



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION SOBRE EL RENDIMIENTO
Y CALIDAD DE SEMILLA DE SIETE VARIETADES DE FRIJOL
(*PHASEOLUS VULGARIS L.*) DE LA MESA CENTRAL

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :
DIEGO FLORES SANCHEZ

A S E S O R :
M.C. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON

Cuatitlán Izcalli, Estado de México

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

I N D I C E.

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	4
1.2. Hipótesis	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. Definición de semilla	5
2.2. Calidad de semilla	6
2.2.1. Componentes de calidad	7
2.2.1.1. Componente genético	7
2.2.1.2. Componente físico.....	9
2.2.1.3. Componente fisiológico	11
2.2.1.4. Componente sanitario	13
2.3. Factores que afectan la calidad de la semilla	14
2.3.1. Factores ambientales que afectan la calidad de la semilla	14
2.3.2. Factores biológicos que afectan la calidad de la semilla	16
2.3.3. Factores que afectan la calidad en postcosecha	17
2.4. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de semilla de frijol	19
2.4.1. Efecto de la densidad de población en los componentes morfológicos del rendimiento.....	26
2.4.1.1. Número de vainas por planta	28

2.4.1.2. Número de semillas	
por vaina	30
2.4.1.3. Peso de semilla	30
2.5. Efecto de la densidad de población	
en componentes de calidad de semilla	32
III. MATERIALES Y METODOS	35
3.1. Características del área de estudio	35
3.1.1. Ubicación geográfica	35
3.1.2. Suelos	35
3.1.3. Clima	35
3.2. Material genético	36
3.3. Densidades de población a evaluar	36
3.4. Diseño experimental	36
3.5. Modelo estadístico	38
3.6. Siembra	41
3.7. Labores culturales	41
3.8. Cosecha	41
3.9. Parámetros evaluados	42
3.9.1. Altura de planta	42
3.9.2. Número de vainas por planta	42
3.9.3. Número de semillas por vaina	42
3.9.4. Rendimiento total de semilla.....	43
3.9.5. Rendimiento comercial de semilla	43
3.9.6. Tamaño de semilla	43
3.9.7. Peso de 200 semillas	43
3.9.8. Peso volumétrico	43

3.9.9. Velocidad de emergencia	44
3.9.10. Porcentaje de germinación	44
3.9.11. Vigor	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	45
4.1. Rendimiento total de semilla (kg/ha)	46
4.2. Rendimiento comercial de semilla (kg/ha)	56
4.3. Porcentaje de semilla grande	60
4.4. Porcentaje de semilla mediana	62
4.5. Porcentaje de semilla chica	65
4.6. Peso volumétrico (g/l)	67
4.7. Velocidad de emergencia	68
4.8. Porcentaje de germinación	71
4.9. Vigor (peso seco)	74
4.10. Altura de planta (cm)	77
4.11. Número de vainas por planta	80
4.12. Número de semillas por vaina	82
4.13. Peso de 200 semillas	84
V. DISCUSION GENERAL	87
VI. CONCLUSIONES	91
VII. BIBLIOGRAFIA	92
VIII. APENDICE	99

LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS.

Cuadro	Pag.
1 Características de las variedades utilizadas	37
2 Relación de tratamientos generados	40
3 Cuadrados medios y significancia estadística para el conjunto de variables evaluadas en siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992)	47
4 Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) para el factor variedades, bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992)	48
5 Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) para el factor densidad de población, en siete variedades de frijol. Chapingo, Mex. (1992)	49
6 Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) de rendimiento y tamaño de semilla, para la interacción variedad x densidad de población; en siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992)	55
7 Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) de componentes de calidad para, la interacción variedad x densidad de población; en siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992)	73

8	Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de altura de planta y componentes del rendimiento, para la interacción variedad x densidad de población; en siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992)	83
---	---	----

Gráfica

1	Rendimiento total de semilla (kg/ha) de siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992)	52
2	Rendimiento comercial de semilla (kg/ha) de siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992)	58

CUADROS DEL APENDICE.

Cuadro

1A	Análisis de varianza para la variable rendimiento total de semilla (kg/ha)	99
2A	Análisis de varianza para la variable rendimiento comercial de semilla (kg/ha)	99
3A	Análisis de varianza para la variable porcentaje de semilla grande	99
4A	Análisis de varianza para la variable porcentaje de semilla mediana	100
5A	Análisis de varianza para la variable porcentaje de semilla chica	100

6A	Análisis de varianza para la variable peso volumétrico (g/l)	100
7A	Análisis de varianza para la variable velocidad de emergencia	101
8A	Análisis de varianza para la variable porcentaje germinación	101
9A	Análisis de varianza para la variable vigor (peso seco)	101
10A	Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm)	102
11A	Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta	102
12A	Análisis de varianza para la variable número de semillas por vaina	102
13A	Análisis de varianza para la variable peso de 200 semillas (g)	103

RESUMEN.

Con la finalidad de hacer una aportación de orden técnico a la producción de semilla básica de frijol, del Programa de Producción de Semillas, del Campo Experimental "Valle de México", se planteó esta investigación en 1992. Se evaluaron tres densidades de población en siete variedades de frijol de diferente hábito de crecimiento de la mesa central, y determinar el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento y calidad de semilla. Durante el ciclo de la evaluación se presentaron condiciones ambientales desfavorables, que provocaron una reducción del rendimiento y calidad de semilla, sin embargo, en los resultados se encontró una respuesta diferencial en la interacción variedad x densidad de población en las variables rendimiento total y comercial de semilla, altura de planta y en componentes de calidad fisiológica (vigor). Además se determinó que la densidad de población, independientemente del hábito de crecimiento de cada variedad afectó el rendimiento de semilla, porcentaje de semilla mediana, peso volumétrico, vigor, altura de planta, número de vainas por planta y número de semillas por vaina.

I. INTRODUCCION.

En México el frijol se cultiva en todas las zonas agrícolas, tal es así que en el año de 1990 se cosecharon 2,079,000 ha con una producción de 1,031,000 ton (SARH, 1990). Colocándose en el segundo cultivo de importancia socioeconómica después del maíz, que junto con el trigo y el arroz son los cultivos básicos de la población mexicana. Además el frijol constituye una importante fuente de alimento, ya que posee alto valor nutritivo y presenta una forma barata de obtención de proteína vegetal.

Sin embargo, a pesar de su importancia económica sus rendimientos son bajos debido en gran parte a la utilización de variedades criollas, bajas densidades de población, además las plagas, enfermedades, y malezas juegan un papel importante.

Para superar la situación anterior, a través de la investigación agrícola, se han generado variedades mejoradas y recomendaciones técnicas para tratar de incrementar la producción.

