por la densidad de población y por el rendimiento por planta. Al respecto, Aguilar M. (1975), estudió el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento y sus componentes de la variedad Michoacán 12-A-3 de frijol, y encontró que los mejores estimadores del rendimiento fueron el número de vainas con semilla por m^2 determinados en la cosecha, pues las correlaciones de estos con el rendimiento fueron $r=0.95$ y $r=0.98$, respectivamente. También encontró correlación positiva y altamente significativa del rendimiento con número de plantas por m^2 ($r=0.83$) y con número de flores por m^2 ($r=0.77$) a los 65 días después de la siembra. Posteriormente, Muñoz R. (1976), al trabajar diferentes densidades de población, con la misma variedad de frijol, Michoacán 12-A-3, en Xalostoc, Morelos, encontró algo similar a lo reportado por Aguilar M. (1975), pues señala que el rendimiento se correlacionó en forma positiva y altamente significativa con el peso seco total por m^2 ($r=0.93$), con el número de semillas por m^2 ($r=0.90$) y con el número de vainas con semilla por m^2 ($r=0.87$); de ello, concluye que el número de semillas por m^2 es el componente que mejor controla el rendimiento.

Reyes J. (1978) también al estudiar el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento y sus componentes en *P. vulgaris* L. y *P. coccineus* L., los dos de guía encontró correlaciones positivas y altamente significativas del rendimiento con el número de vainas con semilla por planta ($r=0.90$), con el número de semillas por vaina ($r=0.88$), con el índice de cosecha ($r=0.92$) y con el rendimiento por planta ($r=0.79$), entre otros. Al respecto, Fanjul P. (1978) en su estudio sobre el análisis del crecimiento de una variedad de frijol de hábito de crecimiento indeterminado y las relaciones entre la fuente y la demanda de fotosintatos concluyó que los

principales componentes asociados con el rendimiento son el número de in florescencias y el número de vainas por estrato.

De acuerdo con Barrera S. (1980), el número de semillas por vaina de pende de la variedad, e indica que las variedades con mayor número de semi llas por vaina tienden a producir semillas de menor tamaño y considera que el número de semillas por vaina es una variable poco influenciada por el ambiente. A este respecto Escalante E. (1980) al estudiar el efecto del sombreado artificial sobre el rendimiento y sus componentes en la variedad Michoacán 12-A-3 de frijol, encontró que el componente más relacionado con el rendimiento fue el número de semillas por planta, ya que mostró un coefi ciente de correlación de $r=0.93$, y entre el rendimiento y el número de vai nas con grano, dicho valor fue de $r=0.53$.

Escalante E. (1982), encontró que en las variedades Canario 107 y Mi choacán 12-A-3 de frijol sembradas bajo diferentes densidades de población los componentes que mostraron mayor correlación con el rendimiento fueron el número de vainas con semilla por planta ($r=0.84$), el número total de in florescencias por planta ($r=0.81$), el peso seco total por planta ($r=0.96$) y el índice de cosecha ($r=0.74$); además, indica que un mecanismo de compensa ción entre el rendimiento por planta y número de plantas por m^2 , opera, de tal forma que a menor número de plantas por m^2 , mayor rendimiento por plan ta; el rendimiento y la producción total de materia seca, mostraron valo res más altos a bajas densidades de población.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El experimento se estableció en el ejido de Pozo de Gamboa, Pánuco, Zacatecas, que es un área representativa del Sistema de Producción de Co sechas de Secano en Planicies dentro del área de estudio del CREZAS-CP. Dicha localidad se encuentra ubicada en los 22°56'8" de latitud Norte y 102°34'32" de longitud Oeste y su altitud es de 2250 msnm (Anónimo, 1981a).

3.2 Material genético

Se emplearon 47 genotipos criollos de frijol que provienen del Banco de Germoplasma de frijol del CREZAS-CP y corresponden a colectas hechas dentro del área de estudio de este Centro. Además, se emplearon las variedades mejoradas Bayo Zacatecas y el Bayo Río Grande, como material de referencia. En el Cuadro 1 del Apéndice aparece la relación del material genético que se empleó para dicho estudio.

3.3 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue un "látice simple" (7x7), que implica un total de 49 tratamientos; con dos repeticiones, con lo cual se obtuvo un total de 98 unidades experimentales.

La unidad experimental constó de cuatro surcos de 5 m de longitud y 0.71 m de ancho, sumando un total de 14.2 m². Como parcela útil se tomaron los dos surcos centrales, cuya superficie fue de 7.1 m².

3.4 Establecimiento y conducción del experimento

El procedimiento que se siguió para el establecimiento y conducción del experimento constó de tres fases fundamentales que a continuación se

describen:

3.4.1 Consecución y preparación del terreno

El terreno se consiguió por medio del Ing. J. Alfredo Andrade Aguilar, quién nos puso en contacto con las personas que nos hicieron el favor de facilitar el terreno y que se comprometieron a dar las labores que el cultivo necesitara. La preparación del terreno se hizo, con tracción mecánica y consistió en un paso de arado, un paso de rastra y bordeo.

3.4.2 Siembra

Una vez preparada la semilla, se esperó el establecimiento del temporal para proceder a la siembra del experimento, la cual se llevó a cabo el 9 de julio de 1982 en forma manual, utilizando palas rectas y azadones. Se depositó una semilla cada 20 cm, a una profundidad de 8 a 10 cm con lo cual se obtiene una densidad de 70, 400 plantas por hectárea, aproximadamente.

3.4.3 Labores de cultivo

Una vez establecido el experimento, las labores culturales que se realizaron fueron las acostumbradas en la región, y consistió solo en una escarada a los 34 días después de la siembra.

3.5 Toma de datos

3.5.1 Datos fenológicos

De cada genotipo se tomaron datos importantes como: días a emergencia, días a inicio y final de floración, días a madurez fisiológica y hábito de crecimiento, altura de planta en madurez fisiológica y número de plantas cosechadas por parcela útil. También a los 34 días después de la siembra

se seleccionaron y etiquetaron seis plantas por parcela útil que tuvieran competencia completa para registrar algunos datos sobre componentes del rendimiento de grano de cada genotipo que se mencionan más adelante (4.5.4.2).

3.5.2 Datos climáticos

Durante el ciclo de cultivo se tomaron periódicamente (cada ocho días), la temperatura ambiente y la precipitación.

3.5.2.1 Temperatura ambiente

Se tomaron las temperaturas máximas y mínimas, para lo cual se utilizó un termómetro de máxima y mínima modelo 66 IIIRT Rossbach, que se instaló en el sitio experimental.

3.5.2.2 Precipitación

Se tomaron datos de precipitación mediante un pluviómetro de acumulación semanal que se instaló en el sitio experimental.

3.5.3 Datos edáficos

Durante el ciclo de cultivo se tomaron periódicamente (cada ocho días) la temperatura y la humedad del suelo.

3.5.3.1 Temperatura del suelo

La temperatura del suelo se tomó a los 0, 15, 30 y 45 cm de profundidad en los mismos sitios donde se obtuvo el dato de humedad. El registro de la temperatura se hizo por medio de termómetros de mercurio con escala de -10 a 130°C.

4.5.3.2 Humedad del suelo

Se tomaron muestras de suelo a tres niveles de profundidad (0-15, 15-30 y 30-45 cm) para determinar su contenido de humedad en cada nivel, mediante el método gravimétrico (Ortiz V., 1977).

3.5.4 Datos de rendimiento

Se cosechó cuando las vainas presentaban un color paja, y fue desde los 82 hasta los 107 días después de la siembra, según la precocidad de cada genotipo. Debido a que se presentaron diferencias en densidad entre las unidades experimentales, se contó el número de plantas por parcela útil al momento de la cosecha.

3.5.4.1 Rendimiento de grano

Se contaron las plantas por parcela útil, se obtuvo el grano y se secó al ambiente natural y se pesó.

3.5.4.2 Componentes del rendimiento de grano

En el laboratorio, se determinaron algunos componentes del rendimiento como el rendimiento de grano por planta, número de vainas por planta, número de granos por planta, número de granos por vaina, peso del pericarpio por planta y peso de 100 granos. Estos datos se obtuvieron del promedio de seis plantas.

3.6 Análisis estadísticos

3.6.1 Análisis de varianza

Se efectuó el análisis de varianza para el rendimiento de grano y sus componentes de los genotipos estudiados, con base en el diseño "látice

simple" empleado (Cochran y Cox, 1980).

3.6.2 Comparación de medias

La comparación de medias solo se efectuó para el rendimiento de grano, para lo cual se utilizó la prueba de Tukey (Reyes C., 1978).

3.6.3 Análisis de correlación

Se aplicó el análisis de correlación entre el rendimiento de grano y sus componentes para observar el grado de relación existente entre aquel y estos (Snedecor W. y Cochran G., 1980 y Yamane T., 1979).

