

870132

2
39

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA



TESIS CON
FALLA DE COCEN

ESTUDIO DE POBLACIONES F3 EN FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.),
PARA SELECCION POR POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN
GENERACIONES TEMPRANAS

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA AREA
AGROECOSISTEMAS
P R E S E N T A
CARLO ALBERTO FRATINI CHACIN
GUADALAJARA, JAL., 1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pág.	
Lista de cuadros	i	
Lista de figuras	ii	
CAPITULOS		
I	Introducción	1
II	Objetivos e Hipótesis	4
III	Literatura revisada	5
	Origen y taxonomía	5
	Mejoramiento por componentes de rendimiento	6
	Arquitectura y sus relaciones fisiológicas	9
	Aptitud combinatoria	11
	Heredabilidad	17
	Rendimiento per. se.	19
IV	Materiales y métodos	22
	Localidad de la prueba	22
	Material genético	22
	Diseño experimental	24
	Preparación del terreno	24
	Fertilización	26
	Labores culturales	26
	Variables evaluadas	26
V	Resultados	28
	Análisis general	28
	Comparación entre los padres	30

	Comparación entre las cruzas	31
VI	Discusión	36
	Análisis general	36
	Comparación entre los padres	37
	Comparación entre las cruzas	37
VII	Conclusiones	40
	Resumen	41
VIII	Recomendaciones	43
IX	Bibliografía	44

LISTA DE CUADROS

	Pág.
CUADRO No. 1.- Clasificación taxonomica del frijol común <u>Phaseolus vulgaris</u> L.	6
CUADRO No. 2.- Analisis de varianza general y aptitud combinatoria para diferentes características agronómicas en frijol.	29
CUADRO No. 3.- Concentración de medias de las características agronómicas de seis progenitores en frijol.	32
CUADRO No. 4.- Concentración de medias de las características agronómicas de híbridos en frijol.	34
CUADRO No. 4.- Continuación.	35

LISTA DE FIGURAS

Pág.

FIGURA No. 1.- Distribución del diseño experimental en bloques al azar con 3 repeticiones y 21 tratamientos.

25

SUMMARY

The present investigation was performed in experimental fields of the El Fuerte Valley, situated in the 160^o Km of the international Mexico - Nogales highway, facing the settlement of Juan Jose Rios, municipality of Guasave, Sinaloa.

The purpose was to specify the possibilities of yield employment per se. as a index of selection early lineale just as the grace of yield association with certain morfologic types in beans (Phaseolus vulgaris L).

It used a test with a distribution in random blocks and there repetitions, made of 21 treatments.

The useful field was with furrows of six meters long with 70 centimeters of separation. We qualify six progenitors and their 15 direct crosses, native of the warm region with Mexico's dry winter, belonging to the Sinaloa state.

The results of the stadistical analysis suggest us significant differences as well as between progenitors and between hybrid, being the best treatment Black Nayarit (Negro Nayarit), Sulphureous 200 x Canary 72, Sulphureos Pimono 78, Black Nayarit x Black Sinaloa and Canary 72; whose differences was manifest when the average appearance was made in accordance with the Duncan test.

We find significant differences for general combining attitud (ACG spanish abbreviation by initials) and specific (ACE spanish abbreviation

by initials) in the types, number of pods for plant, weight of 100 seeds and yield in Kilogram/hectare.

We can conclude that in the treatments qualified we discern with accuracy that an interaction exist between the yield in Kilogram/hectare and the number of pods for plant and the weight of 100 seeds.

The entirely analysis of the results show us that is feasible to select by yield per. se. in the case that the progenitors must be the components of pods for plant and weight of 100 seeds.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común es uno de los más importantes debido a su amplia distribución en los 5 Continentes y por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia principalmente en Centro y Suramérica.

México es el centro de origen del frijol (Phaseolus vulgaris L.) y entre las especies cultivadas del género Phaseolus destaca el frijol común considerandose como uno de los cultivos más importantes en razón de la superficie dedicada a su producción, la cantidad de grano que se consume y por la actividad económica que genera. En la actualidad ocupa el segundo lugar en la dieta del pueblo Mexicano y es su principal fuente de proteína, en especial en el medio rural, teniendo un consumo anual de 19 Kg per cápita.

Este cultivo se practica en todas las entidades federativas, desde el nivel del mar hasta alturas superiores a los 2,000 m.s.n.m., sin embargo, existen regiones que destacan por la superficie cultivada o por la cantidad de grano que aportan al consumo nacional, tal es el caso de los estados de Zacatecas, Durango, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Tamaulipas. Según Lépez (1960) el 37.3 por ciento de la superficie total se cultiva bajo condiciones de temporal y el resto (12.2 por ciento) bajo condiciones de riego, con rendimientos promedios de 580 y 980 Kg/ha, respectivamente.

Los rendimientos de frijol en América Latina, en general, son muy

bajos; por ejemplo Brasil (FAO 1976) y México (López 1977), son países productores de frijol con un área de producción de 4.1 y 1.8 millones de hectáreas respectivamente y con rendimientos menores de 700 Kg/ha.

El aumento de la producción de frijol en los años recientes se debe principalmente al desarrollo de variedades con alto rendimiento y al mejoramiento de prácticas agronómicas y por otro lado, al incremento de la superficie cultivada.

La formación de variedades con alto potencial de rendimiento a través de mejoramiento genético, generalmente han sido identificadas por los métodos de selección, introducción, hibridación, selección individual, masal y pedigree entre otros.

Es importante tener en cuenta que son muchos los factores que condicionan el rendimiento. Por ello, la evaluación tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realiza el ensayo, el manejo agronómico y el hábito de crecimiento del material.

El frijol se cultiva básicamente para obtener su grano y el rendimiento de ésta leguminosa es el producto de multiplicar los componentes de rendimiento tales como vainas por planta, semillas por vaina y peso de 100 semillas. El rendimiento es un carácter muy complejo controlado por los genes del núcleo y del citoplasma con una cadena de eventos inter-relacionados de diferentes funciones fisiológicas y bioquímicas y con interacciones del medio ambiente.

A pesar de las investigaciones y el avance que se ha obtenido con la formación de nuevos cultivares y de las retribuciones que se han

obtenido con su utilización, es necesario e indispensable mejorar en lo posible la capacidad de rendimiento de la planta, lo cual se persigue a través de la incorporación de mejores características fenotípicas, fisiológicas y fitopatológicas en la misma, por lo cual en cada ciclo se realiza un número determinado de cruzamientos para buscar aquellos materiales que aporten las mejores características, ésto con el fin de uniformizar materiales con mayores posibilidades.

CAPITULO II

OBJETIVOS

La presente investigación se realizó con los objetivos siguientes:

1.- Cuantificar y determinar las posibilidades del empleo del rendimiento per.se., como índice de selección en generaciones tempranas para incrementar el potencial de rendimiento en frijol.

2.- Determinar el grado de asociación del rendimiento con ciertos caracteres morfológicos.

HIPOTESIS

H₀.- No hay diferencia entre materiales seleccionados por rendimiento en generaciones tempranas.

H_a.- Es factible seleccionar materiales por altos rendimientos en generaciones tempranas.

CAPITULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Taxonomía.

Debouck e Hidalgo (1985) indican que dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común es una de las más importantes debido a su amplia distribución en los 5 continentes y por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia, principalmente en Centro y Suramérica. También mencionan que México ha sido aceptado como el más probable centro de origen, o al menos, como el centro de diversificación primaria.

Miranda (1977) al considerar los sitios arqueológicos donde se ha encontrado frijol y en base a la variabilidad genética de la especie, tanto en forma silvestre como cultivadas, señala que el frijol común es originario de América y que su centro de diversificación primaria es el área de México-Guatemala donde muy probablemente se localiza su centro de origen.

Lépez (1983) y Debouck e Hidalgo (1985) describen desde el punto de vista taxonómico al frijol común nominado por Lineo en 1753 como Phaseolus vulgaris pertenece al orden Rosales, a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, a la tribu Phaseoleae y a la subtribu Phaseolineae. (Cuadro 1).

Lépez (1983) menciona que de las especies cultivadas del género Phaseolus: P.vulgaris L., P.coccineus L., P.lunatus L. y P.acutifolius

Gray. *P. vulgaris* es la de mayor importancia agronómica y económica; se cultiva en todos los estados del país desde el nivel del mar hasta los 2,400 m.s.n.m. y ocupa alrededor del 95% de la superficie dedicada a frijol en México.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del frijol común *Phaseolus vulgaris* L. Lépez (1983).