Siendo la semilla el insumo más económico e importante, ya que dependiendo de su carga genética es capaz de determinar la respuesta del potencial del cultivo bajo las diferentes condiciones ecológicas, así como de otros insumos tales como agroquímicos y el manejo adecuado del cultivo (Gatica, 1987); en el caso específico del frijol se estima que más de la mitad de las enfermedades que inciden en este cultivo se transmiten por semilla, por ello es fundamental el uso de semillas mejoradas ya que frecuentemente estas toleran a las enfermedades más importantes de cada

región (Espinosa, 1992, comunicación personal).

La FAO (1979) señala que mediante la producción y utilización de semilla de calidad, se ofrece la perspectiva de un rápido y considerable aumento de la producción agrícola. Por lo tanto la disponibilidad de buena semilla es un factor importante pues ello determina en buena medida el éxito de la producción; no obstante, para lograr esto se requieren grandes cantidades de semilla de excelente calidad.

La producción de semilla de calidad representa un paso importante en la adopción de nuevas variedades, cuya práctica eficiente requiere del conocimiento detallado de técnicas de reproducción muy específicas (Espinosa et al, 1986).

Sin embargo, Cervantes (1990) indica que en México existe un atraso en tecnología de producción de semillas y el poco uso de estas por los agricultores ha provocado en parte bajos rendimientos, siendo la producción media de 580 kg/ha en el caso del frijol, y se estima que a nivel nacional el uso de semilla certificada de frijol apenas alcanza el 8% (Rodríguez y Espinosa, 1990).

De acuerdo a lo anterior se planteó esta investigación con la finalidad de hacer una aportación de orden técnico al Programa de Producción de Semillas del Campo Experimental del Valle de México (CEVAMEX), dada la importancia que tiene la generación de información específica para la producción de semillas en cuanto a practicas de cultivo se refiere, y específicamente en densidad de población, ya que comúnmente se adoptan recomendaciones que se

emplean en la producción comercial de grano. Además esta práctica agronómica ofrece la posibilidad de manipular los componentes del rendimiento y de la calidad, y mediante su evaluación se permitirá definir bajo que densidad de población se obtiene buena producción de semilla con calidad.

En diversos trabajos de investigación se ha demostrado que dependiendo del hábito de crecimiento de las variedades es su respuesta a los cambios de densidad de población, lo que se refleja en el rendimiento y calidad de semilla.

1.1. OBJETIVOS.

1. Evaluar tres densidades de población en siete variedades de frijol de diferente hábito de crecimiento de la mesa central.
2. Determinar el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento y calidad de semilla de las variedades de frijol.

1.2. HIPOTESIS.

1. La densidad de población influye directamente en el rendimiento y calidad de semilla.
2. El hábito de crecimiento de cada variedad influye en su respuesta a los cambios de densidad de población

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Definición de Semilla.

La semilla es una estructura importante ya que forma parte esencial en el proceso de producción de los cultivos, dado que es portadora del potencial genético que permite obtener rendimientos significativamente mayores.

La S.A.R.H. (1991) en la Ley Mexicana sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas, considera semilla a los frutos o partes de estos, así como las partes de vegetales o vegetales completos, que puedan utilizarse para la reproducción y propagación de las diferentes especies. Garduño (citado por Meza, 1992) a este respecto plantea que la semilla para uso agrícola es cualquier parte de la planta utilizada para producir un cultivo. Moreno (1984) indica que en términos agronómicos y comerciales se conoce como semillas a toda clase de granos, frutos y estructuras más o menos complejas que se emplean en las siembras agrícolas; y botánicamente una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañada o no de tejidos nutricios y protegido por episperma. En este mismo contexto el CIAT (1983) considera semilla a un óvulo maduro fertilizado, compuesto por un eje embrionario, reservas alimenticias y una cubierta protectora. En resumen se puede considerar semilla a toda aquella estructura vegetal (óvulo maduro, rizoma, tallo, etc.) que sirve como fuente de reproducción o propagación de los cultivos agrícolas.

2.2. Calidad de semilla.

La calidad de las semillas es ampliamente reconocida como componente y resultado de un proceso productivo. También es un fenómeno dinámico y determinado por la interacción de factores genéticos y ambientales a través del tiempo (Ching, citado por Camargo, 1991).

Por calidad se entiende el conjunto de atributos que permiten que una semilla posea excelencia y satisfaga los fines para los que fue producida y además cumpla con las expectativas del consumidor (Espinosa, 1991, comunicación personal).

El CIAT (1979) indica que una semilla es de buena calidad cuando tiene razonable pureza tanto varietal como física, un alto porcentaje de germinación y esté libre de organismos patógenos, tanto externa como internamente.

Así mismo el CIAT (1983) señala que la calidad de la semilla va depender de las medidas de prevención supervisión y control que se ejecuten durante las diferentes fases del ciclo de cultivo como son: producción en campo, beneficio de semilla y en su posterior almacenamiento.

Para determinar la calidad, Ellis y Roberts (1983) señalan que se deben realizar una serie de pruebas, las que presentan tres objetivos: en primer lugar, para predecir la duración del lote de semilla en el almacenaje, o su calidad después de un período determinado; en segundo lugar para predecir la emergencia en el campo bajo condiciones favorables y además poder ordenar los

lotes de semillas según su comportamiento bajo malas condiciones de campo; y en tercer lugar para predecir el vigor posterior de las plántulas y el rendimiento final del cultivo. Sin embargo esta última prueba no cuenta con una metodología específica para su evaluación. Addalla y Roberts (citado por Ellis y Roberts, 1989) señalan que se ha demostrado que las plántulas producidas por lotes de semilla de baja calidad presentan tasas de crecimiento inicial más bajas que las lotes de alta calidad, el efecto inicial de la calidad de la semilla sobre las tasas de crecimiento tiende a desaparecer y, en algunas especies, puede haber crecimiento compensatorio durante las etapas más avanzadas del desarrollo. Por ello no puede suponerse automáticamente que una disminución del vigor de las plántulas provocará una pérdida de rendimiento final. Por su parte Bean (1983) indica que la medición de la calidad debe considerar el porcentaje de germinación, lo que determinará la densidad inicial de plantas; la tasa de germinación y de crecimiento de las plántulas, que determinará el tamaño de las plantas producidas.

2.2.1. Componentes de la calidad.

2.2.1.1 Componente genético.

El primer requisito para la producción de semilla de buena calidad es disponer de semillas varietalmente puras. Siendo la calidad genética el primer componente esencial de la calidad total de la

semilla (CIAT, citado por Meza, 1992), ya que este corresponde a la fidelidad con que la semilla transmite las características genotípicas de la variedad tales como identidad genética y pureza genética. Confiriéndole el genotipo atributos sobresalientes como un mayor rendimiento, calidad de producto, resistencia a plagas y enfermedades; así como su respuesta a condiciones ecológicas específicas y a la aplicación de insumos agrícolas (Bustamante y Orozco 1986).