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 El rendimiento de grano

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de varianza para rendimiento de grano en el cual se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas ($P=0.01$) entre tratamientos y entre bloques dentro de repeticiones (ajustados). En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos para rendimiento de grano así como su prueba de Tukey para los 49 genotipos de frijol estudiados, en donde se pueden agrupar en forma arbitraria tres grupos de significancia estadística bien definidos; el primer grupo (a) formado por 33 genotipos con rendimientos que variaron de 285 a 385 kg/ha; el segundo grupo (h) incluye 14 genotipos, con rendimientos de 175 a 279 kg/ha y un tercer grupo (j) que solo incluye a dos genotipos, con rendimientos de 170 y 75 kg/ha para los genotipos Cacahuete y Sangre de Toro, respectivamente. Además se pueden observar otros siete grupos de significancia estadística.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de grano de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F_c	$F_{t 0.05}$	$F_{t 0.01}$
Repeticiones	1	15337.0100	15337.0100			
Tratamientos (ajustados)	48	117754.8565	2453.2261	4.56**	1.63	2.00
Bloques dentro de repeticiones (ajustados)	12	7921.7863	6601.6400	12.29**	2.03	2.72
Error intrabloque	36	19335.0517	537.0850			
T.O.T.A.L	97	241008.9040				

C.V. = 10.89%

Cuadro 2. Rendimiento de grano y su comparación de medias por medio de la prueba de Tukey al 95% de probabilidad, de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	g/parcela útil	kg/ha
12	Flor de Mayo	546.50	384.86 a
37	Rebocero	532.92	375.29 ab
3	Bayo	530.16	373.36 ab
44	Garambullo	528.89	372.46 abc
33	Negro Castaño	527.39	371.41 abc
30	Ojo de Liebre	524.17	369.14 abc
31	Ojo de Liebre	515.73	363.19 abcd
15	Flor de Mayo	505.83	356.22 abcde
13	Flor de Mayo	487.25	343.14 abcdef
10	Frijola	484.60	341.27 abcdef
45	Tremes	483.35	340.39 abcdef
16	Flor de Junio	482.37	339.69 abcdef
9	Bayo Blanco	481.82	339.30 abcdef
19	Apetito	481.57	339.13 abcdef
29	Bianco Bolita	478.50	336.98 abcdef
17	Rosa de Castilla	477.03	335.94 abcdef
2	Bayo Gordo	472.86	333.00 abcdef
23	Bayo Río Grande	459.01	323.25 abcdefg
6	Bayo	458.13	322.63 abcdefg
24	Canario	458.01	322.54 abcdefg
5	Bayo Rata	449.68	316.68 abcdefg
20	Pastilla	449.62	316.63 abcdefg
21	Apetito	441.81	311.14 abcdefg
22	*Bayo Río Grande	441.44	310.88 abcdefg
14	Flor de Mayo	440.58	310.27 abcdefg
34	Negro	439.26	309.34 abcdefg
36	Morado	433.98	305.62 abcdefg
38	Canelo	431.25	303.61 abcdefg
26	Alubia	427.77	301.25 abcdefg

Cuadro 2. Continuación...

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	g/parcela útil	kg/ha
35	Negro San Luis	423.83	298.48 abcdefg
47	CAV-14	423.27	298.07 abcdefg
8	Bayo Bolita	420.85	296.37 abcdefg
7	Bayo Tremes	405.18	285.34 abcdefg
42	Texano	395.95	278.84 bcdefgh
40	Japonés	393.67	277.24 bcdefgh
11	Flor de Mayo	390.01	274.66 bcdefghi
32	Ojo de Liebre	383.02	269.74 bcdefghi
25	Canario	378.78	266.75 cdefghi
1	*Bayo Zacatecas	369.73	260.37 defghi
18	Pastilla	357.56	251.80 efghi
39	Grullo	357.40	251.69 efghi
4	Bayo Duranguense	343.93	242.20 fghi
27	Becerrita	342.60	241.26 fghi
41	Amarillo	340.20	239.57 fghi
43	Panza de Puerco	337.94	237.98 fghi
28	Manzanilla	313.69	220.90 ghi
49	Mantequilla	248.91	175.28 hij
48	Cacahuete	242.10	170.49 j
46	Sangre de Toro	105.90	74.58 j

DHS_p = 0.05 (105.86). Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí.

* Materiales de referencia.

Las variedades Bayo Río Grande y Bayo Zacatecas, empleados como materiales de referencia, quedaron dentro del primero y segundo grupo de rendimiento, con 310 y 260 kg/ha, respectivamente.

En comparación con los promedios de rendimiento mundial, nacional y estatal (México, 1978, 1981a, 1981b, 1981c y 1981d), los rendimientos

obtenidos en este trabajo fueron bajos; sin embargo, de acuerdo con los agricultores, el rendimiento medio de esa región en el año que se efectuó el experimento del presente estudio fue de 200 kg/ha, por lo que los obtenidos en este trabajo, pueden ser considerados bastante aceptables. Además por otro lado en un trabajo similar llevado a cabo en Villa de Arriaga, SLP., con los mismos 49 genotipos (Andrade A., 1983) reporta rendimientos que variaron de 48 a 269 kg/ha, por lo que los resultados del presente trabajo se consideran bastante prometedores.

4.2 El rendimiento de grano y el clima

4.2.1 El rendimiento de grano y su relación con la temperatura ambiente

En la Figura 1 se muestra la oscilación de temperatura ambiente (máxima y mínima) registrada durante el ciclo de cultivo. Se observa que la temperatura mínima oscila de 8.5 a 18.5°C y la máxima, de 23 a 48.5°C, hasta madurez fisiológica de los genotipos. Con base en esta Figura y en el Cuadro 2 del Apéndice, se puede observar que las temperaturas fueron desfavorables para los genotipos durante su período de floración, lo cual pudo, en parte, provocar el aborto de flores y como consecuencia, el bajo rendimiento, situación similar encontrada por Andrade A. (1983). También estos resultados se apoyan en lo señalado por varios autores (Miranda C., 1966; Chapman y Carter, 1976 y Coertze, 1977) quienes concuerdan en señalar que las temperaturas altas durante la floración, originan el marchitamiento de la flor, destruyendo los granos de polen y causando abortos florales, con lo cual se evita la fecundación y formación de frutos y, en consecuencia, se disminuye el rendimiento. Por otra parte, estos resultados también concuerdan con lo reportado por Stubbe *et al.* (1966), citados por Díaz M. (1974), quienes indican que en el frijol cuando las temperaturas oscilan entre 26.5 y 35°C, aumenta el

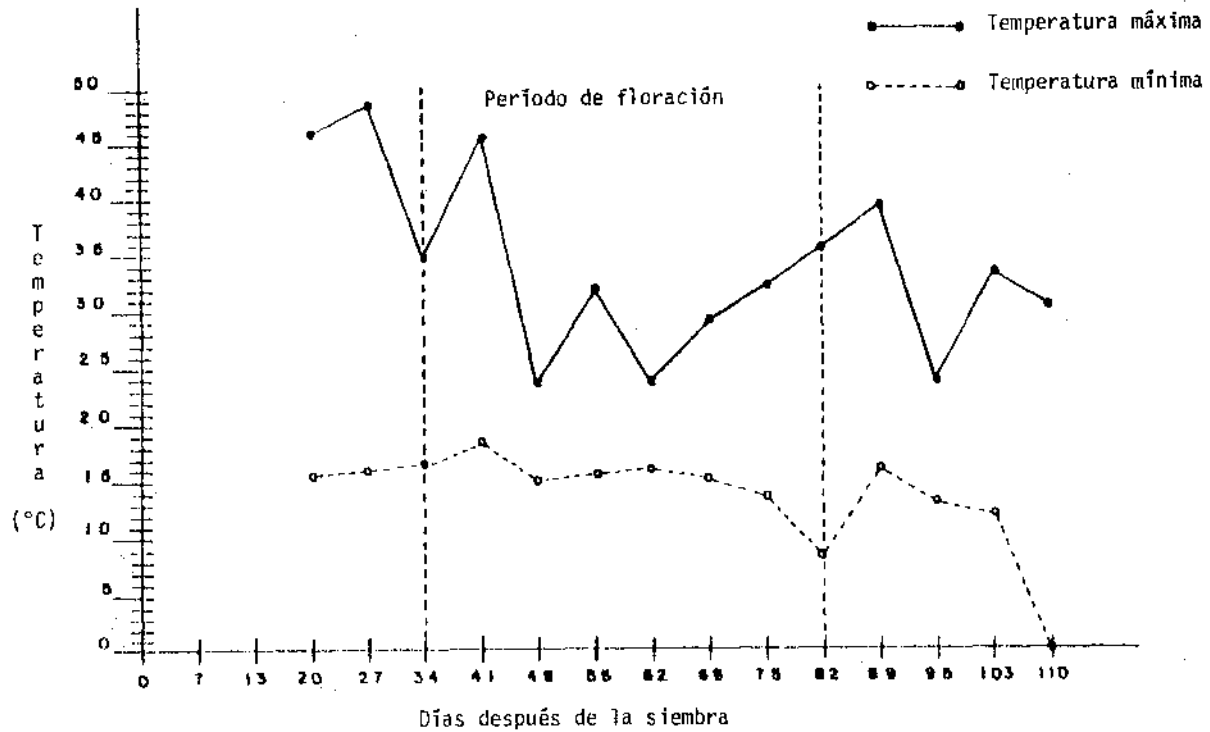


Fig. 1. Temperatura máxima y mínima durante el ciclo de cultivo de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.

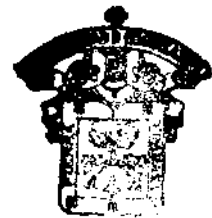
número de semillas no desarrolladas, por lo cual se disminuye el rendimiento.

4.2.2 El rendimiento de grano y su relación con la precipitación

En la Figura 2 se muestra la precipitación registrada durante el ciclo del cultivo. Con base en esta figura, se puede apreciar que la precipitación total durante el ciclo del cultivo fue de 226.2 mm, la cual fue registrada hasta los 103 días después de la siembra, que fue cuando se cosecharon los últimos genotipos; sin embargo, la madurez fisiológica de los genotipos más tardíos ocurrió a los 92 días después de la siembra.

En promedio el período de floración, osciló entre los 42 y los 71 días después de la siembra y el promedio de días a madurez fisiológica fue de 84 días después de la siembra (Cuadro 2 del Apéndice). Con base en estos datos, se puede observar que la precipitación que, posiblemente tuvo mayor influencia benéfica en la producción del frijol fue la registrada a los 48(12.5 mm) y a los 68(36 mm) días después de la siembra. Sin embargo se nota claramente que hubo una mala distribución de la precipitación y una muy baja cantidad total (140.6 mm) hasta madurez fisiológica, lo cual se considera que fue una de las causas principales del bajo rendimiento de grano, también, similar a lo reportado por Andrade A. (1983), ya que de acuerdo con varios autores (Doorenbos y Kassam, 1979; Chapman y Carter, 1976; México, 1981b; Díaz D. y Castillo C., 1981; Coertze, 1977; Guazzelli, 1978), el frijol, dependiendo de la variedad, suelo y otros factores como la precocidad, necesita de 200 a 600 mm de precipitación, los cuales deberán estar uniformemente distribuidos durante el ciclo de cultivo.