Orden	Rosales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Phaseoleae
Subtribu	Phaseolineae
Género	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

Mejoramiento por componentes de rendimiento.

Aplicados de la forma más sencilla, es posible imaginar que simplemente por entrecruzar materiales con diferentes niveles de componentes de rendimiento y luego seleccionar recombinantes que muestren valores altos de varios componentes, necesariamente darán mayores rendimientos. Esta estrategia asume que cada componente tiene un control genético completamente independiente. Desafortunadamente, tal como señaló

Adams (1967), los componentes muestran una fuerte interacción de tal manera que un aumento en un componente tiende a ser asociado con reducciones en otro. Adams llamó este fenómeno "compensación de componentes de rendimiento", y notó que su presencia sugiere que exista competencia para recursos limitados dentro de la planta.

Buttery y Buzzell (1972) señalan que la búsqueda de altos rendimientos ha estimulado el interés por los factores fisiológicos que contribuyen a éstos.

Para aumentar el rendimiento en frijol se ha sugerido identificar los factores limitantes en condiciones favorables y determinar las características relacionadas con productividad (Tanaka y Fujita, 1979; Charles-Edwards, 1982), así como la combinación más apropiada de variedad, ambiente y prácticas agronómicas (Yoshida, 1972); simultáneamente deben considerarse factores genéticos, fisiológicos y ambientales capaces de influenciar la producción (Wallace y Munger, 1966; Charles-Edwards, 1982).

Yoshida (1972) señala que para lograr mayores rendimientos debe estudiarse el crecimiento vegetativo, la formación de órganos de almacenamiento y el llenado de grano. Por su parte Pozy (1978) considera, con éste mismo fin, el estudio del ciclo vegetativo, la arquitectura de la planta y el Área foliar.

Mendoza y Ortiz (1973) puntualizan que el rendimiento de semilla no debe ser el principal criterio de selección; se deben introducir criterios de eficiencia para la producción de semilla.

Nienhaus y Singh (1986) anotan que el diseño de procedimientos efectivos de selección para incrementar simultáneamente el rendimiento y el tamaño del grano depende del conocimiento de la herencia del rendimiento y sus componentes.

Muchos han sido los trabajos que se han realizado para el mejoramiento por componentes de rendimiento en frijol, sin embargo, de los 25 caracteres que son necesario evaluar, (Josh y Merira 1983) para poder hacer una caracterización de materiales, aparentemente, el número de semillas por vaina (Herarth y Eaton 1981) es el componente principal por el mejoramiento de este caracter, aunque algúnos otros autores tales como Conti 1985, Josh y Merira 1983, Salinas 1987 y Mutwakil 1978, mencionan que además de número de semilla/vaina, el peso de las semillas (100 semillas) ó peso específico es el caracter de mayor importancia de los componentes, con ellos también concuerdan Salih 1982 mencionando que éstos caracteres a su vez son influenciados drásticamente por fecha de siembra. Ahora bién de los 25 caracteres como necesarios para caracterizar una variedad hay caracteres como el hábito de crecimiento, el cual está influyendo la respuesta de éste rendimiento (Adams 1986, Adams 1982, Adams y Taylor 1980, Adams 1973, Agro y Wood 1982 y Kelly 1984). Ahora bién, de acuerdo a éste último caracter (hábito de crecimiento), está muy íntimamente relacionado en su expresión en cuanto al peso de las 100 semillas y su asociación con el hábito (Singh y Gutierrez, 1982), por lo cual se ha observado que consistentemente el rendimiento del frijol arbustivo (hábito I), de semilla grande es de menor rendimiento que las semillas pequeñas de hábito II (CIAT 1983), además, ambos están muy correlacionados con el número de entrenudos, tipo

de ramificación, tamaño de la vaina, entre los principales caracteres (Singh 1982) de hábito de crecimiento, se encuentra altamente influenciado por el medio y en especial por la luz y temperatura, por lo cual un hábito voluble puede cambiar a condiciones de crecimiento erecto arbustivo bajo condiciones contrastantes en estos factores (Bagba, 1985).

El mejoramiento por componentes de rendimiento ha tenido éxito, sin embargo, existen factores que regulan el comportamiento de la planta, tal como lo describió Adams 1973, el cual menciona que existe un efecto compensatorio entre los caracteres número de semilla/vaina, peso de 100 semillas, número de vainas/planta y número de entrenudos. Lo cual está determinando el grupo de variedades de frijol, por características bien definidas en su relación a hábito, ciclo de madurez, días de floración, entre los principales (Salinas y col. 1984).

Arquitectura y sus relaciones fisiológicas.

Se denomina arquitectura al estudio de los caracteres morfofisiológicos que regulan la expresión de la planta a través de un hábito de crecimiento determinado para mejorar la distribución, cantidad de sus vainas, así como su ciclo vegetativo y su relación con un sistema de producción, para lo cual Donald (1963), menciona que el mejoramiento genético de ideotipos hace pensar que el fitomejorador conciba una serie de características arquitectónicas morfológicas en una planta de un cultivo determinado bajo condiciones agroecológicas determinadas de lo cual esperaría se produjeran los máximos rendimientos, por lo cual el ideotipo es un ejemplo de planta idealizada que no existe

inicialmente, excepto en la mente del mejorador, sin embargo, para conocer dicho ideotipo es necesario conocer las relaciones morfofisiológicas del rendimiento. Adams (1982), tratando de identificar como objetivos arquitectónicos un diseño de plantas con una cubierta de hojas tallo capaz de interceptar toda la luz incidente activa y transmitiendo la radiación fotosintéticamente activa a través de la planta; dicha cubierta que contaría con sitio de almacenamiento, hojas, entrenudos, racimos axilares tanto como fuere posible y factible y que el ajuste de la relación del sitio del almacenamiento a la fuente para maximizar, el número de semillas/vaina y número de vainas/planta, así como el tamaño individual de la semilla en relación con el tamaño foliar, de tal manera que intercepte suficiente luz para lograr alta tasa de fotosíntesis sin cubrir severamente las hojas más bajas en la planta o el perfil de la planta.

La arquitectura en sí no garantiza un alto rendimiento, las características morfo-arquitectónicas deben estar asociadas sin que ocurran fuertes relaciones adversas con el rendimiento.

Algunos autores, entre ellos, Chaderi:Adams (1980), Coyne y Steadman (1977) y Adams (1973), indican que existen relaciones de las características morfológicas-arquitectónicas, que deben considerarse en un ideotipo de alto rendimiento como son:

- a) Tasa de crecimiento de la semilla.
- b) Periodo más largo para el llenado efectivo.
- c) Biomasa al comienzo del llenado de semilla.
- d) Alto coeficiente de distribución e índice de cosecha.

En el cual se pretende seguir los siguientes objetivos:

- a) Identificar líneas con alto potencial de rendimiento.
- b) Aceptable arquitectura de la planta.
- c) Con calidad de madurez en la semilla.

Sin embargo, otros autores (Salinas 1984) además de las características antes mencionadas, es necesario incluir los objetivos; la madurez uniforme, con vaina indehiscente y de ciclo intermedio cuando mucho de 100-105 días.

Para obtener éstos objetivos varias han sido las estrategias como incorporarlas en hábito I plantas con 10 o más nudos en el tallo principal (Singh 1982), sin embargo, se han encontrado variaciones muy fuertes en el número de entrenudos e inclusive en el hábito de crecimiento (por influencias del medio) (Bagba 1985), éstas características morfológicas han sido estudiadas así, como su máxima variación como componente de hábito de crecimiento, observando el número de ramas y número y longitud de entrenudos que son los más variables e inclusive aún dentro del mismo hábito de crecimiento se ha observado variación considerable en el rendimiento y los componentes de arquitectura.

Aptitud combinatoria.

En el mejoramiento moderno de plantas, es importante el conocimiento relativo de los materiales usados como progenitores en un programa de hibridación, ya que se conoce que algunos progenitores combinan bien con muchos otros en la producción de progenies híbridas de alta producción;

otros combinan bien con otros pocos o ninguna. De acuerdo a esto, al estudiar y conocer la aptitud combinatoria de los progenitores el mejorador logra una mayor eficiencia en su programa de mejoramiento.

Sprague y Tatum (1942) definieron la aptitud combinatoria general (ACG) como el comportamiento promedio o general de una línea en una serie de cruza y a la aptitud combinatoria específica (ACE) como el comportamiento de las combinaciones específicas de líneas en relación al comportamiento promedio de las líneas que la forman.