El USDA (citado por Meza, 1992) señala que los métodos para evaluar la pureza genética han cambiado de simples observaciones visuales de semillas y plántulas a pruebas de campo y laboratorio (bioquímicas, citológicas y moleculares).

Se destacan tres tipos de pruebas básicas: 1) Métodos de laboratorio, en donde se contempla la aplicación de luz ultravioleta, prueba de fenol y de otras sustancias químicas, y el método de marcadores genéticos.

Este tipo de pruebas bajo laboratorio, permiten determinar la identidad y pureza varietal de las semillas antes de que se destinen realmente para la siembra (FAO, 1978). La pureza varietal indica que la semilla multiplicada reproducirá fielmente el fenotipo característico de la variedad (CIAT, 1983).

Sin embargo, la FAO (1978) señala que por lo menos hasta que pasen varios años, sólo podrán determinarse la pureza y la identidad varietales de la mayoría de las especies sembrando muestras de semillas en campo y observando las características morfológicas del genotipo a lo largo del ciclo vegetativo.

- 2) Método de invernadero ó cámara de crecimiento. En esta prueba, Meza (1992) cita la que se basa en caracteres cualitativos de las plantas durante su germinación y emergencia como color de coleoptilo e hipocótilo, pubescencia de la primer hoja, etc.
- 3) Observación de ensayos en campo. Estas pruebas consisten en la observación de las características cualitativas y cuantitativas del genotipo. Apoyándose en la descripción varietal, siendo esta una herramienta útil para el control de la pureza genética y física de cada genotipo (CIAT, 1983) que permite eliminar aquellas plantas fuera de tipo y/o enfermas, conociéndose también como grow-out (CIAT, 1979).

2.2.1.2 Componente físico.

Los atributos físicos de la semilla son factores de calidad que involucran el siguiente conjunto de características:

A) Pureza analítica. Indica el grado de contaminación de malezas, materia inerte, semilla de otros cultivos y la apariencia de la semilla. La muestra de semilla se divide, se pesa cada fracción y estos pesos sirven de base para calcular sus porcentajes (CIAT, 1979).

B) Peso de semilla. Generalmente se expresa como peso en gramos de 1000 semillas, esto es un indicativo que semilla es más pesada respecto a otra. Este peso además de constituir una característica varietal, expresa en forma indirecta las condiciones de producción de dicha semilla en campo (FAO. 1978).

C) Porcentaje de humedad. El contenido de humedad es una característica de interés para el beneficiador y el almacenista de semillas y constituye el factor principal en su conservación pues determinará si retiene su germinación desde la cosecha hasta la siembra (Bustamante y Orozco, 1986).

D) Peso volumétrico. Este es el peso de la unidad de volumen de la semilla, revela en muchos casos un aspecto de calidad (grado de limpieza y selección, reservas de semilla, estado sanitario, grosor o calibre, estado de madurez, etc.) siempre que se aplique a especies y variedades bien estudiadas y en condiciones bien establecidas (Diehl y Box, 1985). Además el peso volumétrico indica que tan liviana o pesada es una semilla, referida a un volumen ocupado.

E) Tamaño o calibre. El grosor medido por el calibre conserva un valor apreciable para las semillas. Una semilla grande posee un germen y un albumen mayor que la pequeña, tiene más reservas y por lo tanto, germinará con más vigor, lo que representa una gran ventaja bajo condiciones difíciles de campo (Diehl y Box, 1985).

F) Forma, color, brillo, olor. La forma es importante desde el punto de vista práctico dadas las exigencias modernas para la realización de la siembra con maquinaria. El color para las semillas de algunas especies es indicativo de la edad y estado sanitario, así con el grado de humedad.

Por último el color de muchas semillas es típico y permite una rápida clasificación, así como también determinados estados

anormales como enmohecimiento, humedad en exceso, etc. (Diehl y Box, 1985).

2.2.1.3 Componente fisiológico.

Este se refiere a aquellos atributos que le proporcionan a la semilla viabilidad, alta capacidad de germinación y vigor para el establecimiento de nuevos individuos, dentro de un rango razonable de condiciones tanto de almacenaje como de campo (Bustamante y Orozco, 1986).

Los métodos para evaluar este componente son los siguientes:

A) Viabilidad. Este concepto indica el grado en que una semilla esta viva, metabólicamente activa y que posee las enzimas capaces de catalizar las reacciones necesarias para la germinación de la semilla y emergencia de la plántula (Bustamante y Orozco, 1986).

Uno de los métodos para determinarla es el uso de la sal de tetrazolio, que es un indicador de oxidación-reducción; este reactivo al contacto con el tejido vivo del embrión se reduce a un pigmento insoluble que tiñe el tejido de color rojo. En contacto con el tejido muerto permanece en forma incolora e insoluble (CIAT, 1979).

B) Germinación. Las semillas con buena germinación son aquellas que tiene la capacidad para producir plantas vigorosas bajo condiciones favorables. La buena germinación es quizá el factor más importante para que la semilla sea de buena calidad (CIAT, 1979).

El propósito de la prueba de germinación es determinar el porcentaje de semillas que, al ser puestas en condiciones favorables de humedad y temperatura, producen una planta normal (CIAT, 1979).

Delouche y Cadwell (citados por Santiago, 1988) indican que estas pruebas al someterse a condiciones óptimas de luz, humedad y temperatura, no evalúan adecuadamente el potencial de producción de la semilla; por lo tanto sugieren la inclusión de pruebas de vigor.

C) Vigor. Perry (1983) considera al vigor como la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel potencial de actividad y comportamiento de la misma o del lote de semilla durante la germinación y emergencia de las plántulas.

Por su parte la AOSCA (citada por Camargo, 1991) define vigor a aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y desarrollo normal de la plántula bajo un amplio rango de condiciones de campo.

Thomson (citado por Santiago, 1988) indica que no existe una definición precisa de vigor ya que hay diferentes clases de vigor y señala dos dificultades para definirlo: a) las condiciones adversas en que se efectúa la prueba no son siempre las mismas (estandarización) y b) el vigor no puede ser expresado con un valor numérico preciso.

La determinación del vigor permite predecir el comportamiento de un lote de semillas cuando las condiciones del medio ambiente no son del todo favorables para la germinación y emergencia de las plántulas. Esta prueba se complementa con la información obtenida

en las pruebas de germinación (Moreno, 1984).

Espinosa (1990) por su parte indica que la prueba de vigor se realiza bajo condiciones adversas que limiten o antepongan una restricción al establecimiento de las plántulas. Aquellas plántulas que presenten buen desarrollo se consideran como vigorosas.