4.3 El rendimiento de grano y el suelo



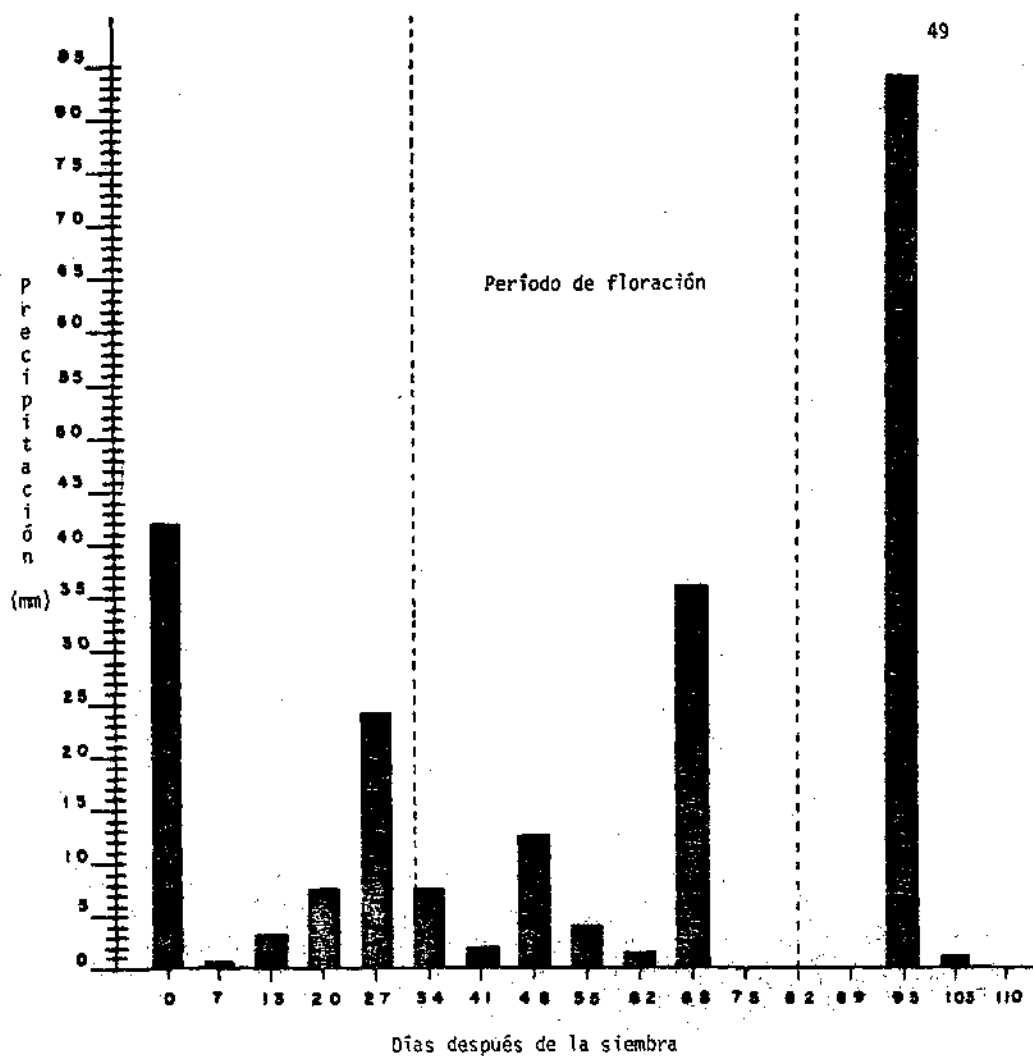


Fig. 2. Precipitación durante el ciclo de cultivo de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.

4.3.1 El rendimiento de grano y su relación con la temperatura del suelo

En la Figura 3 se muestra la temperatura del suelo registrada durante el ciclo de cultivo, en la cual se observa una oscilación de 19 a 29°C. Cabe señalar que aunque la temperatura del suelo se registró a cuatro niveles de profundidad (0, 15, 30 y 45 cm), en la Figura mencionada, se presentan los valores medios de las cuatro lecturas de cada observación. Los valores registrados están dentro del rango que varios autores (Doorenbos y Kassam, 1979; Chapman y Carter, 1976; Scarisbrick *et al.* 1976; Scarisbrick y Gómez B., 1979; Mack y Wallen, 1974 y Small, 1968) indican para el buen desarrollo y producción del frijol, por lo que para el caso del presente trabajo, se deduce que la temperatura del suelo no tuvo influencia negativa en el rendimiento de grano de los genotipos bajo estudio, lo cual coincide en lo que menciona Andrade A. (1983) en un estudio similar.

4.3.2 El rendimiento de grano y su relación con la humedad del suelo

En la Figura 4 se muestra el contenido de humedad del suelo durante el ciclo de cultivo, en la cual se observa una variación de 8.37 a 16.03%, a los 62 y 27 días después de la siembra respectivamente. En este caso, es conveniente señalar que la humedad del suelo se registró a tres niveles de profundidad (0-15, 15-30 y 30-45 cm). Sin embargo, para fines prácticos, en la Figura mencionada, se reporta el valor medio de los tres niveles.

Si relacionamos la Figura 4 con los datos del Cuadro 2 del Apéndice, se puede observar que el promedio de los días a inicio de floración fue de 42 días, sin embargo algunos genotipos empezaron a florear a los 34 días, los cuales fueron los más precoces, y coincide con el segundo valor máximo de porcentaje de humedad (15.43%) registrado en el suelo a los 34 días después.

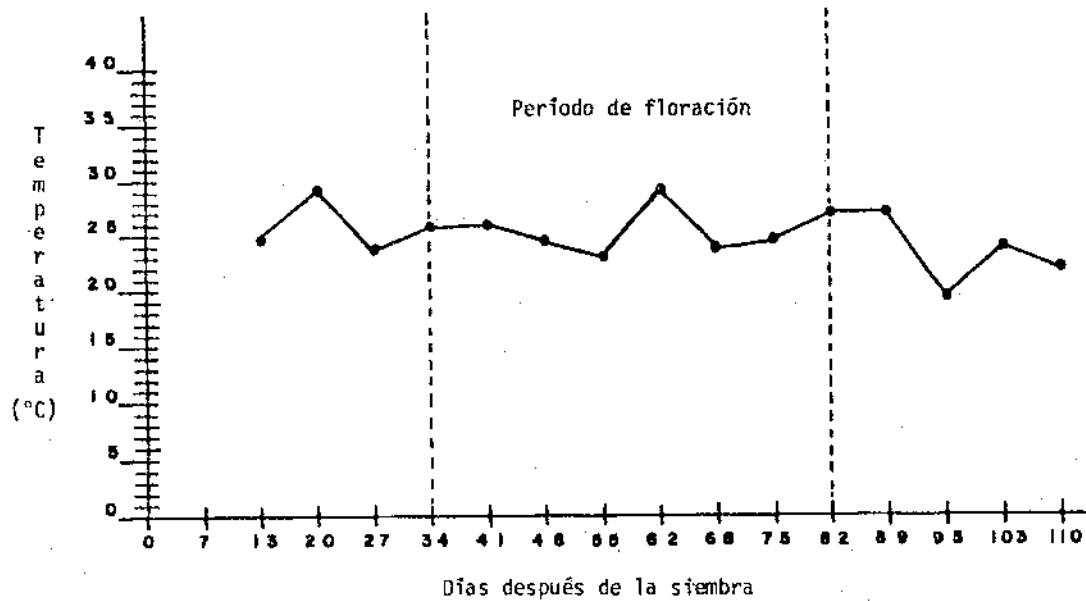


Fig. 3. Temperatura del suelo durante el ciclo de cultivo de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.

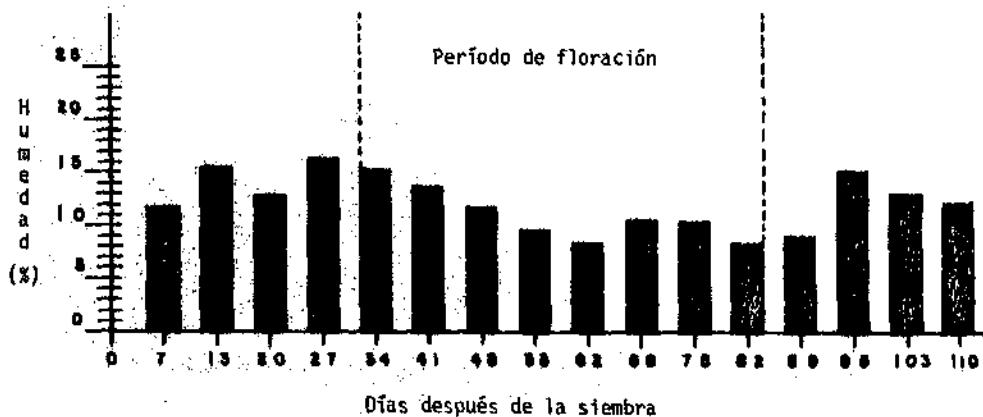
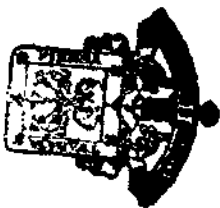


Fig. 4. Humedad del suelo durante el ciclo de cultivo de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.



de la siembra, con lo cual se deduce, al igual que lo mencionado por Andrade A. (1983), que los genotipos precoces fueron los que mejor uso hicieron de la humedad del suelo y presentaron mayor rendimiento de grano, aunque no es una regla general, ya que depende también de otros factores no considerados en el presente trabajo; pero en general, los genotipos más rendidores fueron los más precoces, ya que tuvieron la oportunidad de fructificar las primeras flores y formar grano, lo cual coincide con Fernández R. (1983) quien encontró un efecto positivo del contenido de humedad en el suelo al momento de la floración con el rendimiento, y señala que los genotipos precoces hacen mejor uso de la humedad del suelo, pues menciona que después del momento de la floración el contenido de humedad en el suelo siempre fue en descenso.