Hayman (1960) hace una observación a los conceptos de Griffing y señala que en presencia de aptitud combinatoria específica, la aptitud combinatoria general puede ser enmascarada por dominancia o epistasis, o bien por ambos, pero con los efectos génicos aditivos. Además Hayman (1960) y Jinks (1954) indican que los objetivos básicos en un ensayo de cruza dialélicas son los de seleccionar progenitores. Indican a la vez que la variación entre las medias en términos de componentes de varianza son solamente descriptivas de un conjunto particular de líneas progenitoras.

Kemphorne (1956) en cambio dice que bajo circunstancias especiales, particularmente en ausencia de epistasis, las tablas dialélicas dan información acerca de las propiedades intrínsecas de la población, dejando ver la importancia que tienen los análisis dialélicos para proporcionar información sobre la población en particular.

Griffing (1956) denomina experimentos dialélicos a aquellos que ensayen un conjunto de cruza dialélicas. Se elige un grupo de n líneas

progenitoras para realizar un máximo de n^2 cruzas posibles que son subdivididas en tres grupos:

- 1) n autofecundaciones.
- 2) grupo de $n(n-1)/2$ F1.
- 3) $n(n-1)/2$ cruzas recíprocas de las F1.

El mismo investigador propone cuatro métodos de análisis para cruzas dialélicas dependiendo de los genotipos que sean incluidos.

1. Incluye progenitoras, cruzas directas y recíprocas, es decir n^2 combinaciones.

2. Incluye progenitoras y cruzas directas, resultando $1/2 n(n+1)$ combinaciones.

3. Incluye cruzas directas y recíprocas, es decir $n(n-1)$ combinaciones.

4. Incluye sólo cruzas directas, o sea, $1/2 n(n-1)$ combinaciones.

Cada método contiene su análisis que está basado en un modelo fijo o aleatorio, para estimaciones de esperanzas de cuadrados medios, fórmulas para calcular los efectos de aptitud combinatoria general y específica, así como la varianza de dichos efectos.

Gilbert (1958) describe el análisis dialélico como una forma para determinar los efectos aditivos principales de los progenitores y sus interacciones en los cruzamientos individuales, denominando componente genético aditivo a la aptitud combinatoria general y componente genético no aditivo a la aptitud combinatoria específica. Interacción en éste caso es usada como indicador de desviación de aditividad. Este mismo

investigador hace un análisis de todas las evidencias disponibles en varias especies, concluyendo que el valor de los cruzamientos dialélicos en mejoramiento no debería ser excesivo, ya que la información ganada en ellos es sólo un poco más que la obtenida de los padres mismos.

Hoegenmeyer y Hallauer (1976) indican que en un programa de mejoramiento, cuya finalidad es la formación de híbridos, la aptitud combinatoria específica debe ser más importante, ya que se pueden explotar más a los efectos no aditivos, como dominancia y epistasis, ya que la varianza de la aptitud combinatoria general indica la porción de la varianza genética debida a los efectos aditivos de los genes. Mientras que la varianza de la aptitud combinatoria específica indica la porción de la varianza genética que puede ser debida a desviaciones de dominancia.

Yap y Harvey (1971) mencionan que el uso de los dialélicos han sido aplicados en muchas especies de importancia económica, con diferentes propósitos y resultados variables; de algunos efectuados en cebada, concluyen que gran parte de la varianza genética total para rendimiento y otros caracteres agronómicos, está asociada con la ACG, indicando que la acción génica aditiva es más importante que la no aditiva para tal carácter.

Dickson (1967) en un análisis dialélico, reporta que la varianza genética no aditiva fué predominante para número de semillas por planta, número de semillas en las mejores cinco vainas, longitud de vainas, número de vainas por planta y días a floración y la varianza aditiva lo fué para altura de planta y anchura de vaina.

Singh y Jain (1971) al estudiar cruces dialélicas de cinco variedades de Phaseolus mungo estimaron la habilidad combinatoria y acción génica para rendimiento de grano, granos por vaina y vainas por planta. Indican que tanto los efectos de aptitud combinatoria general y específica fueron significativos e importantes para las tres características, y observaron dominancia parcial para rendimiento de grano y dominancia parcial o sobredominancia para granos por vaina y vaina por planta. También mencionan que genes dominantes parecen gobernar la herencia de los tres caracteres. El análisis de los componentes de varianza indica que las tres características son influenciadas por la acción génica aditiva y no aditiva.

Nienhuis y Singh (1966) estudiaron aptitud combinatoria y relaciones entre rendimiento, sus componentes y características de arquitectura de planta en frijol y mencionan que la ACG fué más importante que la ACE para rendimiento y sus componentes tanto en los análisis de la F1 como en la F2. Dicen que los progenitores de hábito determinado tienden a tener efectos positivos de ACG para ramas por planta y efectos negativos para los restantes caracteres de arquitectura y lo contrario ocurre en los progenitores de hábito indeterminado.

Gritton (1975) al estudiar aptitud combinatoria en chícharo, menciona que la aptitud combinatoria general y específica fueron importantes para días a floración, altura de la planta, vainas por planta, granos por vaina, granos por planta, peso de semilla y rendimiento.

Weber et al. (1970) en un estudio de rendimiento y aptitud

combinatoria en soya, detectaron efectos de aptitud combinatoria general y específica significativos para rendimiento, fecha de madurez, altura de la planta y contenido de aceite, sin embargo, las estimaciones de aptitud combinatoria general fueron de dos a seis veces más grandes que los efectos de aptitud combinatoria específica, excepto para el contenido de aceite.

Paschal y Wilcox (1975) al realizar estudios sobre aptitud combinatoria de germoplasma exótico en soya detectaron diferencias significativas de los efectos de ACG para rendimiento y sus componentes así como para días a madurez y altura, indicando la importancia de la varianza genética aditiva. Mientras que solo altura, madurez y tamaño de semilla fueron significativos para ACE. Sin embargo, una mayor proporción de la varianza genética total para éstas características fué asociada con la ACG.

Leffel y Weiss (1958) estudiaron las cruza dialélicas entre 10 variedades de soya y mencionan que tanto la varianza de la aptitud combinatoria general y específica fueron igualmente importantes para las características de rendimiento, días a floración, contenido de aceite de semillas y calidad de la semilla. Sin embargo, la varianza de ACG fué mucho mayor que la varianza de ACE para madurez y tamaño de semilla.

Rodriguez y col. (1987) en un análisis dialélico entre seis variedades de frijol común determinaron que el carácter rendimiento se asoció con el número de vainas por planta, peso seco total y altura de la planta y que la aptitud combinatoria general para los tres principales componentes del rendimiento manifestaban diferencias estadísticas; a su

vez se demostró que existe una acción de genes aditivos para la mayoría de las características estudiadas.

Heredabilidad.

El conocimiento de la heredabilidad (h^2) es de gran importancia en el mejoramiento de plantas para determinar qué método de mejoramiento es mejor utilizar. La estabilidad de una población en cuanto a la expresión de un carácter está determinado por factores genéticos y ambientales para valorar en qué medida influye cada factor, se recurre al cálculo del parámetro de heredabilidad.

Falconer (1970) define como heredabilidad como el cociente de la variancia aditiva sobre la variancia fenotípica y que la función más importante de la heredabilidad es su papel predictivo, que expresa la confiabilidad del valor fenotípico como indicador del valor reproductivo que es el que determina su influencia en las siguientes generaciones. El éxito en cambiar las características de la población puede ser predecible solo a partir del conocimiento del grado de correspondencia entre los valores fenotípicos y los reproductivos que es medido a través de la heredabilidad.

Dudley y Moll (1969) definieron la heredabilidad en sentido amplio como la relación entre la variancia genética total y la variancia fenotípica, la heredabilidad en sentido estrecho, como la relación entre la variancia aditiva y la variancia fenotípica.

Brauer (1983) señala a la heredabilidad como el cociente entre la variación hereditaria y la variancia total y también como la estimación de

la influencia que tienen los genes aditivos en la determinación de los caracteres cuantitativos.

Strickberger (1978) indica que la heredabilidad puede variar en distintos caracteres del mismo organismo y para el mismo carácter en organismos distintos.

Singh (1986) menciona que en frijol el número de nudos y de hojas, altura de la planta y la longitud de entrenudos presentan asociación positiva con el número de vainas y semilla, y consecuentemente con el rendimiento, y que debido a su alta heredabilidad y facilidad de selección, muchas veces se ha sugerido utilizar caracteres morfológicos como criterio de selección indirectos.