Isely (citado por Virgen, 1983) clasifica las pruebas de vigor en:

a) pruebas directas; las cuales simulan condiciones favorables o desfavorables de campo. En este tipo de pruebas destacan: prueba de frío, velocidad de crecimiento en plántula y peso seco de esta, velocidad de germinación, primer conteo de emergencia, ladrillo molido (prueba de Hiltner) y envejecimiento acelerado.

b) pruebas indirectas; en las cuales se miden determinados atributos fisiológicos de la semilla que están relacionados con su comportamiento en campo. Este tipo de pruebas por lo general requieren de aparatos especializados o sustancias poco accesibles. Entre estas pruebas se tienen: prueba de metanol, prueba de tetrazolio, tasa de respiración, prueba de conductividad eléctrica, prueba de cambios de permeabilidad, niveles ATP.

2.2.1.4 Componente sanitario.

La finalidad de la prueba de sanidad es determinar que la semilla se encuentre libre de plagas y microorganismos como hongos, bacterias y virus que pudieran ir incluidos en ella (Bustamante y Orozco 1986). Este es un factor importante ya que en el caso

del frijol, aproximadamente el 50% de los agentes causantes de las enfermedades más importantes de este cultivo pueden ir dentro de la semilla; por lo tanto las semillas pueden constituirse en un medio de diseminación, así como en una fuente de inóculo primario de estas enfermedades (CIAT), 1979).

Valadez (citado por Santiago, 1988) señala tres formas de asociación semilla-patógeno: acompañamiento, transporte externo y transporte interno.

2.3. Factores que afectan la calidad de la semilla.

La semilla como unidad biológica esta sujeta a ser dañada en todo instante, y por consiguiente su manejo desde su producción hasta su siembra requiere un alto grado de cuidado y especialización. Esta especialización es necesaria para producir una semilla de alta calidad, para que ésta lleve dentro su más alto potencial genético (Moreno, 1984).

2.3.1. Factores ambientales que afectan la calidad de la semilla.

El ambiente en el cual se desarrolla la semilla en el campo, le confiere características de diversa manifestación, el daño que sufren las semilla durante esta etapa afectan directamente los eventos bioquímicos y fisiológicos que ocurren durante el desarrollo y la maduración de la semilla pudiendo llegar a ser

críticos para la calidad de las mismas, estos efectos se deben principalmente a factores climáticos, cuya estimación no es fácil de medir, existiendo poca información experimental al respecto (Gutiérrez y Miranda, citados por Torres, 1990).

Los factores que se consideran que afectan la calidad son las altas temperaturas y las excesivas precipitaciones. A este respecto Tekrony et al (1983) señalan que la acción de las altas temperaturas en las semillas se traducen en una germinación y vigor más reducidos.

Soplín (citado por Torres, 1991) considera que la presencia de lluvias frecuentes y prolongadas durante el intervalo desde la madurez fisiológica hasta la madurez de cosecha, son la causa principal del rápido y severo deterioro de la calidad de las semillas.

En el área de influencia del Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), uno de los problemas que se enfrentan en el cultivo del frijol son las pérdidas no estimadas debido a las condiciones ambientales; heladas, sequía, y granizo que llegan a presentarse en fases críticas como la floración, período de llenado de grano y durante la madurez fisiológica del cultivo (Virgen, 1986).

A este respecto Torres (1990) considera que en la producción de semilla es determinante la época de obtención de las mismas, sobre todo en aquellos climas en donde la distribución de las lluvias del temporal coinciden principalmente con la etapa de maduración y la cosecha del cultivo, esto trae como consecuencia serios problemas pues dificulta y retrasa la cosecha, además de

demeritarse la calidad de las semillas.

El CIAT (1979) señala que para la producción de semilla de frijol, son deseables sitios donde la precipitación oscile entre 100 y 300 mm, una baja humedad relativa del 40 al 60 %, y una temperatura durante el día de 25 a 30°C.

2.3.2. Factores biológicos que afectan la calidad de la semilla.

Los factores ya mencionados como la temperatura y humedad, están estrechamente ligados con la presencia y ataque de microorganismos en el campo, los cuales provocan un daño más marcado en las semillas (Torres, 1990).

Ellis y Gálves (citados por Torres, 1990) indican que durante las etapas de desarrollo de las plantas, pero en particular durante el período de la formación, la maduración y la cosecha de las semillas, es común la presencia de microorganismos causantes de enfermedades que en combinación con las condiciones ambientales dan como resultado el deterioro de la calidad de semilla, además de constituirse como un problema potencial debido a que las semillas son consideradas como excelente medio de transmisión de enfermedades.

Tekrony et al (1983), indica que cuando una semilla presenta algún daño debido a condiciones ambientales desfavorables, son invadidas por hongos de campo, además de provocar una demora en la cosecha causa un incremento en el porcentaje de infección reduciendo

severamente la calidad de la semilla.

En el área de influencia del CEVAMEX, la alta incidencia de plagas y enfermedades en el frijol reducen de un 30 a 40% la producción (Virgen et al, 1986).

El CIAT (1979) señala que el control de las plagas del frijol no solo reduce la presencia de enfermedades transmitidas por insectos vectores, sino que también evita los daños causados directamente a la semilla por otros insectos.

2.3.3. Factores que afectan la calidad en postcosecha.

Un aspecto importante en la producción de semillas es determinar la época idónea para realizar la labor de cosecha, ya que cuando la semilla es cosechada antes, tal vez no alcance su máximo peso seco o vigor de semilla, cuando la cosecha ocurre después hay un proceso rápido de deterioro por efecto de la temperatura y humedad del medio. En ambos casos el contenido de humedad de la semilla al ser alta provoca una mayor susceptibilidad al ataque por agentes patógenos lo que merma su calidad (Virgen et al, 1986).

Para el caso del frijol el CIAT (1979) señala que para obtener semilla de buena calidad hay que cosecharla con un contenido de humedad relativamente alto (18-20%), luego trillarla cuando tenga un 14 o un 15 % de humedad ya que la semilla puede calentarse y deteriorarse; por lo tanto no se debe secar hasta el punto en que tenga un 12% de humedad menos.

Miranda (citado por Torres ,1990) menciona que debido a la

ejecución inadecuada de las operaciones de la cosecha causa severos daños a las semillas principalmente de naturaleza mecánica, aunque el efecto inmediato de tal daño no es generalmente serio, pero si sus efectos retardados, ya que paulatinamente van reduciendo la vida de las semillas.

Los daños mecánicos no sólo afectan la apariencia física de las semillas sino que también sus efectos y consecuencias son mucho más serias ya que provocan: disminución de la viabilidad y el vigor, susceptibilidad al tratamiento químico y susceptibilidad al ataque de microorganismos.