Lo anterior está en gran parte de acuerdo con lo reportado por varios autores (Azzi, 1971; Doorenbos y Kassam, 1979; Chapman y Carter, 1976; Mójarro D., 1977; González C., 1981; y Robins y Domingo, 1956, entre otros), quienes en general señalan que al haber déficit de humedad en el suelo poco antes de la floración, durante la floración y poco después de ésta, se reduce el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso del grano y como consecuencia, disminuye el rendimiento de grano.

Por lo anterior se considera que la humedad en el suelo es uno de los factores de mayor importancia que influyen en el mayor o menor rendimiento de grano de los genotipos estudiados.

4.4 El rendimiento de grano y sus componentes

En el Cuadro 3 se presenta la significancia estadística de cuadrados medios y sus respectivos coeficientes de variación para el rendimiento de grano y sus componentes. En dicho Cuadro se observa que existen diferencias

Cuadro 3. Significancia estadística de cuadrados medios del rendimiento de grano/ha y sus componentes de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.

g.l.	Fuente de variación		C.V. (%)
	Bloques ajustados	Tratamientos ajustados	
	12 CM	48 CM	
Rendimiento de grano por hectárea	6601.64 **	2453.23 **	10.89
Rendimiento de grano por planta	4.65 NS	2.67 NS	32.48
Número de vainas por planta	3.04 *	3.60 **	19.12
Número de granos por planta	20.37 NS	50.28 **	26.10
Número de granos por vaina	0.20 NS	0.49 **	16.75
Peso del pericarpio por planta	0.40 NS	0.32 NS	36.76
Peso de 100 granos	4.43 **	70.99 **	3.87

** Diferencias significativas al nivel $P = 0.01$

* Diferencias significativas al nivel $P = 0.05$

NS Diferencias no significativas.

estadísticas altamente significativas ($P=0.01$) entre tratamientos para rendimiento de grano por hectárea, así como para número de vainas por planta, número de granos por planta, número de granos por vaina y peso de 100 granos; no así para rendimiento de grano por planta y peso del pericarpio por planta. La no diferencia estadística para estos dos últimos caracteres puede deberse al reducido tamaño de muestra ya que solo se tomaron en cuenta seis plantas. Los coeficientes de variación pueden considerarse aceptables si se toman en cuenta la amplia heterogeneidad de los genotipos bajo estudio, así como las condiciones ambientales desfavorables que se presentaron durante el ciclo de cultivo.

Estos resultados concuerdan en parte con lo señalado por Ríos M. (1976), quien indica que existen diferencias varietales respecto al número de vainas por planta y tamaño de la semilla, entre otros. También concuerdan con Kohashi (1982c) quien, respecto al peso de 100 granos menciona que este carácter es muy estable, lo cual se comprueba por el bajo coeficiente de variación (3.87%) en el presente trabajo, aún cuando existen diferencias significativas entre tratamientos.

El rendimiento de grano por hectárea, como ya se ha mencionado anteriormente, y de acuerdo también con el Cuadro 3 del Apéndice, varió de 74 a 384 kg/ha con los genotipos Sangre de Toro (tratamiento 46) y Flor de Mayo (tratamiento 12), respectivamente, con promedio general de 299 kg/ha.

En el Cuadro 3 del Apéndice, se observan los valores medios para los componentes del rendimiento, como se indica a continuación: 5.4 gramos de grano por planta, 5.8 vainas por planta, 16.2 granos por planta, 2.9 granos por vaina, 1.7 gramos de pericarpio por planta y 29.68 gramos para peso de 100 granos.

De acuerdo con los resultados que se presentan en este trabajo, se observa que los valores, tanto para el rendimiento de grano por planta, como para los demás componentes del rendimiento, excepto para peso de 100 granos, son bajos; ello se debe principalmente, a las condiciones ambientales desfavorables que se presentaron durante el ciclo de cultivo (Figuras 1, 2, 3 y 4) y que se han discutido anteriormente. Estos resultados concuerdan en parte con lo señalado por Miranda C. (1966), quien indica que el rendimiento es afectado tanto por los factores ecológicos que influyen en crecimiento de la planta, como por la misma capacidad genética de ésta para producir y que dicha capacidad genética puede ser expresada por ciertos caracteres morfológicos de la planta, como son los componentes del rendimiento.

4.4.1 Correlación del rendimiento de grano con sus componentes

En el Cuadro 4 se presenta la significancia estadística de los coeficientes de correlación entre el rendimiento de grano por hectárea y sus componentes.

Con base en el Cuadro 4, se observa una correlación estadística positiva y altamente significativa ($P=0.01$) del rendimiento de grano por hectárea con rendimiento de grano por planta ($r=0.52$), con número de vainas por planta ($r=0.47$) y con número de granos por planta ($r=0.45$). Estos valores indican que el rendimiento de grano por hectárea se asocia en un 52% con el rendimiento de grano por planta, en 47% con el número de vainas por planta y en 45% con el número de granos por vaina. Con estos datos se infiere que los tres componentes mencionados son los que mayor influencia tienen sobre el rendimiento de grano por hectárea, lo cual en parte concuerda con lo señalado por varios autores (Adams, 1967, 1973 y 1982; Duarte y Adams, 1972; Tanaka y Fujita, 1979; Ríos M., 1976; Reyes J., 1978 y

Cuadro 4. Significancia estadística de los coeficientes de correlación del rendimiento de grano/ha y sus componentes de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.

	Rendimiento de grano/ha	Rendimiento de grano/planta	No.de vainas por planta	No.de granos por planta	No.de granos por vaina	Peso del pericarpio por planta	Peso de 100 granos
Rendimiento de grano/ha	1.0000						
Rendimiento de grano por planta	0.5249 **	1.0000					
Número de vainas por planta	0.4722 **	0.5751 **	1.0000				
Número de granos por planta	0.4460 **	0.5267 **	0.7941 **	1.0000			
Número de granos por vaina	0.1613	0.0979	0.0979	0.6623 **	1.0000		
Peso del pericarpio por planta	-0.0619	0.3017 **	0.2714 **	0.2262 *	0.0031	1.0000	
Peso de 100 granos	-0.0486	-0.0758	-0.5165 **	-0.6406 **	-0.4566 **	0.0974	1.0000

** Diferencias significativas al nivel $P = 0.01$

* Diferencias significativas al nivel $P = 0.05$

Kohashi, 1982c), quienes en general indican que los componentes más importantes para el rendimiento de grano en frijol son el número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de la semilla. Estos resultados también coinciden con Juárez O. (1977), quien señala al número de vainas por planta como el componente que presenta mayor correlación con el rendimiento, y con Otero C. (1981) quien encontró que el mayor rendimiento de grano, se debió a un mayor número de semillas normales por planta y a un mayor número de vainas con semilla por planta.

Los valores de los coeficientes de correlación son relativamente bajos en comparación con los señalados por Reyes J. (1978) para rendimiento de grano por planta ($r=0.79$); por Mesquita B. (1973), Reyes J. (1978) y Escalante E. (1982), para número de vainas por planta quienes encontraron valores altos ($r=0.90$), ($r=0.90$) y ($r=0.84$) para este componente, respectivamente. Sin embargo, los valores encontrados en este trabajo, son comparables con los reportados por Díaz M. (1974) y Escalante E. (1980), quienes encontraron valores de $r=0.48$ y $r=0.53$ para este mismo componente, respectivamente. Respecto al número de semillas por planta, Muñoz M. (1965) y Escalante E. (1980), encontraron valores de ($r=0.90$) y ($r=0.93$) respectivamente, los cuales son bastante altos en comparación con los encontrados en el presente trabajo.

Los coeficientes de correlación ya discutidos, se pueden considerar bastante aceptables si se tiene en cuenta la amplia diversidad de genotipos involucrados en este trabajo, en comparación con la relativamente baja cantidad empleada por otros autores. Por otro lado, las condiciones ambientales que se presentaron durante el ciclo de cultivo del presente estudio, fueron bastante desfavorables, en comparación con aquellas condiciones

controladas o relativamente favorables bajo las cuales se han llevado a cabo este tipo de estudios. Además, para el caso del número de vainas por planta, se tomaron en cuenta aquellas vainas que por lo menos presentaron un grano bien formado; es por esto que el número de vainas por planta presentó un coeficiente de correlación más bajo que el rendimiento de grano por planta, en contradicción con lo señalado por Duarte y Adams (1972) y Adams (1973), quienes hacen notar que ningún componente es cuantitativamente más importante que el número de vainas por planta.

No se encontró correlación estadísticamente significativa entre el rendimiento de grano por hectárea y número de granos por vaina, lo cual se pudo deber, además de los factores antes señalados, al reducido tamaño de muestra y a que, en este caso se tomó en cuenta, lo mismo que para número de vainas por planta, aquellas vainas que tuvieran por lo menos un grano bien formado, característica que se presentó muy a menudo; tampoco hubo correlación estadísticamente significativa del rendimiento de grano por hectárea con peso del pericarpio por planta, ni con peso de 100 granos, aún cuando para este último componente, varios autores ya mencionados anteriormente, indican que es uno de los componentes que mayor relación tienen con el rendimiento de grano.

4.4.2 Correlación de los componentes del rendimiento entre sí

De acuerdo con el Cuadro 4, se encontraron correlaciones estadísticas altamente significativas ($P=0.01$) del rendimiento de grano por planta con número de vainas por planta ($r=0.57$), con número de granos por planta ($r=0.53$) y con el peso del pericarpio por planta ($r=0.30$); dichos valores indican que el rendimiento de grano por planta, se asocia en un 57% del número de vainas por planta, en un 53% con el número de granos por planta y

en un 30% con el peso del pericarpio por planta. Estos resultados concuerdan con lo reportado por varios autores que ya se han mencionado anteriormente, al relacionar el rendimiento de grano por hectárea con sus componentes, lo cual parece lógico, pues el rendimiento de grano por hectárea, se asocia en gran medida con el rendimiento de grano por planta.