Rocha (1984) al calcular varianzas fenotípicas y genotípicas en diferentes caracteres del frijol en varias localidades, detectó que la heredabilidad difiere de acuerdo a la localidad. Las características que mostraron mayor heredabilidad fueron: días a floración, altura de planta, anchura de vaina y peso de 100 semillas, indicando que la selección para éstos caracteres será más efectiva que para los caracteres con baja heredabilidad.

Chung y Stevenson (1973) detectaron valores bajos de heredabilidad para días a floración, número de vainas y rendimiento y valores altos para peso de 100 semillas. Sarafi (1978) menciona que los valores de heredabilidad en sentido estricto para los componentes del rendimiento evaluados en poblaciones F2 y F3 fueron del 29 por ciento para vainas por planta, 38 y 42 por ciento para semillas por vaina y para peso de 100

semillas de 33 y 37 por ciento, respectivamente.

Rendimiento per. se.

En el presente capítulo se pretende describir las características y componentes de rendimiento de las variedades en estudio así como el rendimiento expresado bajo condiciones de campo tanto a nivel experimental como a nivel semi-comercial y comercial. Es importante hacer notar que la diferencia que existe entre el rendimiento experimental y comercial de éstos cultivares representa la brecha generacional de la tecnología creada y cuya diferencia puede deberse exclusivamente a manejo, por lo cual en el presente tema nos suscribiremos a describir los caracteres morfofisiológicos que repercuten en el rendimiento.

Azufrado Pimono 7S.

Cultivar que presenta hábito de crecimiento de mata, con 30 centímetros de altura a madurez; es de flores blancas con leves tintes violáceos y aparecen a los 40 días después de la siembra, forma un promedio de 19 vainas por planta, que producen 4.2 semillas por vaina. Su ciclo de madurez es de 110 días (intermedio) y el rendimiento medio varía de 2.2 a 2.6 toneladas por hectárea. Es tolerante al chahuixtle y a mosaico y por su hábito de crecimiento escapa al ataque del moho blanco. Salinas y col. (1993).

Azufrado Regional.

Variedad de hábito de crecimiento indeterminado con guía corta

postrado, sus flores son blancas y aparecen a los 45 días después de la siembra, su ciclo vegetativo es de 115 días, produce en promedio 12 vainas por planta, el peso de 100 semillas es de 23 gr., su grano es amarillo tipo azufrado y rinde 1.23 toneladas por hectárea. Lépez y col.(1983).

Azufrado 200.

Con el propósito de mejorar el hábito de crecimiento y la resistencia a chahuixtle, se formó esta variedad. Entre las características más importantes se considera su tolerancia al ataque del virus del mosaico dorado; también presenta el hábito de crecimiento determinado erecto, es de ciclo vegetativo precoz (110 días) con 22 centímetros de altura a madurez, las flores son blancas y aparecen a los 35 días después de la siembra, produce 20.5 vainas por planta en promedio, con 2.8 semillas por vaina; el rendimiento medio varía de 1.8 a 2.1 toneladas por hectárea. Lépez y col.(1983); Salinas y col.(1983).

Canario 72.

Planta de hábito de crecimiento de semigufa con 30 centímetros de altura madurez, produce flores blancas con tintes lila, inicia la floración aproximadamente a los 40 días después de la siembra; forma 16 vainas por planta que producen 4.2 semillas por vaina. Su ciclo de madurez es de 105 días, y el rendimiento medio varía de 2.0 a 2.4 toneladas por hectárea, es tolerante a roya y virosis. Salinas y col. (1983).

Negro Nayarit.

Esta variedad tiene hábito de crecimiento indeterminado erecto de guía corta, sus flores son moradas y aparecen a los 50 días después de la siembra, su ciclo vegetativo es de 110 días, produce en promedio 18 vainas por planta, el peso de 100 semillas es de 15 gr., su grano es de color negro opaco y rinde 2.35 toneladas por hectárea. Presenta resistencia al ataque de roya. Salinas y col.(1983).

Negro Sinaloa.

Dentro de sus principales características destaca su resistencia al desgrane y tolerancia al acame. Variedad de hábito de crecimiento indeterminado con guía corta postrado de follaje espeso, con altura a madurez de 54 centímetros; flores moradas a partir de los 42 días, forma 28 vainas por planta, con 4.8 semillas por vaina; el ciclo vegetativo es de 105 días. Su índice de rendimiento varía de 2.1 a 2.6 toneladas por hectárea. Es tolerante al chahuixtle y cenicilla y además tolera el desgrane pero tiende a acamarse. Lépiz y col.(1983); Salinas y col.(1983).

CAPITULO IV

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo en los terrenos del Campo Experimental Valle del Fuerte, localizado en el Km. 1609 de la carretera internacional México-Nogales frente al poblado denominado Juan José Ríos en el Estado de Sinaloa.

El clima en la región es seco y cálido con lluvia en verano, según Köppen; las temperaturas medias más bajas se registran durante los meses de Diciembre, Enero y Febrero, éstas van de los 3 a los 12 grados centígrados mientras las temperaturas más altas se registran durante el verano con temperaturas medias que van de 28 a 35 grados durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

A. Materiales.

Material Genético.

El material genético utilizado corresponde a seis genotipos que se recogieron como progenitores, por ser materiales sobresalientes en sus características agronómicas y a su vez con una amplia gama de variabilidad en: rendimiento, hábito de crecimiento, altura de planta, días a floración, a madurez fisiológica, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 semillas, tipo de grano, entre otras.

Los materiales evaluados son:

- 1.- Azufrado Pimono 78.

- 2.- Azufrado Regional.
- 3.- Azufrado 200.
- 4.- Canario 72.
- 5.- Negro Nayarit.
- 6.- Negro Sinaloa.

De dichos genotipos se realizaron el mayor número de cruzamientos en un solo sentido (directas) formandose las siguientes cruza en generación F3.

- 1.- Azufrado Pimono 78 x Azufrado Regional.
- 2.- Azufrado Pimono 78 x Azufrado 200.
- 3.- Azufrado Pimono 78 x Canario 72.
- 4.- Azufrado Pimono 78 x Negro Nayarit.
- 5.- Azufrado Pimono 78 x Negro Sinaloa.
- 6.- Azufrado Regional x Azufrado 200.
- 7.- Azufrado Regional x Canario 72.
- 8.- Azufrado Regional x Negro Nayarit.
- 9.- Azufrado Regional x Negro Sinaloa.
- 10.- Azufrado 200 x Canario 72.
- 11.- Azufrado 200 x Negro Nayarit.
- 12.- Azufrado 200 x Negro Sinaloa.
- 13.- Canario 72 x Negro Nayarit.
- 14.- Canario 72 x Negro Sinaloa.
- 15.- Negro Nayarit x Negro Sinaloa.

B. Métodos.

Con la semilla obtenida de los seis progenitores y sus 15 cruizas directas en generación F3 se estableció un experimento con 21 tratamientos, durante el ciclo Otoño-Invierno 1968-69 bajo condiciones de riego sembrándose el 24 de Octubre de 1968.

Diseño Experimental.

Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Cada parcela estuvo formada de tres surcos de seis metros de longitud, separadas entre sí a 0.70 m y como parcela útil se empleó el surco central. Figura 1.

Preparación del terreno y siembra.

Bajo las condiciones presentes (suelo de barrial con 60% de arcilla), se efectuó un trabajo de preparación del terreno normal, éste con un barbecho a una profundidad de 30 centímetros, rastreo cruzado para desmoronar los terrones, tablonéo siguiendo el método tradicional al sentido de la surquería, dicho trazo se efectuó a 70 centímetros entre surcos, realizándose la siembra en forma manual a chorrillo en el lomo del surco, procurando dejar un talud de 20-25 centímetros.

Se utilizó el herbicida (Treflón) en preemergencia e incorporado en la marca a razón de 2 litros por hectárea, para el control en la emergencia de zacates y malezas de hoja ancha. De acuerdo a los resultados obtenidos en los primeros 45 días del cultivo la aplicación fué efectiva.

Figura 1. Distribucion del diseño experimental en bloques al azar.

REP.1	REP.2	REP.3
5	13	14
7	21	4
1	12	8
10	16	6
11	3	15
9	18	19
2	5	3
18	14	17
6	1	12
16	20	2
3	6	7
20	8	11
12	19	16
14	11	20
21	9	5
8	2	1
17	15	10
15	10	21
4	4	9
19	17	18
13	7	13

Fertilización.