Torres (1990) cita a diversos autores quienes coinciden en señalar que el almacenamiento es uno de los factores más importantes dentro del proceso de la producción de semilla de alta calidad, el cual implica el conservar la calidad que la semilla logró en el campo y que debe mantenerse en un alto nivel tanto genético, fisiológica, sanitaria y físicamente, durante todo el tiempo necesario bajo las condiciones posibles de almacenamiento reduciendo en un alto grado el deterioro de la calidad de las semillas. Se considera que el contenido de humedad y la temperatura de la semilla son los factores más importantes que influyen en el almacenamiento, sobre todo el contenido de humedad de la semilla el cual está en función de la humedad relativa del ambiente, por lo tanto, si el contenido de humedad de la semilla se incrementa, se acelera la actividad biológica (velocidad de respiración) provocando que la masa de semillas produzca el suficiente calor

como para dañar las semillas, ocasionando el agotamiento de las reservas alimenticias.

El CIAT (1979) indica que el contenido de humedad de la semilla y la temperatura de la bodega se determinan tomando como base el tiempo durante el cual la semilla va a ser almacenada.

Las condiciones bajo las cuales se transporta la semilla pueden ser críticas si el transporte dura varios días y la temperatura y las condiciones de humedad relativa son altas. En este caso se recomienda reducir el tiempo de transporte y proveer las condiciones que minimicen el efecto de la temperatura y de la humedad relativa (CIAT, 1979).

2.4. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento de semilla de frijol.

Los estudios de densidad de población permiten conocer los mecanismos de respuesta de la planta a las diferentes densidades que generan cambios en los componentes del rendimiento. (Rocha, 1984).

Kohashi (1990) señala que los elementos que constituyen el rendimiento expresado en peso de semilla por metro cuadrado equivale al producto de los componentes: número de semillas por metro cuadrado y tamaño de semilla (peso medio de una semilla). A su vez, el número de semillas tendría como componentes el número de vainas normales a la cosecha y el número promedio de semillas por vaina. Además consigna que el rendimiento y gran número de sus

componentes son afectados en forma significativa por la densidad de población:

Holliday (citado por Rocha, 1984) menciona que la densidad afecta el rendimiento. Presentándose dos relaciones al incrementar en amplias variaciones los valores de densidad de población:

1. Una asintótica en la cual al incrementar la densidad, el rendimiento se eleva a un máximo y se mantiene relativamente constante a altas densidades.
2. Una relación parabólica en donde los rendimientos se elevan a un máximo y después declinan a altas densidades.

Westerman y Crothers (citados por Lemos, 1982) indican que el mayor potencial para lograr aumentos en el rendimiento de semilla bajo condiciones de alta densidad de población corresponde a las variedades determinadas. Sin embargo, esto es válido hasta un cierto límite después del cual no se tienen incrementos en el rendimiento.

Ibarra et al (1980) por su parte indican que cuando se tienen densidades de población bajas, habrá más espacio entre las plantas, el cual será invadido por malezas y así el ataque de insectos será más severo. Por el contrario, si se tienen demasiadas plantas habrá mayor competencia entre ellas por luz, agua y nutrientes, generándose al mismo tiempo un microclima que favorece la presencia de enfermedades fungosas. Y que la práctica de densidad de población es un componente de tecnología que afecta el rendimiento de las variedades.

Agudelo et al (citados por Escalante, 1982) al ensayar cuatro

densidades de población en variedades de mata y semaja, encontró que el máximo rendimiento se obtuvo con la variedad tipo mata en la densidad alta. Mientras que la variedad de semiguia no mostró cambios significativos en el rendimiento por efecto de la densidad de población.

Entre los autores Pinchinat y Edje et al (citados por Escalante, 1982) existió consenso al encontrar que existe una tendencia a disminuir el rendimiento de semilla de frijol en variedades de crecimiento indeterminado al aumentar la densidad de población. Aguilar et al (citados por Costa, 1981)) determinaron la influencia de la densidad de población en variedades de frijol de tipo indeterminado. Concluyendo: I) En cuanto a rendimiento, dependiendo de la variedad, este aumenta al aumentar la densidad, teniendo en cuenta que hay un óptimo a partir del cual no hay respuesta. II) En cuanto al rendimiento por planta este es mayor a más bajas densidades y disminuye a medida que aumenta la densidad (coincidiendo con los planteamientos antes mencionados). III) el número de ramas aumenta a medida que disminuye la densidad. A bajas densidades el mayor porcentaje de rendimiento se encuentra en las ramas. IV) El número de vainas/m² es menor a bajas densidades, pero se encuentra mayor número de vainas por planta. V) El peso seco por planta es mayor a bajas densidades.

El CIAT (1974) (citado por Ibarra et al, 1980) ha realizado estudios sobre densidad de población en frijol. Los resultados obtenidos señalan que con 370,000 plantas/ha se obtienen los mejores rendimientos.

Ibarra et al (1980) utilizaron la variedad Jamapa para determinar el efecto de la densidad de siembra y arreglos topológicos, sobre el rendimiento. Los resultados indicaron que hubo diferencia significativa entre arreglos topológicos, y que existe una tendencia hacia la reducción de los rendimientos a medida que se disminuyen las distancias entre hileras de siembra de 60 a 30 cm. y las densidades de población de 400,000 a 100,000 pl/ha.

Costa (1981) al estudiar diferentes densidades de población durante dos ciclos, encontró que las variedades Canario-107 y M-12-A-3 presentaron mayor producción en el intervalo de densidad poblacional de 16 a 22 pl/m²; Flor de Mayo entre 7 a 10 pl/m². Los mayores rendimientos fueron en las densidades de 22 pl/m² para las variedades Canario-107 y M-12-A-3 y 10 pl/m² para la variedad Flor de Mayo. Los resultados obtenidos con la variedad Negro-150 no permitieron definir la mejor densidad de población debido a que hasta 28 pl/m² (mayor densidad utilizada) la producción de semilla/área siguió aumentando. Recomienda evaluar el comportamiento de esta variedad a densidades de población más elevadas.

Escalante (1982) estudió el efecto de cinco densidades de población en la variedad Michoacán-12-A-3, concluyendo que el rendimiento de semilla por planta fue afectado por los cambios de densidad, encontrando que las plantas a densidad 17.6 pl/m² mostraron un rendimiento más alto, el cual disminuyó conforme se incrementó la densidad. Sugirió que este comportamiento se debe al hecho observado de que las plantas que tuvieron menor competencia,

produjeron mayor número de semillas normales, semillas de mayor tamaño, mayor número de vainas con semilla, así como un mayor número de yemas primarias, en relación a las plantas que se desarrollan en densidades mayores.