Otras correlaciones estadísticas importantes son las que presenta el número de vainas por planta con el número de granos por planta ($r=0.79$) y el número de granos por planta con el número de granos por vaina ($r=0.66$), las cuales son altamente significativas ($P=0.01$). Estas correlaciones son lógicas, pues al aumentar las vainas por planta, se aumentan los granos por planta y al aumentar el número de granos por vaina, aumentará el número de granos por planta. Otra correlación estadística ($r=0.27$), no menos lógica, es la que existe entre el número de vainas por planta y el peso del pericarpio por planta, pues al aumentar el primero aumentará el segundo, y aun cuando el valor es relativamente bajo, este es altamente significativo ($P=0.01$). Estos resultados concuerdan con lo señalado por Mesquita B. (1973), quien encontró correlación ($r=0.63$) entre el número de vainas por planta y número de semillas por vaina.

Por otro lado, se encontró correlación estadística negativa y altamente significativa ($P=0.01$) del peso de 100 granos (tamaño del grano) con número de vainas por planta ($r=-0.52$), con número de granos por planta ($r=-0.64$) y con número de granos por vaina ($r=-0.46$). Estos resultados están en parte de acuerdo con lo señalado por Adams (1967), quien indica que las correlaciones negativas de los componentes del rendimiento entre sí están muy difundidas entre las principales plantas de cultivo, particularmente bajo la influencia de diversas clases de tensiones ambientales, como las que se presentaron

durante el desarrollo del presente estudio. Por otro lado, también con cuerdan con lo señalado por Mesquita B. (1973), quien encontró correlación negativa del tamaño de la semilla con número de vainas por planta ($r=-0.69$) y con número de semillas por vaina ($r=-0.96$). También Barrera S. (1980) in dica que las variedades con mayor número de semillas por vaina tienden a producir semillas de menor tamaño.

5 CONCLUSIONES

Después de analizar y discutir los resultados obtenidos en el presente estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

1) Existe la evidencia experimental para aceptar la hipótesis de que los genotipos de frijol fueron diferentes en su comportamiento productivo en función de las condiciones del clima (temperatura ambiente y precipitación) y del suelo (temperatura y humedad del suelo) que prevalecieron durante el ciclo de cultivo. También, se comprobó que existe asociación del rendimiento de grano por hectárea con algunos componentes morfológicos del rendimiento y de estos entre sí.

2) Los 49 genotipos de frijol bajo estudio en el presente trabajo, presentaron un rendimiento de grano que varió de 75 a 385 kg/ha; sin embargo, la expresión potencial del rendimiento se vio disminuido por la influencia desfavorable de las condiciones del clima (temperatura ambiente y precipitación) y del suelo (temperatura y humedad del suelo) que prevalecieron durante el ciclo de cultivo.

3) Mediante el análisis de varianza para rendimiento de grano, se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P=0.01$) entre los tratamientos (genotipos) bajo estudio. Mediante la comparación de medias por medio de la prueba de Tukey, se pudieron establecer varios grupos de rendimiento; entre los genotipos más rendidores destacaron en orden descendente, Flor de Mayo (trat. 12), Rebozero (trat. 37), Bayo (trat. 3), Garambullo (trat. 44) y Negro Castaño (Trat. 33), entre otros. Además, los genotipos criollos mostraron una tendencia a rendir más que los materiales de referencia o variedades mejoradas (Bayo Zacatecas y Bayo Río Grande).

4) La temperatura ambiente durante el ciclo de cultivo osciló de 8.5 a

18.5°C la mínima y de 23 a 48.5°C la máxima, cuyo efecto se consideró des favorable para los genotipos, particularmente durante el período de flora ción, por su influencia sobre el aborto de flores y en consecuencia bajos rendimientos.

5) La precipitación registrada durante el ciclo de cultivo, fue relati vamente baja (140.6 mm) hasta madurez fisiológica y mal distribuida en el tiempo, por lo que tuvo influencia negativa sobre el rendimiento de grano de los genotipos bajo estudio.

6) La temperatura del suelo, aún cuando osciló de 19 a 29°C durante el ciclo de cultivo, no tuvo efectos significativos sobre el rendimiento de grano de los genotipos bajo estudio.

7) La humedad del suelo varió de 8,37 a 16.03%; ésta siempre fue en descenso a partir de los 27 días después de la siembra hasta poco antes de terminar el período de floración, por lo que es el factor que más in fluyó sobre el rendimiento de grano; los genotipos precoces fueron en ge neral los que presentaron mayor rendimiento, pues hicieron mejor uso de la humedad del suelo.

8) Para componentes del rendimiento, se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P=0.01$) entre tratamientos (genotipos), pa ra número de vainas por planta, número de granos por planta, número de gra nos por vaina y peso de 100 granos; no así para rendimiento de grano por planta y peso del pericarpio por planta.

9) El rendimiento de grano por hectárea mostró correlación estadística positiva y altamente significativa ($P=0.01$) con rendimiento de grano por planta ($r=0.52$), con número de vainas por planta ($r=0.47$), y con número de granos por planta ($r=0.45$); estas correlaciones indican que los tres

componentes mencionados son los que mayor influencia tienen sobre el rendimiento de grano por hectárea. Por otro lado, no se encontró correlación del rendimiento de grano por hectárea con número de granos por vaina, peso del pericarpio por planta, ni con peso de 100 granos.

10) De las correlaciones de los componentes del rendimiento entre sí, se encontró que existe correlación estadística positiva y altamente significativa ($P=0.01$) del rendimiento de grano por planta con número de vainas por planta ($r=0.57$), con número de granos por planta ($r=0.53$), y con peso del pericarpio por planta ($r=0.30$); así como del número de vainas por planta, con el número de granos por planta ($r=0.79$), y del número de granos por planta con el número de granos por vaina ($r=0.66$), entre otras. Se encontró correlación estadística negativa y altamente significativa ($P=0.01$) del peso de 100 granos con número de vainas por planta ($r=-0.52$), con número de granos por planta ($r=-0.64$) y con número de granos por vaina ($r=-0.46$).

6 LITERATURA CITADA

- Adams, M.W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. Crop Sci. 7:505-510. También en: CIAT. 1977. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. 1 pp. 120.
- _____. 1973. Plant architecture and physiological efficiency in the field bean. Seminar on potentials of field beans and other food legumes in Latin America. February 26-March 1 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 21 p.
- _____. 1982. Plant architecture and yield breeding. Crop Sci. 56(3): 225-254.
- Aguilar M., I. 1975. Efecto de la competencia entre plantas y su eliminación, sobre el rendimiento y sus componentes en frijol *Phaseolus vulgaris* L. Variedad Michoacán 12-A-3. Tesis de Maestría en Ciencias. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 101 p.
- Aguirre R., J.R. 1978. Contribución al esclarecimiento del Centro Regional de Salinas, SLP. Documento de trabajo del CREZAS-CP No.1. Salinas de Hidalgo, SLP. México. 40 p.
- _____. 1979. Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el Altiplano Potosino-Zacatecano. Documento de trabajo del CREZAS-CP No.2. Salinas de Hidalgo, SLP. México. 17 p.
- _____; García M., E. y Figueroa S., B. 1982. Los sistemas agrícolas del Altiplano Potosino-Zacatecano. Documento de trabajo del CREZAS-CP. No.5. Salinas de Hidalgo, SLP. México. 26 p.
- Andrade A., J.A. 1983. Estudio de genotipos criollos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo secano en Villa de Arriaga, SLP. Sin publicar.
- Anónimo. 1981a. Nomenclator de Zacatecas. Anexo a Síntesis Geográfica para Zacatecas. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática.
- _____. 1981b. Nomenclator de Aguascalientes. Anexo a Síntesis Geográfica para Aguascalientes. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. SPP. México, D.F. 29 p.
- _____. 1981c. Nomenclator de Jalisco. Anexo a Síntesis Geográfica para Jalisco. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. SPP. México, D.F. 286 p.

- _____. 1981d. Cartas de clima. En: Atlas Nacional del Medio Físico. Coordinación General del Sistema Nacional de Estadística, Geografía e Informática. SPP. México, D.F. pp. 80-97. Esc. 1:1000 000.
- _____. 1981e. Frijol y Chícharo. Producción vegetal. Trillas. México. 58 p.
- Arruda F.,B.; Tubelis A. y Nascimento, F.J.L. Do. 1980a. Efecto de la temperatura media diaria del aire en el rendimiento del frijol. En: CIAT. 1982. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VII No.1 pp.23.
- _____; y _____. 1980b. Efecto de la lluvia en el rendimiento del frijol. En: CIAT. 1982. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VII No.1. pp.25.
- Azzi, G. 1971. Ecología Agraria. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 449 p.
- Barrera S.J. 1980. Nodulación, rendimiento y algunos componentes del rendimiento de frijol y maíz en cultivo asociado. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Genética, Chapingo, México. 79 p.
- Black A.C. 1975. Relación suelo-planta. 1a. ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Tomo. I. 444 p.
- Burkart, E.A. 1952. Las leguminosas argentinas, silvestres y cultivadas. Acme Agency. Buenos Aires, Argentina. 569 p.
- CETENAL. 1971. Cartas de uso del suelo y topografía 1a. ed. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Hojas. F-13-B-47, F-14-A-31, F-14-A-43, F-14-A-45, F-14-A-51 y F-14-A-83. Esc. 1:50 000. Color.
- Chapman, S.R. y Carter L.P. 1976. Producción agrícola, principios y prácticas. Acribia. Zaragoza, España. 572 p.
- CIAT. s.f. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 50 p.
- Cochran, G.W. y Cox M.G. 1980. Diseños experimentales 1a. ed., 6a. reimp. Trillas, S.A. México, D.F. 661 p.
- Coertze, A.F. 1977. Requerimientos edafoclimáticos para la habichuela. En: CIAT. 1981. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VI. pp. 65.
- _____. 1978. El riego de la habichuela. En: CIAT. 1981. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VI. pp. 65-66.