Se fertilizó en presiembra con voleadora. Se utilizó 175 kilogramos de urea al 46% y 90 kilogramos de superfosfato triple al 46% (80-40-00).

Labores culturales.

Se efectuaron las siguientes labores: barbecho, rastreo, riego de aniego, escarificación, cultivo y abierta de surco, y tres riegos de auxilio.

VARIABLES EVALUADAS.

Las características del desarrollo fenológico fueron evaluados en base al porcentaje de presencia en la parcela útil mientras que los componentes de rendimiento se evaluaron en base de 10 plantas tomadas al azar.

- 1.- Rendimiento. Peso en Kg/ha de la parcela útil al 10 por ciento de humedad.
- 2.- Número de vainas por planta. Promedio de vainas de las diez plantas.
- 3.- Número de semillas por vaina. Promedio de veinte vainas de las diez plantas tomadas al azar, evitando las primeras y las últimas vainas de cada planta.
- 4.- Peso de 100 semillas. Peso de 100 semillas tomadas al azar con el 10 por ciento de humedad.
- 5.- Peso seco total. Peso promedio de las diez plantas incluyendo el

grano.

6.- Índice de cosecha. Se obtiene dividiendo el rendimiento de grano por planta entre el peso seco total expresado en porcentaje.

7.- Número de entrenudos. El dato se toma sobre el tallo principal al finalizar la floración, considerando como primer nudo el de los cotiledones.

8.- Días a primera flor. Un cultivo inicia ésta etapa cuando el 50 por ciento de las plantas presentan la primera flor abierta.

9.- Días a última flor. Esta etapa se inicia cuando el 50 por ciento de las plantas manifiestan los últimos primordios florales.

10.- Días a madurez fisiológica. Esta etapa se caracteriza por la decoloración y secado de las vainas. Un cultivo inicia ésta etapa cuando la primera vaina inicia su decoloración y secado en el 50 por ciento de las plantas.

11.- Hábito de crecimiento. En la evaluación de ésta característica se consideran los cuatro hábitos descritos por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Tipo I, determinado arbustivo.

Tipo II, indeterminado arbustivo.

Tipo III, indeterminado postrado.

Tipo IV, indeterminado y trepador.

12.- Número de Plantas cosechadas por parcela útil.

CAPITULO V

RESULTADOS

En el presente capítulo pretendemos describir en tres partes los resultados a saber: a) Los resultados del análisis general (padres y combinaciones); b) la comparación entre los padres y c) la comparación entre las cruza de dichos progenitores.

En el análisis general (a) se estudiaron y analizaron 12 variables encontrándose que las características rendimiento en Kg/Ha, días a primera flor, a madurez fisiológica, peso de 100 semillas, vainas por planta y rendimiento en Kg/día (índice de eficiencia) mostraron diferencias significativas entre tratamientos siendo los mejores: Negro Nayarit, Azufrado 200 x Canario 72 (F3), Azufrado Pimono 78, Negro Nayarit x Negro Sinaloa (F3) y Canario 72 entre los mejores. Observándose que existe una gran diferencia entre la capacidad de rendimiento tanto dentro de los padres como en las combinaciones realizadas, tal y como se puede apreciar en el Cuadro 2. Al practicar el análisis de correlación se encontró que los caracteres más altamente correlacionados con el rendimiento fueron los días a madurez fisiológica y el rendimiento en Kg/día; no se observó correlación con el número de plantas cosechadas por parcela útil, lo cual nos indica que no se presentaron efectos por diferencia en número de plantas.

De los caracteres agronómicos evaluados el peso de 100 semillas es en el que se observó mayores diferencias, sin embargo con esto no se determinó que existieran diferencias por rendimiento.

Cuadro 2. Análisis de varianza general y aptitud combinatoria para diferentes características agronómicas en frijol.

CUADRADOS MEDIOS							
Fuentes de variación	G.L.	Rend. (Kg/Ha)	Días a 1era flor	No.de entrenudos	Peso seco	Peso Sem. 10 plts.	%Índice Cosecha
Repeticiones	2	171129.13	13.83	26.59	172358.38	4040.90	155.76
Tratamientos	20	338298.85	108.34	5.46	30890.83	1594.84	84.77
Progenitores	5	428610.59	225.59	12.63	48135.56	2602.86	170.89
Híbridos	14	287685.14	62.01	3.28	25377.94	1170.17	59.31
A.C.G.	5	111935.74**	12.36*	2.38NS	14193.00*	1627.94NS	37.22**
A.C.E.	15	162771.16*	6.52NS	0.54NS	11719.30*	433.14NS	26.96NS
ERROR	40	100347.61	4.78	0.99	12212.91	1297.17	28.96
ACG/ACE		1:1	2:1	4:1	1:1	4:1	1:1
C.V. (%)		19.55	4.33	14.76	22.55	22.12	15.56

Continuación Cuadro 2.....

CUADRADOS MEDIOS							
Fuentes de Variación	G.L.	Días a Mad.	Índice de Efic	No.Plantas Cosechadas	Vainas/ Planta	Semillas/ Vaina	Peso de 100 Sem.
Repeticiones	2	1.44	10.43	37.76	98.02	0.30	13.06
Tratamientos	20	156.43	23.75	189.02	63.22	0.59	144.36
Progenitores	5	285.69	26.49	225.79	75.83	1.07	347.12
Híbridos	14	99.69	19.66	93.34	48.94	0.41	77.12
A.C.G.	5	5.79*	8.42*	54.48NS	13.14**	0.23NS	178.12**
A.C.E.	15	9.36*	14.23NS	49.13NS	12.95*	0.48NS	118.78*
ERROR	40	8.98	9.45	58.10	22.70	0.68	0.28
ACG/ACE		1:2	1:2	1:1	1:1	1:2	1:1
C.V. (%)		2.40	19.55	16.40	18.57	11.75	9.73

La aptitud combinatoria general y específica (Cuadro 2) evaluada en el presente trabajo se realizó con el objeto de presentar una panorámica acerca del comportamiento de las cruzas en relación a los padres; observando que los padres que mayor aptitud combinatoria general obtuvieron fueron Negro Nayarit, Azufrado Pimono 78 y Negro Sinaloa para los caracteres de rendimiento en Kg/Ha, peso seco de 10 plantas, días a la madurez y en el peso de 100 semillas, caracteres que influyen directamente en el rendimiento; mientras que para aptitud combinatoria específica el progenitor que manifestó los valores positivos más altos fué Canario 72 deprimiéndose este efecto en el peso de 100 semillas en el cual se obtuvo efecto negativo, los mayores efectos por aptitud combinatoria específica se observan entre las cruzas Azufrado 200 x Canario 72 y Azufrado Pimono 78 x Canario 72; otro de los progenitoras que mostró una buena aptitud combinatoria específica fué el Azufrado Regional, sin embargo las características que modificó no influyó directamente en el rendimiento, tal es el caso del número de entrenudos, y los días a la madurez fisiológica.

Al realizar la comparación entre los padres (b) se encontró que efectivamente existía una gran variabilidad entre éstos, siendo los mejores por su capacidad de rendimiento los materiales Negro Nayarit y Azufrado Pimono 78; los cuales difieren en sus características agronómicas tales como: Hábito de crecimiento, vainas por planta, días a floración y madurez, y peso de 100 semillas; estos últimos cuatro caracteres mostraron diferencia significativa entre sí, siendo en algunos casos contrastantes como por ejemplo: Peso de 100 semillas y vainas por planta, en donde mientras Azufrado Pimono 78 contaba con 43 gramos y 18

vainas, Negro Nayarit presenta unicamente 29 gramos en 100 semillas con 29 vainas por planta. Otras características que son importantes mencionar del cúmulo de padres bajo estudio son las diferencias que existen entre sus etapas fenológicas de desarrollo ya que entre éstos también se difiere entre los días a floración y madurez, presentando intervalos que van desde 44 hasta 63 y desde 109 hasta 122 días respectivamente (Cuadro 3).

De los caracteres en estudio el rendimiento en Kg/día y el número de plantas cosechadas no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Todas estas referencias se aprecian en el Cuadro 3.