Lemos (1982) estudió el comportamiento de características morfológicas dinámica de floración y llenado de vaina en las variedades Canario-107, Michoacán 12-A-3, Negro 150 y Flor de Mayo X-16441, bajo diferentes densidades de población en dos ciclos de cultivo en Chapingo. Encontró que el rendimiento por planta disminuyó en todas las variedades a medida que aumenta la densidad de población. Esa disminución estuvo relacionada a la reducción en el número de vainas por planta. Sin embargo, el rendimiento no varió de manera significativa entre densidades en todas las variedades, y en los dos años de cultivo. Este hecho lo explicó por una reducción drástica (mayor al 70%) en el rendimiento por planta en las densidades altas, lo que no permitió una compensación por parte del número de plantas/m². Cuando la diferencia de rendimiento por planta es muy grande (mayor a un 70%) entre la densidad más baja y la más alta, disminuye la probabilidad de ocurrir diferencia significativa entre densidades de población con relación al rendimiento.

Rocha (1984) al estudiar varias densidades de población en la variedad Flor de Mayo X-16441, encontró que esta variedad mostró un comportamiento plástico al variar la densidad de población de 1 a 3 plantas por m², lo que supone una reducción en sus componentes por planta para mantener estable el rendimiento de semilla por m².

Aguilar et al (citados por Monroy, 1991) concluyen en forma general que a medida que aumenta el número de plantas por unidad de área de siembra, disminuye el peso de la planta; esta disminución en el pesos seco de las semillas por planta conlleva a bajos rendimientos.

González (1984) en Hayarit ensayó durante dos ciclos de cultivo diversas densidades de población en la variedad Jamapa, con la finalidad de determinar el efecto sobre el tamaño de semilla de frijol. Concluyendo que: a) Se presentaron variaciones en tamaño de semilla, tanto en un ciclo como entre ciclos, donde el rendimiento promedio de semilla por kg. fue de 4740 pudiendo variar entre 365. b) Dicha variación fue influenciada por el medio ambiente principalmente. c) La inestabilidad afecta los kilogramos a utilizar en la siembra, por lo tanto la densidad de población. d) Es necesario que el grano destinado para semilla sea seleccionado por tamaños.

Espinosa (1988a) ensayo en Chapingo tres distancias entre surcos y cuatro distancias entre plantas, utilizando la variedad de hábito de crecimiento determinado Bayomex. Encontró que la distancia entre surcos de 0.80 m y la distancia entre plantas de 0.08 m que arroja una densidad de población de 156,250 pl/ha es la más apropiada para la variedad Bayomex, ya que se obtiene buena calidad física de semilla y un rendimiento de 2800 kg/ha de semilla .

Espinosa (1988b) estudio en Chapingo tres distancias entre surcos y cuatro distancias entre plantas, en la variedad Bayo Mecentral. Encontró que con la distancia entre surcos de 80 cm se propician

mayor producción que bajo las otras separaciones (60, 100 cm). Con respecto a distancia entre plantas observó que con 5 y 10 cm se presentaron los rendimientos totales de semilla más altos (2571 y 2483 kg/ha respectivamente), aún con 15 cm de distancia se logra un rendimiento aceptable (2334 kg/ha). Concluyó que la distancia entre surcos y plantas más apropiada para la producción de semilla básica y registrada de frijol variedad Bayo Mecentral es de 0.80 m y de 15 y 20 cm respectivamente. Para semilla certificada la separación debe ser de emplear 0.80 m de separación entre surcos y 10 cm entre plantas.

Rivas (1988) ensayo en Chapingo en la variedad Bayo Mecentral 16 tratamientos, empleando densidades de población de 34,722 a 250,000 pl/ha dosis de fertilización de 40-40-00 y 00-00-00, con la finalidad de encontrar la densidad de población y dosis de fertilización adecuada para producir semilla de calidad. Encontró que hubo diferencias en rendimiento determinadas por la densidad de población. Y la densidad de población y tratamiento fertilizante que permitió obtener el mejor rendimiento fueron 125,000 pl/ha y 40-40-00 respectivamente.

Balderas y González (1992) en Nayarit ensayaron la respuesta de frijol a diferentes dosis de fertilización y densidades de población, en la variedad Jamapa. Los niveles de fertilización fueron 30 a 75 kg de nitrógeno, 30 a 60 kg/ha de fósforo y densidad de población de 200 a 350 mil pl/ha. Encontraron que el tratamiento sobresaliente fue 60-40-300 (N-P-DP) con 1149 kg/ha; al comparar este tratamiento con el que produjo 857 kg/ha

(60-40-250 de N-P-DP), señalaron que la densidad de población es un elemento clave en la producción de frijol. Finalmente consideraron que el tratamiento 60-40-300 (N-P-DP) es el que ofrece mayor producción y ganancia.

En resumen se puede señalar que la densidad de población tiene un efecto significativo sobre el rendimiento de frijol, observándose en general que la variación del rendimiento esta en función del hábito de crecimiento de la variedad. Determinándose que las variedades de crecimiento determinado son las que responden mejor a cambios de densidad de población, mientras que las variedades de crecimiento indeterminado tienden a disminuir su rendimiento a medida que se eleva la densidad de población.

2.4.1. Efecto de la densidad de población en los componentes morfológicos del rendimiento.

Los componentes del rendimiento son factores que regulan la producción final de la semilla en la planta. Siendo los componentes morfológicos los que de una forma cuantitativa afectan el rendimiento, es decir, tamaño, número y peso de ellos determinará la magnitud del rendimiento (Rocha, 1984).

En el cultivo del frijol se han realizado trabajos en componentes de rendimiento, mediante los cuales se ha podido determinar que el número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de granos, son los componentes del rendimiento más importantes (Rojas et al, 1975).

Bastidas y Camacho (citados López, 1990) indican que el tamaño de las semillas por vaina no es afectado por las variaciones de competencia entre plantas. Sin embargo, el número de vainas por planta, número de semillas por planta y número de ramas por planta si disminuyen conforme aumenta la competencia entre plantas. Por otra parte, al reducir las distancias entre surcos y plantas disminuye el número de vainas por planta y se incrementa la altura de planta.

Westermann y Crothers (citados por Lemos, 1982) al estudiar el efecto de la densidad de población en los componentes del rendimiento determinaron que en las variedades estudiadas el número de vainas por planta aumentó linealmente a medida que disminuyó la densidad de población. En las variedades indeterminadas el número de semillas por vaina y el peso de la semilla también aumentaron al disminuir la densidad de población, pero en las variedades determinadas permaneció relativamente constante. Por tanto, el rendimiento de semilla por área es relativamente constante en un amplio rango de población de plantas en las variedades indeterminadas, pero en las determinadas, disminuye a medida que disminuye la población de plantas. También indica que las variedades determinadas están sujetas a menos estrés de competencia que las indeterminadas en las poblaciones mayores.