- De Fina, A.L. y Ravelo A.C. 1977. Climatología y fenología agrícola 3a. ed. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. 351 p.
- Díaz D., A. y Castillo L., J.J. 1981. Aplicación de riego al frijol de acuerdo con las diferentes fases de desarrollo. En: CIAT. 1982. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia, Vol. VII. No. 2. pp. 26-27.
- Díaz M., F. 1974. Estudio preliminar sobre algunos componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 127 p.
- Doorenbos, J. y Kassam A.H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudios FAO: Riego y Drenaje No.33. Roma, Italia 212 p.
- Duarte A., R. and Adams M.W. 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Crop Sci. 12:579-582.
- Escalante E., J.A.S. 1980. Efecto del sombreado artificial sobre el rendimiento y sus componentes en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Michoacán 12-A-3. Tesis de Maestría en Ciencias. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 110 p.
- Escalante E., L.E. 1982. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento en grano y sus componentes en dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis profesional. Instituto Superior Agropecuario Autónomo del Estado de Guerrero. Iguala, Gro. México. 81 p.
- Fanjul P., L. 1978. Análisis del crecimiento de una variedad *Phaseolus vulgaris* L., de hábito de crecimiento indeterminado y ensayo preliminar para el estudio de las relaciones entre la fuente y la demanda de fotosintatos. Tesis de Maestría en Ciencias. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 156 p.
- Fernández G., R. y Laird R.J. 1958. Efectos de la humedad del suelo y de la fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad del trigo. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Oficina de Estudios Especiales. Folleto Técnico No. 27. México, D.F. 128 p.
- Fernández R., M. 1983. Producción de maíz y frijol en el Altiplano Potosí ni-Zacatecano. Sin publicar.
- Fon Quer, P. 1977. Diccionario de Botánica. Labor, S.A. México, D.F. 1244 p.

- García M., E. y Villa V., J. 1976. Proyecto de especialización de graduados en planeación, investigación, enseñanza y uso de recursos naturales renovables. En: Avances en la enseñanza y la investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 18-19.
- García de P., L. y García S., J. 1978. Diez temas sobre el clima. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. 313 p.
- González C., A. 1981. Tasas evapotranspirativas y efecto de variar los niveles de humedad del suelo en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro de Botánica. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 109 p.
- Guazzelli, R.J. 1978. Exigencias climáticas del frijol. En: CIAT. 1981. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VI No.2. pp.66.
- Hiatt, W.E. y Schloemer R.W. 1966. Como medimos las variaciones en la precipitación. En: Anónimo 1966. Agua; su aprovechamiento en la agricultura. 2a.ed. en español. trad. por J. Meza Nieto. Herrero, S.A. México, D.F. pp. 83-90.
- Huerta G., A.A. 1975. Efecto de la resistencia mecánica del suelo sobre la producción del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad 27R. En: CIAT. 1979. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. IV. pp. 80.
- Juárez O., M.G. 1977. Prueba comparativa de adaptación y rendimiento de 36 variedades y líneas experimentales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Linarea Nuevo León. En: CIAT. 1981. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VI. pp. 113.
- Kelley, J.O. 1954. Requirement and availability of soil water. Advances in Agronomy. Vol. VI: 67-94.
- Kohashi S., J. 1979. Fisiología. En: Engleman, M.E. (ed.). Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 39-58.
- _____. 1982a. Investigaciones sobre fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) I. El rendimiento, el medio y el crecimiento de la planta. En XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, A.C. México, D.F. pp. 196.
- _____. 1982b. Investigaciones sobre fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) II. Análisis del crecimiento. En: XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, A.C. México, D.F. pp. 197.
- _____. 1982c. Investigaciones sobre fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) III. Los componentes del rendimiento. En: XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, A.C. México, D.F. pp. 198.

- Kramer, P.J. 1969. Relaciones hídricas de suelo y plantas. 1a. ed., Edutex, S.A. México, D.F. 538 p.
- Lawrence M., H.G. 1951. Taxonomy of vascular plants. Mc Millan, Company. New York. 823 p.
- López I., R. 1982. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del frijol. SARH-INIA. México, D.F. 68 p.
- Mack, A.R. and Wallen, V.R. 1974. Effects of various field levels of soils temperature and soil moisture on the growth of beans infected with bacterial blight. Jour. Soil Sci. 54(2): 149-158. También en: CIAT. 1977. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. CALI, Colombia, Vol. I. pp. 144.
- Mesquita B., E. 1973. Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 97 p.
- México. 1978. Marco de referencia en frijol. SARH-INIA-CIANOC-CAEZAC. Calera de Víctor Rosales, Zac. México. 53 p.
- _____. 1981a. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el estado de Zacatecas. SARH-INIA-CIANOC-CAEZAC. 63 p.
- _____. 1981b. Cultivos de maíz y frijol en México: participación del FIRA en su producción. Banco de México. División de Agricultura. México, D.F. 75 p.
- _____. 1981c. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. NOTISARH No.12. SARH. México. 16 p.
- _____. 1981d. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto Informativo No. 20. SARH-INIA. México, D.F. 20 p.
- _____. 1982. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. NOTISARH No. 12. SARH. México, D.F.
- Miranda C., S. 1966. Mejoramiento del frijol en México. SAG. INIA. Folleto Misceláneo No. 13. México, D.F. 35 p.
- _____. 1967. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. Agrociencia 1:99-109.
- _____. 1976. Mejoramiento genético del frijol en México. En: Robles S., R. Producción de granos y forrajes. Limusa, S.A. México, D.F. pp. 553-575.
- _____. 1979. Evolución de *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus*. En: Engleman, E.M. (ed.). Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 83-99.

- Mojarro D.F. 1977. Efecto de la sequía en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); aspectos fisiológicos. Tesis de Maestría en Ciencias. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 141 p.
- Muñiz R.,L.J. 1976. Efecto de la densidad de población en siembras equi distantes, sobre el rendimiento y sus componentes en *Phaseolus vulgaris* L. Var. Michoacán 12-A-3. Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Escuela de Ciencias Biológicas. Cuernavaca, Morelos. 64 p.
- Muñoz M.,E. 1965. Estudio de correlación entre once caracteres de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Rama de Genética. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 76 p.
- NAS. 1978. Plantas nocivas y cómo combatirlas. National Academy of Sciences. Vol. II. Limusa. México. 574 p.
- Nuyjtos, S. . 1969. Efectos de la temperatura sobre el desarrollo de frijoles. En: CIAT. 1977. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. I. pp. 144.
- Ojeda O.,U.A. 1974. Exigencias climáticas del *Phaseolus vulgaris* L. durante Abril-Julio. En: CIAT. 1978. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. III. pp. 113.
- Ortega D.,M.L. 1979. Bioquímica. En: Engleman E.M. (ed.). Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 101-112.
- Ortiz S.,C.A. 1982. Meteorología (Apuntes del curso). Depto. de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 221 p.
- Ortiz V.,B. 1977. Edafología. PATENA, A.C. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 291 p.
- Otero C.,A. 1981. Efecto de la fertilización al suelo más foliar sobre el rendimiento y componentes del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Michoacán 12-A-3. En: CIAT. 1981. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VI. pp. 89-90.
- Palacios V.,E. y Martínez G.,A. 1978. Respuesta de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo; un enfoque metodológico. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 149 p.
- Reyes J.,J.E. 1978. El rendimiento y sus componentes en un frijol de guía (*Phaseolus vulgaris* L.) y ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) en función de la densidad de población. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nayarit. Escuela Superior de Agricultura. Tepic, Nayarit. México. 87 p.

- Reyes C.,P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. 1a. ed. Trillas. México, D.F. 344 p.
- Reyna T.,T. 1970. Relaciones entre la sequía intraestival y algunos cultivos de México. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Cuadernos. México, D.F.
- Ríos M.,E.E. 1976. El rendimiento y los componentes del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el oriente de Guatemala. En: CIAT. 1982. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VI. No.2. pp. 75.
- Robins, J.S. and Domingo C.E. 1956. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans. Agron. Jour. 48:67-70.
- Ross, E.E. y Manalo J.R. 1976. Efecto de la humedad inicial de la semilla sobre la emergencia de la habichuela en suelo frío. En: CIAT. 1977. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. I. pp. 127-128.
- Scarlsbrick D.H.; Carr K.V. y Wilkes J.M. 1976. Efecto de la época de siembra y de la estación en el desarrollo y cosecha del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sureste de Inglaterra. En: CIAT. 1977. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. I. pp. 128-129.
- _____ y Gómez, J.A. 1979. Conclusiones finales de los efectos de la época de siembra sobre la producción de grano Navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.) durante los años 1972-76. En: CIAT. 1981. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VI.
- Schwartz, H.F. y Gálvez E.,G. 1980. Problemas de producción del frijol; enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris* L. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 424 p.
- Schaik, P.H. Van and Probst A.H. 1958. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. Agron. Jour. 50(4):192-197.
- Siqueira R.,P. 1982. Función de respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a variaciones de humedad del suelo en tres etapas fenológicas y aspectos fisiológicos. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 152 p.
- Snedecor, W.G. and Cochran G.,W. 1980. Statistical methods. 7a. ed. The Iowa State University Press. Ames. Iowa. U.S.A. 507 p.

- Spedding C.R.W. 1979. Ecología de los sistemas agrícolas. trad. por Juan Manuel Ibeas Delgado. H.B. Blume Ediciones. Madrid, España. 319 p.
- Small, J.G.C. 1968. Efecto de la temperatura sobre la nodulación de plantas enteras y raíces aisladas de *Phaseolus vulgaris* L. En: CIAT. 1978. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. II. pp. 338.
- Taylor, S.A. y Slater C.S. 1966. Cuando hay que regar y cuanta agua hay que emplear. En: Anónimo. 1966. Agua; su aprovechamiento en la agricultura. 2a. ed. en español. trad. por J. Meza Nieto. Herrero, S.A. México, D.F. pp. 402-407.
- Tanaka, A. y Fujita K. 1979. Crecimiento, fotosíntesis y componentes del rendimiento con relación al rendimiento de la semilla en el frijol de campo. En: CIAT. 1982. Resúmenes analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Vol. VII. No.2. pp. 128.
- USDA. 1976. Relación entre suelo-agua-planta. United States Department of Agriculture. Diana. México. 99 p.
- Wilsie, C.P. and Shaw R.H. 1954. Crop adaptation and climate. Advances in Agronomy. Vol. VI: 199-252.
- Yamane, T. 1979. Estadística. 3a. ed. Harca, S.A. México, D.F. 771 p.
- Zepeda M.,R. 1977. Experimento sobre la integración de los niveles de humedad aprovechable, dosis de fertilización fosfatada en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la unidad de riego Autlán, El Grullo, Jal. En: Lépiz I.,R. 1980. Tesis en frijol (Resúmenes) SARH-INIA. Coordinación Nacional del Programa de Frijol. Tepatitlán, Jal. México. pp. 35.