Los resultados de la comparación entre las cruces (c) de los seis progenitores se mencionan en el Cuadro 4; donde es necesario resaltar que existió diferencia significativa para la mayoría de los caracteres evaluados siendo los de mayor importancia el rendimiento en Kg/Ha, el peso de 100 semillas y los días a madurez; en relación al primero, los híbridos, producto de la cruce entre Azufrado 200 x Canario 72 y Negro Nayarit x Negro Sinaloa fueron superiores estadísticamente al resto de los híbridos variando los valores entre 1124 y 2096 Kg/Ha, el peso de 100 semillas resulta un caracter importante por su aportación al rendimiento ya que precisamente la cruce Azufrado 200 x Canario 72 es la que presenta el mayor peso del grano y es notoria la influencia de éste caracter relacionado con el número de vainas por planta en la expresión de rendimiento, esto es observable en la cruce de Negro Nayarit x Negro Sinaloa la cual a pesar de tener el menor peso de semilla presenta el mayor número de vainas y ocupa el segundo lugar entre los híbridos; los

Cuadro 3. Concentración de medias de las características agronómicas de seis progenitores en frijol.

Progenitores	Rend. (Kg/Ha)	Días a 1era flor	No.de entrenudos	Peso seco	Peso Sem. 10 pils.	Indice Cosecha	Días a Mad.
Az.Pimono 78	2092 a	44 c	4 bc	425 ab	177	41 a	115 c
Az.Regional	1495 ab	52 b	8 a	391 ab	156	39 a	123 b
Azufrado 200	1274 b	43 c	4 c	300 b	108	36 a	109 d
Canario 72	1861 ab	52 b	7 ab	433 ab	173	40 a	112 bd
Negro Nay.	2242 a	63 a	9 a	556 a	170	31 ab	133 a
Negro Sin.	1524 ab	63 a	8 a	656 ab	125	22 b	129 a
Promedios	1748	52.8	6.6	460.1	152.3	34.8	120.1

Continuación Cuadro 3.....

Progenitores	Indice de Efic. de Cosechadas	No.Plantas Cosechadas	Vainas/ Planta	Semillas/ Vaina	Peso de 100 Sem	Hab.da Crec.
Az.Pimono 78	18	48	18 cd	4 ab	43 a	I
Az.Regional	12	51	25 ab	5 a	23 c	III
Azufrado 200	11	45	19 bc	3 b	29 b	I
Canario 72	16	53	17 cd	4 a	43 a	II
Negro Nay.	17	70	29 a	5 a	20 cd	II
Negro Sin.	11	55	27 a	5 a	20 cd	II
Promedios	14.1	52	22.5	4.3	29.6	

días a madurez fisiológica también influyen en éste aspecto ya que la tendencia entre los híbridos es presentar un ciclo mas largo, tal y como se puede apreciar en el Cuadro 4.

En la comparación de las cruzas se observan tres caracteres que no presentan diferencias significativas, éstos son: Peso de la semilla de 10 plantas, semillas por vaina y plantas cosechadas.

El número de entrenudos por planta varió de 4 a 9 presentandose éste último valor en la crusa entre Azufrado Regional x Negro Sinaloa (hábito III y II) mientras que el mayor índice de cosecha se obtuvo con la crusa entre Azufrado Pimono 78 x Canario 72.

Cuadro 4. Concentración de medias de las características agronómicas de híbridos en frijol.

Híbridos	Rend. (Kg/Ha)	Días a 1era flor	No.de en- trenudos	Peso seco	Peso Sem. 10 plts.	Índice Cosecha	Días a Mad.
A.P.78xA.R.	1644 ac	43 fj	6 b	516 af	156	31 ac	122 df
A.P.78xA.200	1485 ac	43 fj	5 cd	476 af	182	38 ab	115 g
A.P.78xC.72	1666 ac	46 dg	6 bc	450 af	187	42 a	118 fg
A.P.78xN.N	1395 ac	51 bd	6 bc	535 ad	169	31 ac	125 ce
A.P.78xN.S.	1325 ac	50 be	6 b	508 af	166	32 ac	131 ac
A.R.xA.200	1259 bc	50 be	6 bc	335 ci	129	41 a	124 de
A.R.xC.72	1202 bc	49 be	7 b	375 ci	139	37 ab	119 eg
A.R.xN.N.	1718 ac	51 bc	7 b	540 ac	181	35 ac	127 ad
A.R.xN.S.	1134 c	53 ab	9 a	525 ae	176	33 ac	131 ab
A.200xC.72	2096 a	43 fi	4 d	493 af	170	39 ab	117 fg
A.200xN.N.	1847 ac	45 eh	6 bc	425 bh	132	32 ac	128 ad
A.200xN.S.	1716 ac	48 cf	6 b	490 af	160	32 ac	133 a
C.72xN.N.	1223 bc	53 ab	7 b	641 ab	186	30 bc	126 bd
C.72xN.S.	1252 bc	54 ab	7 b	618 ab	190	32 ac	128 ad
N.N.xN.S.	2029 ab	57 a	7 b	656 a	173	26 c	133 a
Promedios	1532.7	49.0	6.3	501.5	166.4	34.0	125.1

Continúa en la pág. sig.....

Continuacion Cuadro 4.....

Híbridos	Índice de Efic.	No. Plantas Cosechadas	Vainas/ Planta	Semillas/ Vaina	Peso de 100 Sem	Hab. de Crec.
A. P. 78:A. F.	13 ac	41	26 ab	4	29 bc	II
A. P. 78:A. 200	12 ac	42	25 ab	4	26 a	I
A. P. 78:C. 72	14 ac	38	18 b	4	36 a	II
A. P. 78:N. N.	11 bc	36	31 a	4	25 bd	II
A. P. 78:N. S.	10 bc	34	27 ab	4	26 bd	II
A. R. :A. 200	10 bc	44	22 ab	4	25 bd	III
A. R. :C. 72	10 bc	37	23 ab	4	29 b	II
A. R. :N. N.	13 ac	51	31 a	5	23 bd	II
A. R. :N. S.	8 c	48	31 a	5	23 cd	II
A. 200:C. 72	17 a	42	23 ab	4	38 a	II
A. 200:N. N.	14 ac	46	24 ab	4	24 bd	II
A. 200:N. S.	12 ac	52	28 ab	4	25 bd	II
C. 72:N. N.	9 bc	39	29 a	4	28 bc	II
C. 72:N. S.	9 bc	41	28 ab	5	27 bd	II
N. N. :N. S.	15 ab	51	31 a	4	21 d	II
Promedios	11.8	42.8	26.4	4.2	27.6	

CAPÍTULO VI

DISCUSION

Este capítulo se presenta de igual manera en que se desglosó el anterior, considerándose en él tres partes.

En el análisis general se observó que existe una gran diferencia tanto entre los padres como entre los híbridos de tal manera que la diferencia entre ellos se refiere exclusivamente a sus componentes de rendimiento y a su forma de expresión, por lo cual, el análisis de aptitud combinatoria se puede referir como un comportamiento general de las cruzas en relación a los padres, y esto concuerda con lo definido por Sprague y Tatum en 1942, y nos describe la tendencia general como en el caso aquí obtenido; en ésta referencia los resultados nos indican que el carácter rendimiento en Kg/Ha se ve influenciado directamente por los días a primera flor, a madurez fisiológica y el peso de 100 semillas. Observándose que los rendimientos expresados pueden deberse a efectos aditivos como no aditivos; de acuerdo a lo mencionado por Hoegenmeyer y Hallauer en 1976, de tal manera que si existen fuertes desviaciones por dominancia deben ser atribuibles a una aptitud combinatoria específica, tal es el caso de la crusa entre Azufrado 200 x Canario 72 donde se presenta un efecto de complementaridad.

De los caracteres evaluados se encontró que las diferencias más evidentes fueron en el peso de 100 semillas, el número de vainas por planta y los días a madurez, encontrándose valores significativos tanto de aptitud combinatoria general como específica lo que concuerda con

varios autores tales como Paschal y Wilcox en 1975, Rodríguez y col. en 1967, Singh y Jain en 1971, entre otros; donde atribuyen los efectos observados através de los efectos de aptitud combinatoria general y específica a diferentes causas como dominancia parcial o sobredominancia para vainas por planta y peso de 100 semillas ó también a desviaciones de dominancia.