2.4.1.1 Número de vainas por planta.

Rocha (1984) cita a diversos autores quienes coinciden en señalar que el número de vainas normales por planta y por unidad de superficie es el componente del rendimiento más importante en el frijol. El número de vainas con semilla por planta tiende a ser bajo en altas densidades de población. Cuando la densidad de población es baja el número de vainas es mayor, pero el número de semillas por vaina es menor. Este mecanismo de compensación explica porque dentro de un cierto rango de densidades de población el rendimiento de semilla no es afectado.

Este planteamiento se confirma con las investigaciones de Costa (1981) quien concluyó que las variedades tipo guía (Negro-150 y Flor de Mayo) sufren una mayor reducción en el número de vainas por planta, por el efecto del aumento de la densidad de población, que las variedades tipo mata (Canario-107) y mateado (Michoacán-12-A-3). Sugiriendo que las variedades tipo guía poseen una mayor plasticidad en relación a las de tipo mata y mateado.

Lemos (1982) encontró que de los componentes del rendimiento el que presentó mayor grado de plasticidad fue el número de vainas normales por planta, cuando se sometió el frijol a diferentes densidades de población. Además determinó que el número de vainas por planta estuvo relacionado al número de ramas, nudos y racimos por planta, que son componentes morfológicos de alta plasticidad. Cualquier cambio en estos componentes afectó en mayor o menor grado el número de vainas por planta.

Escalante (1982) en un ensayo sobre el efecto de la densidad de población en dos variedades, encontró que la densidad baja influyó para que el frijol mostrará el mayor número de vainas con grano por planta; en cambio, las plantas con densidades altas (53.3 pl/m²) produjeron el menor número de vainas. En la interacción variedad por densidad encontró que, la variedad Michoacán 12-A-3 con la densidad de 17.6 pl/m², mostró el mayor número de vainas con grano mientras que la variedad Canario 107 con 53.3 pl/m² mostró el menor número. Detectando que el mayor número de vainas con grano corresponde a las plantas sembradas a bajas densidades y el menor a las sembradas en alta densidad.

Espinosa (1988a) encontró diferencias altamente significativas para el número de vainas por planta en los factores de variación distancia entre plantas y distancia entre surcos; a medida que aumenta la distancia entre surcos y entre plantas el número de vainas tiende a ser mayor.

Situación similar encontró Rivas (1988) en donde observó que a menores densidades de población hay mayor número promedio de vainas por planta y viceversa a mayor densidad hay menor número promedio de vainas por planta.

2.4.1.2 Número de semillas por vaina.

Díaz (citado por Lemos, 1982) al estudiar el efecto de la densidad de población en variedades de frijol de crecimiento determinado e indeterminado, encontró que uno de los caracteres afectados en las variedades indeterminadas fue el número de semillas por planta, mientras que el promedio de las semillas por vaina no se vio afectado. En la variedad arbustiva la densidad no afectó estos caracteres.

Costa (1981) determinó que en general las variedades no presentan variación en el número de semilla por vaina en las diferentes densidades de población. Sin embargo todas las variedades presentaron disminución en el número de semilla por planta con el aumento de la densidad de población.

Escalante (1982) observó que el frijol en densidades bajas mostró el mayor número de granos normales/vaina, y en densidades altas

tendió a disminuir el número de granos/vaina; mientras que Lemos (1982) observó que la densidad de población no afectó el número de semillas por vaina.

2.4.1.3 Peso de semilla.

Harper (citado por López, 1982) señala que la semilla es uno de los órganos menos plásticos de la planta; las plantas responden fenotípicamente al desequilibrio fisiológico por variar todos los

otros componentes del rendimiento antes de que se afecte el tamaño de la semilla. Esto sugiere que el tamaño de la semilla puede ser de importancia mucho más crucial en la evolución que su número. Y el tamaño de semilla está relacionado con el rendimiento y se encuentra influenciado por la variedad.

El peso individual promedio de la semilla es el último de los componentes fijados a lo largo de la ontogenia de las plantas, y por esto sería a la vez el menos afectado por una mayor competencia (Rojas et al., 1975). Este carácter, al igual que el número de semillas por planta, permanece casi constante al variar la densidad de población. Sin embargo, parece ser que se manifiestan diferencias significativas al comparar este carácter en plantas con densidades extremas (Reyes, citado por Rocha, 1984).

Costa (1981) determinó que las variedades Canario-107 (tipo mata) y Flor de Mayo (tipo guía) presentaron un mayor peso de cien semillas en condiciones de competencia poblacional que en condiciones de planta aislada, lo que fue acompañado por la reducción en el número de semillas por planta. Esto podrá deberse a que con la disminución en el número de semilla ocurrió una reducción en los puntos de demanda, permitiendo una mayor asignación de fotosintatos por semilla.

Escalante (1982) determinó que las plantas sembradas a densidades de 17.6, 21.3 y 35.5 pl/m², mostraron un mayor peso del grano con 229.2, 224.0 y 222.7 mg. respectivamente y las sembradas a 26.6 y 53.3 pl/m², fue menor su peso de grano con 188.4 y 182.8 mg respectivamente. Respecto al efecto de la interacción se encontró

que la variedad Canario 107, con la densidad de 21.3 pl/m² mostró granos de mayor peso (293.9 mg), mientras que la variedad Michoacán 12-A-3 con la densidad de 53 pl/m², fue menor el peso de grano (124.1 mg).

Lemos (1982) determinó que el peso de semilla no se vio afectado bajo diferentes densidades de población. Por su parte Espinosa (1988b) observó que a medida que se disminuía la densidad de población, la semilla tendía a obtener mayor peso.

De los planteamientos anteriores se puede concluir que el componente de rendimiento número de vainas por planta es el más afectado por efecto de la densidad de población.

2.5. Efecto de la densidad de población en componentes de calidad de semilla.

Dentro de las prácticas agronómicas la densidad de población juega un papel importante en la productividad y calidad de semilla. Mediante el ensayo de densidades de población se permite definir bajo cual de ellas se obtiene un grado de calidad aceptable.

Ruiz et al (1988) con el propósito de obtener información sobre el manejo del cultivo en frijol para obtener semilla de buena calidad; ensayaron cuatro densidades de población y siete tratamientos de fertilización, utilizando la variedad Bayomex, la semilla producida se clasificó en grande, mediana y chica para determinar su calidad. Observando una tendencia a disminuir el tamaño medio y a un aumento de los tamaños grande y chico conforme

la distancia entre plantas fue mayor, independientemente de los tratamientos de fertilización.

Espinosa (1988a) al estudiar distancias entre surcos y distancias entre plantas, determinó que existe influencia directa de la distancia entre plantas en la proporción de semilla grande que se produce.