Cuadro 1. Genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982; algunas características de su procedencia.

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	No. de Colecta del CREZAS-CP	PROCEDENCIA	Latitud ⁽¹⁾ Norte	Longitud ⁽¹⁾ Oeste	Altitud ⁽¹⁾ msnm	Clima ⁽²⁾
1	*Bayo Zacatecas	INTA-CIANDC-CAEZAC	Calera de Victor Rosales, Zac.	22° 57'.0"	102° 47'.2"	2150	BS ₁ kw
2	Bayo Gordo	FP - 001	El Sitio, Pinos, Zac.	21° 57'.9"	101° 35'.2"	2190	BS ₁ kw
3	Bayo	FP - 008	Salitral de Carrera, Villa de Ramos, SLP	22° 52'.0"	102° 05'.0"	2050	BS ₁ kw
4	Bayo Duranguense	FP - 009	La Luz, Ags.	21° 59'.9"	101° 59'.7"	2020	BS ₁ kw(w)
5	Bayo Rata	FP - 024	El Hospital, Charcas, SLP.	23° 15'.0"	101° 13'.0"	2210	BS ₀ kw
6	Bayo	FB - 016	La Tapona, Mexquitic, SLP.	22° 14'.0"	101° 13'.0"	1250	BS ₁ kw
7	Bayo Tremes	FP - 037	Tacoaleche, Guadalupe, Zac.	22° 49'.4"	102° 24'.7"	2120	BS ₁ kw
8	Bayo Bolita	FR - 002	El Rucio, Villa Hidalgo, Zac.	22° 25'.9"	101° 47'.3"	2110	BS ₁ kw
9	Bayo Blanco	FP - 048	Tepetate, Villa de Arriaga, SLP.	22° 01'.0"	101° 15'.0"	2200	BS ₁ kw
10	Frijola	FR - 001	Espiritu Santo, Pinos, Zac.	22° 36'.1"	101° 29'.2"	2020	BS ₁ kw
11	Flor de Mayo	FP - 002	Palo Alto, Ags.	21° 55'.0"	101° 58'.0"	2020	BS ₁ kw
12	Flor de Mayo	FP - 018	Palo Alto, Ags.	21° 55'.0"	101° 58'.0"	2020	BS ₁ kw
13	Flor de Mayo	FB - 018	La Tapona, Mexquitic, SLP.	22° 14'.0"	101° 13'.0"	2150	BS ₀ kw
14	Flor de Mayo	FR - 003	El Rucio, Villa Hidalgo, Zac.	22° 25'.9"	101° 47'.3"	2110	BS ₁ kw
15	Flor de Mayo	FP - 049	Tepetate, Villa de Arriaga, SLP.	22° 01'.0"	101° 15'.0"	2200	BS ₀ kw
16	Flor de Junio	FP - 035	Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac.	22° 56'.8"	102° 34'.2"	2250	BS ₁ kw
17	Rosa de Castilla	FP - 025	Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac.	22° 56'.8"	102° 34'.2"	2250	BS ₁ kw
18	Pastilla	FP - 012	El Sitio, Pinos, Zac.	21° 57'.9"	101° 35'.2"	2190	BS ₁ kw
19	Apetito	FB - 017	La Tapona, Mexquitic, SLP.	22° 14'.0"	101° 13'.0"	2150	BS ₀ kw
20	Pastilla	FR - 004	El Salitre, Villa Hidalgo, Zac.	22° 05'.8"	102° 54'.8"	1730	BS ₁ kw
21	Apetito	FB - 004	Moctezuma, SLP.	22° 45'.0"	101° 05'.0"	1670	BWhw

Cuadro 1. Continuación...

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	No. de Colecta del CREZAS-CP	PROCEDECENCIA	Latitud ⁽¹⁾ Norte	Longitud ⁽¹⁾ Oeste	Altitud ⁽¹⁾ msnm	Clima ⁽²⁾
22	*Bayo Río Grande	INIA-CIANDC-CAEZAC	Calera de Víctor Rosales, Zac.	22° 57'.0"	102° 47'.2"	2150	BS ₁ kw
23	Bayo Río Grande	FP - 022	Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac.	22° 56'.8"	102° 34'.2"	2250	BS ₁ kw
24	Canaria	FP - 023	Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac.	22° 56'.8"	102° 34'.2"	2250	BS ₁ kw
25	Canario	FP - 054	Coyotillos, Charcas, SLP.	23° 17'.0"	101° 13'.0"	2200	BS ₀ kw(x')
26	Alubia	FP - 014	Ojuelos, Jal.	21° 51'.9"	101° 35'.5"	2220	BS ₁ kw(w)
27	Becerrita	FP - 017	Palo Alto, Ags.	21° 55'.0"	101° 58'.0"	2020	BS ₁ kw(w)
28	Manzanilla	FB - 001	Emiliano Zapata, Villa de Ramos, SLP.	22° 42'.0"	101° 55'.0"	2140	BS ₁ kw
29	Blanco Bolita	FR - 008	Santa María del Río, SLP.	21° 48'.0"	100° 44'.0"	1710	BS ₀ hw
30	Ojo de Liebre	FP - 019	Palo Alto, Ags.	21° 55'.0"	101° 58'.0"	2020	BS ₁ kw(w)
31	Ojo de Liebre	FP - 042	Guadalupe Victoria, Ojuelos, Jal.	21° 42'.0"	101° 37'.0"	2190	BS ₀ kw
32	Ojo de Liebre	FB - 003	Moctezuma, SLP.	22° 45'.0"	101° 05'.0"	1670	B1hw
33	Negro Castaño	FP - 011	Palo Alto, Ags.	21° 55'.0"	101° 58'.0"	2020	BS ₁ kw(w)
34	Negro	FP - 013	El Sitio, Pinos, Zac.	21° 57'.9"	101° 35'.2"	2190	BS ₁ kw
35	Negro San Luis	FP - 050	Tepetate, Villa de Arriaga, SLP.	22° 01'.0"	101° 15'.0"	2200	BS ₁ kw
36	Morado	FP - 004	Tacoaleche, Guadalupe, Zac.	22° 49'.4"	102° 24'.7"	2120	BS ₁ kw
37	Rebocero	FP - 010	Palo Alto, Ags.	21° 55'.0"	101° 58'.0"	2020	BS ₁ kw
38	Canelo	FP - 015	Rincón de Diego Martín, Salinas de Hgo, SLP.	22° 44'.0"	101° 43'.0"	2100	BS ₀ kw
39	Grullo	FP - 020	Maguquito, Jeréz, Zac.	22° 34'.1"	102° 51'.7"	2180	BS ₀ kw
40	Japonés	FP - 021	La Mesilla, Pinos, Zac.	22° 32'.6"	101° 31'.4"	2050	BS ₀ kw
41	Amarillo	FP - 026	Villa de Ramos, SLP.	22° 50'.0"	101° 55'.0"	2220	BS ₁ kw
42	Texano	FP - 005	Tacoaleche, Guadalupe, Zac.	22° 49'.4"	102° 24'.7"	2120	BS ₁ kw

Cuadro 1. Continuación...

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	No. de Colecta del CREZAS-CP	PROCEDENCIA	Latitud ⁽¹⁾ Norte	Longitud ⁽¹⁾ Oeste	Altitud ⁽¹⁾ msnm	Clima ⁽²⁾
43	Panza de Puerco	FB - 027	Charcas, SLP.	23° 07'.0"	101° 06'.0"	2057	BS ₀ kw(x')
44	Garambullo	FR - 009	Santa María del Río, SLP.	21° 48'.0"	100° 44'.0"	1710	BS ₀ hw
45	Tremes	FP - 056	Congregación, Villa de Santo Domingo, SLP.	23° 18'.0"	101° 42'.0"	2030	BS ₀ kw
46	Sangre de Toro	FP - 016	Palo Alto, Ags.	21° 55'.0"	101° 58'.0"	2020	BS ₁ kw
47	CAV - 14	FA - 001	Santa Rosa la Masita, Villa de Guadalupe, SLP.	23° 09'.3"	100° 34'.0"	1330	BS ₀ kw(x')
48	Cacahuato	FB - 020	La Tapona, Mexquitic, SLP.	22° 14'.0"	101° 13'.0"	2150	BS ₀ kw
49	Mantequilla	FP - 006	San Jerónimo, Guadalupe, Zac.	22° 39'.0"	102° 29'.6"	2270	BS ₁ kw

FUENTE: (1) Anónimo, 1981a; 1981b y 1981c. Nomenclator de Zacatecas, Nomenclator de Jalisco y Nomenclator de Aguascalientes. Anexo a síntesis geográfica para Zacatecas, Jalisco y Aguascalientes. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. SPP. México, D.F.; y

CetenaI. 1971. Cartas de uso del suelo y topográfica. 1er. ed. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Hojas F-13-B-47, F-14-A-31, F-14-A-43, F-14-A-45, F-14-A-51 y F-14-A-83. Esc. 1:50 000.

(2) Anónimo, 1981d. Carta de clima. En: Atlas Nacional del Medio Físico. Coordinación General del Sistema Nacional de Estadística, Geografía e Informática. SPP. México, D.F. Esc. 1: 1000 000.

* Material de referencia

Cuadro 2. Rendimiento de grano y algunas características agronómicas de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gamboa, Pánuco, Zac. 1982.