En la comparación entre los padres se encontró que las variedades Negro Nayarit y Azufrado Pimono 78 fueron los mejores difiriendo en sus características agronomicas; es importante hacer notar que los componentes de rendimiento descritos para éstos progenitores son bastante contrastados, Negro Nayarit que muestra un hábito de crecimiento indeterminado, mayor número de vainas y menor peso de 100 semillas; el Azufrado Pimono 78 presenta un hábito de crecimiento determinado, menor número de vainas, pero mayor peso de 100 semillas y la expresión de rendimiento entre los dos es muy semejante. Esto es explicable de acuerdo a lo mencionado por Adams en 1967, el cual menciona que los componentes muestran una fuerte interacción entre ellos de tal manera que un aumento en un componente tiende a ser asociado con una reducción en el otro, lo cual él denominó "compensación de componentes de rendimiento". Otros autores como Salinas y col. en 1984 menciona que existe un efecto compensatorio entre los caracteres: Número de semillas por vaina, peso de 100 semillas, número de vainas por planta y número de entrenudos.

El efecto antes mencionado es notorio dentro de la comparación entre los híbridos, ya que ninguno de éstos mostró un peso de 100 semillas superior al mejor de los padres de dicho cruzamiento, modificando otra

característica tal como número de vainas por planta, hábito de crecimiento y días a madurez. Sin embargo, tal y como lo expresa Donald en 1968 la mayoría de las veces al modificar la arquitectura de la planta para mejorar la distribución, cantidad de vainas así como su ciclo vegetativo: generalmente no se mejora el rendimiento. En sí la arquitectura no garantiza un alto rendimiento, las características morfo-arquitectónicas deben estar asociadas sin que ocurran fuertes relaciones adversas para el rendimiento de acuerdo a lo mencionado por Adams en 1973 y 1980, así como Coyne y Steadman en 1977.

Algunas de las características como el hábito de crecimiento y número de entrenudos en las cuales no se encontró diferencia entre los híbridos son influenciados por el medio de acuerdo a lo mencionado por Bagba en 1985, por los cuales no se puede relacionar directamente con el rendimiento.

Es importante mencionar que dentro de un mismo hábito de crecimiento se encontraron variaciones considerables en el rendimiento y en sus componentes de arquitectura de tal manera que se observaron cruza como Azufrado Regional x Negro Sinaloa y la cruza Azufrado 200 x Canario 72 que mostraron el mínimo y el máximo rendimiento observado con hábito de tipo indeterminado (II), esto concuerda con lo mencionado por Singh en 1982 y Bagba en 1985.

El valor obtenido a través de este estudio se determina por medio de la identificación de los componentes del rendimiento que influyen por sí mismos a su expresión con los cuales se puede identificar más rápidamente el valor de los progenitores a emplear y las combinaciones deseables aún

en generaciones tempranas.

En los resultados obtenidos mencionan que los más altos rendimientos se presentaron en uno o dos de los progenitores involucrados, éstos fueron principalmente Negro Nayarit y Azufrado Pimono 79 arrojando que de los progenitores en estudio éstos representaron los de más valor, resultados similares encontraron Paschal y Wilcox en 1975 donde los híbridos superiores donde intervenían uno o ambos padres manifestaban altos rendimientos.

Muchos han sido los intentos por mejorar rendimiento per. se. sin embargo esto ha sido inefectivo y en general se debe principalmente a la falla de la combinación de caracteres deseables ó alelos deseables en la población básica, los cuales vendrían a ser aquellos componentes de rendimiento como el número de vainas por planta y el peso de 100 semillas los cuales contribuyen directamente al rendimiento, tal como se ha comprobado en el presente trabajo y concuerda con lo mencionado por Salinas y Lépiz en 1983 y Coyne en 1968, dichos caracteres son de alta heredabilidad y de fácil selección.

Los efectos aquí mostrados tanto para aptitud combinatoria general como específica nos demuestran que resulta de mayor valor la segunda de éstas (aptitud combinatoria específica). Esta aseveración concuerda con la mayoría de los autores citados anteriormente.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo se pueden derivar las siguientes conclusiones:

1.- Existe considerable variabilidad entre los progenitores empleados para detectar diferencias por rendimiento per. se..

2.- Se encontro diferencias estadísticas de aptitud combinatoria general para los tres principales componentes del rendimiento, mientras que para aptitud combinatoria específica únicamente en dos de ellas.

3.- Los máximos rendimientos observados se presentaron con Azufrado Pimono 78 y Negro Mayarit, resultando a la vez éstos los mejores combinadores para éste caracter por aptitud combinatoria general, sin embargo la variedad Canario 72 fué la mejor por aptitud combinatoria específica.

4.- Es factible seleccionar materiales por alto rendimiento aún en generaciones tempranas siempre y cuando se tomen en cuenta como principal índice en la selección de los progenitores los componentes vainas por planta y peso de 100 semillas.

5.- En la cruz Azufrado 200 x Canario 72 se obtuvo la mejor combinación específica para rendimiento, asociandose positivamente con número de vainas por planta y peso de 100 semillas a pesar de que éste último caracter sufrió una depresión en relación al padre.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en terrenos del Campo Experimental del Valle del Fuerte, ubicado en el Km. 1609 de la carretera internacional México-Nogales, frente al poblado de Juan José Ríos, Municipio de Guasave, Sinaloa.

El objetivo de este trabajo fué el de determinar las posibilidades de empleo del rendimiento per. se. como un índice de selección en generaciones tempranas así como el grado de asociación del rendimiento con ciertos caracteres morfológicos en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Se empleó un experimento con una distribución en bloques al azar y tres repeticiones, constando de 21 tratamientos.

La parcela útil fue de un surco de seis metros de largo con 70 centímetros de separación. Se evaluaron seis progenitores y sus 15 cruza directas, originarios de la zona cálida con invierno seco de México, correspondiente al Estado de Sinaloa.

Los resultados de los análisis estadísticos nos indicaron diferencias significativa tanto entre progenitores como entre híbridos, siendo los mejores tratamientos Negro Nayarit, Azufrado 200 x Canario 72, Azufrado Pimono 78, Negro Nayarit x Negro Sinaloa y Canario 72; dichas diferencias fueron notorias al hacerse las comparaciones de promedios de acuerdo a la prueba de Duncan.

Se encontró diferencias significativas tanto para Actitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE) en los caracteres, número de

vainas por planta, peso de 100 semillas y rendimiento en Kg/Ha.

Se puede concluir que en los tratamientos evaluados se determinó con precisión que existe una interacción entre el rendimiento en Kg/Ha y el número de vainas por planta así como con el peso de 100 semillas.

El análisis conjunto de los resultados nos indica que es factible seleccionar por rendimiento per. se. siempre y cuando en los progenitores se consideren los componentes de vainas por planta y peso de 100 semillas.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

1.- Se sugiere el uso de las variedades Azufrado Pimono 78, Negro Nayarit y Canario 72 como progenitores en los programas de hibridación debido a que los primeros dos son los mejores combinadores por Aptitud Combinatoria General (ACG) mientras el tercero lo es para Aptitud Combinatoria Especifica (ACE).

2.- La variedad Azufrado Regional, fué la que mostró los más bajos valores para los componentes del rendimiento.

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Adams, M.W.(1967).Basis of yield component compensation in crop plants with special references to the field bean, Phaseolus vulgaris L. Crop Sci. 7:505-510.
- 2.- Adams, M.W.(1973). Plant architecture and physiological efficiency. In: potenciales of field beans other food legumes in Latin America. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali,Colombia. p.p.226 - 278.
- 3.- Adams, M.W.(1982). Plant architecture and yiel breeding in Phaseolus vulgaris L. Iowa state J.Res. 56: 225-254.
- 4.- Adams, M.W. and Taylor, J.L.(1980). Advance strain testing and discussion of results. In: Michigan state University Agricultural Experiment station. Saginaw valley bean-beet research farm and related bean-beet research.
- 5.- Adams, M.W.,Seattler, G.L. Hosfield, A. Chaderi, J.B. Kelly and M.A.Verbersax.(1986). Registration of swan valley and "neptune" navy beans. Crop. Sci. 26: 1080-1081.
- 6.- Agro FM. O: Wood, D.R.(1982). Response to white mold disease of F5 populations of dy beans inco Prado, bean improvement cooperative. Annual report 25: 51-52.
- 7.- Bagba, E.(1965). Influencia del medio, en particular de la

- temperatura en el habito de crecimiento del frijol. These Docteur Sc. France, University de Clermont II.V.I. 275 págs. V.II. 197 págs.
- 8.- Brauer, O. (1983). *Filogenética Aplicada*. 6a.ed. Limusa. México. pág. 246.
- 9.- Buttery, B.R. and R.I. Buzzell. (1972). Some differences between soybean cultivars observed by growth analysis. *Can. J. Plant Sci.* 52: 13-20.
- 10.- Conti, L. (1985). Conclusive results of a selection programme for obtaining a dwarf bean (*Phaseolus vulgaris*) resistant to some viruses and characterized by agronomical qualities. *Genética Agraria* 39(1): 51-63. Ingl.
- 11.- Coyne, D.P. and Steadman, J.R. (1977). Inheritance and association of some traits on a *Phaseolus vulgaris* L. Cross. *Journal of heredity* 68: 60-62.
- 12.- Chaderi, A. and Adams, M.W. (1980). Preliminary studies on the inheritance of structural components of plant architecture in dry bean. In: Michigan state University. Agricultural experiment station. Research report. p.p. 96-99.
- 13.- Charles - Edwards, D.A. (1982). Physiological determinants of crop yield by breeding. *Hort science* 15: 244-247.
- 14.- Chung, J.M. and E. Stevenson. (1973). Diallel analysis of the genetic variation in some quantitative traits in dry beans. *N.Z.J. Agric. Res.* 16: 223-231.

- 15.- Debonck, G.D. y R. Hidalgo.(1965). Morfología de la planta de frijol común. In: Frijol: Investigación y Producción. CIAT, Colombia. Pág. 7-41.
- 16.- Dickson, M.H.(1967). Diallel analysis of seven economic characters in snapbeans. *Crop. Sci.* 7: 121-124
- 17.- Donald, C.H.(1968). The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17: 365-403.
- 18.- Dudley, J.W. and R.H. Moll.(1969). Interpretation and use of estimates of heritability and genetics variance in plant breeding. *Crop. Sci.* 9: 257-262.
- 19.- Falconer, D.S.(1970). Introducción a la genética cuantitativa. CECOSA, Mexico. p.p. 303-310.
- 20.- Gilbert, N.E.(1958). Diallel cross in plant breeding. *Heredity.* 12: 477-492.
- 21.- Griffing, B.(1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian J.of Biological Sciences* 9: 462-493.
- 22.- Gritton, E.T.(1975). Heterosis and combining ability in a diallel cross of peas. *Crop. Sci.* 15: 453-457.
- 23.- Hayman, B.I.(1960). The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics.* 43: 63-85.
- 24.- Herarth, H.M. and Eaton, G.U.(1981). Field component comparison of

- ten cultivars of bush bean (Phaseolus vulgaris). Crown under heart stress. Tropical Agriculturist. 137: 147-152. Engl.
- 25.- Hoegenmeyer, I.C. and A.R. Hallauer.(1976). Selection among and within full-sib families to develop single crosses of maize. Crop. Sci.16: 76-81.
- 26.- Jinks, J.L.(1954). The analysis of continuous variation in diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. Genetics 39: 767-788.
- 27.- Josh, B.D. and Merira, K.L.(1983). Genial variability in French bean (Phaseolus vulgaris L.), Regional station Phisagli, Simla 171021, India.
- 28.- Kelly, J.D.,N.W. Adams, A.W. Seattler, Gil, Hosfield and A. Chaderi.(1994). Registration of C-20 navy bean Crop. Sci. 24: 822.
- 29.- Kempthorne, O.(1956). Theory of the diallel cross. Genetics. 41: 451-459.
- 30.- Laffel, P.C. and H.G. Weiss.(1953). Analysis of diallel crosses among ten varieties of soybeans. Agron. J. 50: 528-534.
- 31.- Lépiz, I.R.(1980). Programa Nacional de Frijol. Plan de investigación. INIA - SARH. México.
- 32.- Lépiz, I.R.(1983). Origen y descripción botánica. In: Frijol en el Noroeste de México (Tecnología y Producción). SARH-INIA-CIAPAN,CAEVACU. Pág. 29-44.
- 33.- Mendoza, B.E.(1973). Influencia de algunos componentes morfológicos

- en el rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México, 98 páginas.
- 34.- Miranda, C.S.(1967). Origen de Phaseolus vulgaris L. Agrociencia. Vol. I (2) 99-109.
- 35.- Nutwskil, A.(1973). Fasulia (Phaseolus vulgaris). In: Ed-da Men Sudan, Hodeiba Research Station Annual Report 1966-67 Ed/Damer. P.p.30-31.
- 36.- Nienhuis, J. and S.P. Singh.(1966). Combining ability analysis and relation ships among yield, yield components and architectural traits in dry bean. Crop. Sci. 26:21-27.
- 37.- Paschal II, E.H. and J.R. Wilcox (1975). Heterosis and combining ability in exotic soybean germoplasm. Crop. Sci. 15: 429-432.
- 38.- Rodriguez, F.G.(1987). Estudio de aptitud combinatoria y heterosis para diferentes características cuantitativas en frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Graduados. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., 120 págs.
- 39.- Rocha, R.G.(1984). Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la asociación de caracteres en frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Maestría en Ciencias. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah., 98 págs.
- 40.- Salih, F.A.(1982). Fasulia or Haricot bean (Phaseolus vulgaris). In:

- Fed Damer, Sudan Hudriba Research station annual report 1977-78.
p.p. 50-53.
- 41.- Salinas, R.A.(1987). Heterosis en tres componentes de rendimiento en
XXXIII reunion de PCCMCA, Guatemala, Guat. Simposio.
- 42.- Salinas,R.A., S.A.,Cardenas, E.A.,Altamirano y A.,Hernandez.(1985).
Alternativas para la produccion de frijol en el Norte de Sinaloa.
SARH-INIA-CIAPAN-CAEVAF. p. 4-7.
- 43.- Salinas, R.A. y Col.(1984). Informe de programa de frijol. Grupo
interdisciplinario de frijol 1983-84. SARH- INIA- CIAPAN- CAEVAF.
p. 14-16.
- 44.- Sarafi, A.(1978). A yield component selection experiment involving
American and Iranian cultivars of the common bean. Crop.Sci. 18: 5-7
- 45.- Singh, K.B. and R.P. Jain (1971). Analysis of dillet cross in *P.
aereus* Roxb. Theoretical and Applied Genetics. 41: 279-281.
- 46.- Singh, S.P.(1982). A. Key for identification of diferent growth
habits of Phaseolus vulgaris L. Ann. Rept. Bean Improvement coop
(New York) 25: 92-95.
- 47.- Singh, S.P.(1986). Mejoramiento para potencial de rendimiento en
frijol. XXXII reunion de PCCMCA, San Salvador, El Salvador. Marzo,17
al 22, 1986.
- 48.- Singh, S.P. and Gutierrez J.A.(1984). Geographical distribution of
the DL and DL2 genes causing hybrid dwarfism in Phaseolus vulgaris L

- their association with seed size, and their significance to breeding. *Euphytica* 33: 337-345.
- 49.- Sprague, G.F. and L.A. Tatum (1942). General vs. Specific combining ability single crosses of corn. *Jour. An. Soc. Agron.* 34: 477-492.
- 50.- Strickberger, M.W. (1978). *Genetica*, 2da ed. Omega S.A., Barcelona, España. p. 316-318.
- 51.- Tanaka, A. and K. Fujita (1979). Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. *J. Faculty of Agric., Hokkaido University.* 59: 145-238.
- 52.- Wallace, D.H. and H.M. Munger (1966). Studies of the physiological basis for yield differences. II. Variations in dry matter distribution among aerial organs for several dry bean varieties. *Crop. Sci.* 6: 503-507.
- 53.- Weber, C.R., L.T. Empig and J.C. Thorne (1970). Heterotic performance and combining ability of two-way F1 soybean hybrids. *Crop. Sci.* 10: 159-160.
- 54.- White, J.W. (1981). A quantitative analysis of the growth and development of bean plants. (*Phaseolus vulgaris* L.) Ph. D. thesis. University of California, Berkeley.
- 55.- Yap, T.C. and Harvey (1971). Heterosis and combining ability of barley hybrids in densely and widely seeded conditions. *Can. J. Plant Sci.* 51: 115-122.

- 58.- Yoshida, O. (1972). Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 23: 437-464.

INSTANTESIS

**TESIS • INFORMES • MEMORIAS •
COPIAS • REDUCCIONES •
ENCUADERNADO • IMPRESIONES •
COPI-OFFSET • TRANSCRIPCIONES
IBM • COMPUTADORA.**

ENRIQUE G. MARTINEZ No. 30
(ENTRE MORELOS Y PEDRO MORENO)
TEL. 13 - 99 - 23 GUADALAJARA