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	Rendimiento de grano (kg/ha)	Días a inicio (10%)	floración final (90%)	Días a madurez fisiológica	**Hábito de crecimiento	Altura de planta en madurez fisiológica (cm)	Número de plantas a la cosecha/7.1 m ²
12	Flor de Mayo	384.86	34	65	79	2	30.66	48
37	Rebocero	375.29	45	75	86	2	38.84	42
3	Bayo	373.36	38	65	82	2	29.33	46
44	Garambullo	372.46	41	72	82	3	32.13	36
33	Negro Castaño	371.41	48	79	92	2	37.88	38
30	Ojo de Liebre	369.14	34	65	75	2	25.00	44
31	Ojo de Liebre	363.19	38	69	75	2	26.84	46
15	Flor de Mayo	356.22	45	75	86	2	35.17	40
13	Flor de Mayo	343.14	41	72	82	2	33.67	48
10	Frijola	341.27	34	72	75	2	22.67	41
45	Trenas	340.39	41	65	75	2	26.21	42
16	Flor de Junio	339.69	41	65	82	2	26.17	48
9	Bayo Blanco	339.30	38	72	82	2	32.00	36
19	Apetito	339.13	41	68	82	2	35.70	50
29	Blanco Bolita	336.98	48	79	89	1	13.23	46
17	Rosa de Castilla	335.94	45	79	89	3	41.90	47
2	Bayo Gordo	333.00	41	68	86	2	29.67	46
23	Bayo Rfo Grande	323.25	40	75	89	2	27.50	44
6	Bayo	322.63	41	68	82	2	33.09	50

Cuadro 2. Continuación...

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	Rendimiento de grano (kg/ha)	Días a floración inicio (10%)	Días a floración final (90%)	Días a madurez fisiológica	**Hábito de crecimiento	Altura de planta en madurez fisiológica (cm)	Número de plantas a la cosecha/7.1 m ²
24	Canaria	322.54	38	65	82	3	34.42	45
5	Bayo Rata	316.68	41	72	82	2	28.31	48
20	Pastilla	316.63	41	65	82	3	37.75	47
21	Apetito	311.14	41	68	82	2	37.25	47
22	*Bayo Rfo Grande	310.88	41	82	89	2	22.42	43
14	Flor de Mayo	310.27	48	75	82	2	35.00	45
34	Negro...	309.34	45	82	89	2	28.33	47
36	Morado	305.62	48	72	89	2	27.64	46
38	Canelo	303.69	48	72	89	2	22.50	48
26	Alubia	301.25	45	75	89	2	30.00	47
35	Negro San Luis	298.48	41	82	89	2	30.96	43
47	CAV - 14	298.07	45	65	86	2	24.81	44
8	Bayo Bolita	296.37	41	65	82	2	27.38	47
7	Bayo Tomas	285.34	38	68	82	2	30.67	45
42	Texano	278.84	34	65	75	2	22.71	47
40	Japonés	277.24	45	68	86	2	36.00	43
11	Flor de Mayo	274.66	41	68	82	3	32.09	41
32	Ojo de Liebre	269.74	48	75	89	2	31.71	40
25	Canario	266.75	45	72	89	2	23.50	49
1	*Bayo Zacatecas	260.37	41	72	82	2	31.42	48

Cuadro 2. Continuación...

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	Rendimiento de grano (kg/ha)	Días a floración inicio (10%)	Días a floración final (90%)	Días a madurez fisiológica	**Hábito de crecimiento	Altura de planta en madurez fisiológica (cm)	Número de plantas a la cosecha/7.1 m ²
18	Pastilla	251.80	48	75	89	2	34.00	43
39	Grullo	251.69	41	65	82	2	32.79	47
4	Bayo Duranguense	242.20	41	68	82	2	27.71	47
27	Becerrito	241.26	48	68	89	2	26.33	45
41	Amarillo	239.57	48	72	89	2	29.29	45
43	Panza de Puerco	237.98	48	68	89	2	23.00	38
28	Hanzanilla	270.90	48	72	89	2	19.50	47
49	Mantequilla	175.28	34	75	75	1	20.17	44
48	Cacahuate	170.49	41	72	82	2	24.42	43
46	Sangre de Toro	74.58	34	65	75	1	15.04	35
	Media	299.60	42.20	70.93	83.83	2	29.08	44
	C.V. (%)	10.89	4.00	3.91	2.39	12.58	9.89	6.54

* Material de referencia

** Hábito de crecimiento

1= Determinado (de mata)

2= Indeterminado, guía corta arbustivo

3= Indeterminado, guía corta postrado

Cuadro 3. Rendimiento de grano por hectárea y sus componentes de los 49 genotipos de frijol sembrados bajo temporal en planicies, en Pozo de Gándola, Pánuco, Zac. 1982.

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	Rendimiento de grano (kg/ha)	Rendimiento de grano/planta (gramos)	No. de vainas por planta	No. de granos por planta	No. de granos por vaina	Peso del pericarpio por planta (gramos)	Peso de 100 granos (gramos)
12	Flor de Mayo	384.86	7.1	5.3	15.8	3.1	1.6	33.86
37	Rebocero	375.29	6.3	6.0	14.3	2.4	1.6	39.04
3	Bayo	373.36	5.2	4.9	12.4	2.6	1.0	34.45
44	Garambullo	372.46	7.6	9.8	32.5	3.4	2.2	20.04
33	Negro Castaño	371.41	5.9	6.2	17.7	2.9	1.1	32.86
30	Ojo de Liebre	369.14	5.0	4.9	16.3	3.4	1.3	19.42
31	Ojo de Liebre	363.19	4.5	5.3	13.1	2.6	1.3	28.97
15	Flor de Mayo	356.22	7.0	7.5	28.95	3.9	2.0	21.79
13	Flor de Mayo	343.14	5.8	6.3	21.7	3.5	1.9	25.67
10	Frijola	341.27	6.2	4.2	10.9	2.7	1.7	43.66
45	Tremes	340.39	4.4	5.6	17.8	3.3	1.2	22.44
16	Flor de Junco	339.69	4.9	6.0	14.7	2.5	1.6	28.72
9	Bayo Blanco	339.30	7.4	6.9	17.6	2.6	2.0	34.09
19	Apetito	339.13	6.4	7.3	20.9	2.9	1.7	27.68
29	Bianco Bolita	336.98	4.9	6.3	24.9	4.0	3.3	18.92
17	Rosa de Castilla	335.94	4.7	3.3	8.2	2.6	2.0	38.22
2	Bayo Gordo	333.00	4.8	5.2	11.2	2.2	1.3	33.41
23	Bayo Río Grande	323.25	4.6	6.5	19.7	3.0	1.2	20.13

Cuadro 3. Continuación...

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	Rendimiento de grano (kg/ha)	Rendimiento de grano/planta (gramos)	No. de vainas por planta	No. de granos por planta	No. de granos por vaina	Peso del pericarpio por planta (gramos)	Peso de 100 granos (gramos)
6	Bayo	322.63	3.9	5.1	13.2	2.5	3.4	35.83
24	Canaria	322.54	3.6	5.6	12.9	2.5	1.4	25.08
5	Bayo Rata	316.68	5.7	6.6	14.5	2.2	1.4	34.54
20	Pastilla	316.63	5.5	6.1	17.2	2.8	1.3	29.27
21	Apelito	311.14	5.3	6.4	16.1	2.6	1.5	27.39
22	*Bayo Rio Grande	310.00	5.0	6.4	21.4	3.4	1.1	20.93
14	Flor de Mayo	310.27	6.8	7.5	25.6	3.4	1.9	23.72
34	Negro	309.34	5.1	8.4	23.6	2.9	1.4	30.03
36	Morado	305.62	4.2	4.6	9.8	2.1	1.0	28.23
38	Canelo	303.69	4.4	5.7	10.3	1.9	1.3	37.32
26	Alubia	301.25	4.7	6.7	23.0	3.5	1.3	18.05
35	Negro San Luis	298.48	5.4	5.9	17.8	4.2	2.5	18.05
47	CAV - 14	298.07	4.9	4.9	11.8	2.5	1.5	37.46
8	Bayo Bolita	296.37	5.3	4.6	13.1	2.9	1.3	33.57
7	Uayo Tremes	285.84	6.3	6.7	17.4	2.6	1.6	30.73
42	Texano	270.04	4.9	4.9	16.0	3.4	1.4	27.84
40	Japonés	277.24	4.9	4.0	13.1	2.3	1.3	44.33
11	Flor de Mayo	274.66	7.1	7.0	20.1	3.0	1.9	24.82
32	Ojo de Liebre	269.74	7.1	6.5	20.2	3.1	2.0	28.18

Cuadro 3. Continuación...

No. de tratamiento	NOMBRE DEL GENOTIPO	Rendimiento de grano (kg/ha)	Rendimiento de grano/planta (gramos)	No. de vainas por planta	No. de granos por planta	No. de granos por vaina	Peso del pericarpio por planta (gramos)	Peso de 100 granos (gramos)
25	Canario	266.75	5.4	7.2	18.0	2.7	1.5	21.38
1	*Bayo Zacatecas	260.37	5.1	5.4	10.1	1.8	1.4	34.24
18	Pastilla	251.80	6.1	5.7	16.0	2.8	1.5	35.12
39	Grullo	251.69	5.3	4.5	10.4	2.4	1.4	35.62
4	Bayo Duranguense	242.20	6.2	4.9	15.8	3.3	1.7	34.78
27	Becerrito	241.26	9.0	4.8	12.5	2.7	1.0	22.92
41	Amarillo	239.57	4.1	4.8	10.0	2.1	1.4	39.10
43	Panza de Puerco	237.98	5.5	6.2	13.8	2.1	2.2	37.82
28	Henzenilla	220.90	3.7	7.5	15.9	2.2	2.3	20.44
49	Hantequilla	175.28	3.5	4.0	12.7	3.2	1.3	26.61
48	Cacahuete	170.49	5.3	4.4	15.0	3.4	1.6	31.06
46	Sangre de Toro	74.58	2.7	2.9	6.4	2.2	1.5	36.60
	Media	299.60	5.4	5.8	16.2	2.9	1.7	29.68

* Material de referencia