Espinosa (1988b) en la variedad Bayo Mecentral al ensayar distancias entre surcos y distancias entre plantas, observó una tendencia a aumentar el rendimiento de semilla grande a medida que disminuía la distancia entre plantas y surcos; el peso hectolítrico aumentó a medida que se incrementó la distancia entre surcos, mientras que en la distancia entre plantas a 10 y 15 cm el peso fue el mismo y a 5 y 20 tendía a disminuir. Con estos resultados se concluyó que hay influencia de la distancia entre surcos y entre plantas en la calidad de la semilla, recomendando la distancia entre surcos y plantas de 0.80 m; 15 y 20 cm respectivamente. Bajo estas distancias se logra calidad y rendimiento aceptable.

Rivas (1988) observó cierta tendencia a la obtención de una mayor cantidad de kg de semilla de tamaño grande bajo densidades bajas. Concluyó que la densidad de población influye directamente en productividad, y además afecta de manera indirecta la incidencia de enfermedades en la planta y semilla propiciando reducciones en la calidad germinativa de esta.

De acuerdo a los planteamientos anteriores se observa que el tamaño de la semilla es uno de los requisitos para obtener semilla

de calidad, siendo el tamaño grande, el que se percibe. Sobre el tamaño de la semilla Dhillon y Kler (citados por Virgen, 1983) plantean lo siguiente:

a) Las plántulas provenientes de semillas grandes, por lo general, muestran una superioridad inicial pero se va perdiendo en el transcurso de la estación de crecimiento, principalmente en cultivos de ciclo largo.

b) La rapidez de emergencia es superior en semilla chica, a pesar de algunas excepciones, tienen un contenido de proteínas superior y más clorofila. Estas son las razones para su crecimiento acelerado.

c) El tamaño de semilla es un término que puede ser interpretado en forma diferente.

d) Las plantas de semilla chica parecen ser más eficientes como resultado de un sistema radical extensivo y una mayor eficiencia fotosintética.

Copeland (citado por Virgen, 1983) indica que al utilizar únicamente semillas grandes usualmente da como resultado un incremento en los porcentajes de germinación y una emergencia rápida, aunque ocasionalmente las semillas grandes se comportan muy pobremente.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Características del área de estudio.

3.1.1. Ubicación geográfica.

El presente trabajo se desarrolló en terrenos del Campo Experimental del "Valle de México" (CEVAMEX), ubicado geográficamente en los 19°29' de latitud norte y 98°53' de longitud oeste, a una altura de 2240 msnm.

3.1.2. Suelos.

Los suelos tienen pendientes del 1 a 2%, son francos o migajón arenosos y de buena profundidad. Poseen un pH de 6.8 a 7.2, ricos en materia orgánica, nitrógeno y potasio, sin problemas de salinidad, su color es café a café grisáceo (López, 1990)

3.1.3. Clima.

En base a la modificación de García (1973) al sistema de clasificación climática de Köppen, e presenta el clima C (wo) (w) b (1') g; definiéndose como templado subhúmedo, el más seco de los subhúmedos con una precipitación media anual de 500 - 700 mm, con una oscilación térmica de 5°C a 7°C.

3.2. Material Genético.

Las variedades utilizadas fueron: Flor de Mayo Bajío, Flor de Mayo Común, Flor de Mayo RMC, Flor de Durazno, Bayomex, Bayo Mecentral y Negro. Perla cuyas características generales se muestran en el Cuadro 1.

3.3. Densidades de Población Evaluadas.

Se evaluaron las densidades de población 100,000; 200,000 y 300,000 plantas por hectárea. El número de plantas por densidad de población se ajusto a la superficie de las unidades experimentales.

3.4. Diseño Experimental.

El diseño experimental utilizado fue un factorial $3 \times 7 \times 3$ (Densidad x variedad x bloque) con distribución en bloques al azar, generandose 21 tratamientos (Cuadro 2) y un total de 63 unidades experimentales. La unidad experimental consistió en 4 surcos de 5 m de longitud, a una distancia entre surcos de 0.80 m; como parcela útil se consideraron 2 surcos centrales.

Cuadro 1. Características de las variedades utilizadas.

Variedad	Hábito de crecimiento	Días a floración	Madurez fisiológica	Grado de resistencia		
				A*	R	B
Flor de Mayo Bajo	III Indeterminado	54	114	T**	T	S
Flor de Mayo Común	III Indeterminado	58	120	R	R	S
Flor de Mayo RMC	III Indeterminado	55	115	S	S	S
Flor de Durazno-90	I Determinado	48	111	R	R	S
Bayo Mecentral	III Indeterminado	55	115	R	T	S
Bayomex	I Determinado	50	105	R	R	T
Negro Perla	I Determinado	50	105	T	T	S

* A = Antracnosis; R = Roya; B = Bacteriosis.

** T = Tolerante; R= Resistente; S = Susceptible.

FUENTE: M.C. Albino Campos Escudero, Investigador del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol (CEVAMEX).

3.5. Modelo estadístico.

El análisis estadístico de acuerdo a Reyes (1992) fue un factorial en arreglo combinatorio con distribución en bloques al azar; cuyo modelo y procedimiento es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_k + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Observaciones con el nivel i de A, j de B, en el bloque k .

M = Efecto medio verdadero (media general).

B_k = Efecto del bloque k .

A_i = Efecto del nivel i de A.

B_j = Efecto del nivel j de B.

AB_{ij} = Efecto de la interacción A y B.

E_{ijk} = Error asociado a Y_{ijk} .

Factor	Niveles
Variedades: A = 7	a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 $i = 1, \dots, a$
Densidades: B = 3	b1 b2 b3 $j = 1, \dots, b$
Bloques: C = 3	K = 1, \dots, n

$$1. F.C. = \frac{\sum x^2 \dots}{abn}$$

$$2. S.C.total = \sum x^2 ijk - FC$$

$$3. S.C.tratamientos = \sum x^2 ijk - FC$$

$$4. S.C.bloques = \frac{\sum x^2 \dots k}{ab} - FC$$

$$5. S.C.error = S.C.total - (S.C.tratamientos + S.C.bloques)$$

$$6. S.C.variedades = \frac{\sum x^2 i \dots}{bn} - FC$$

$$7. S.C.densidades = \frac{\sum x^2 j \dots}{an} - FC$$

$$8. S.C.varxden. = \left(\frac{\sum x^2 ij}{n} - FC \right)$$

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (comparación múltiple), con un nivel de significancia del 0.05.

El análisis de varianza y la comparación de medias se realizaron mediante el sistema computacional Statical Analysis System (SAS).

Cuadro 2. Relación de tratamientos generados.

Tratamiento	Variedad	Densidad de Población (pl/ha)
1	Flor de Mayo Bajío	100,000
2	Flor de Mayo Bajío	200,000
3	Flor de Mayo Bajío	300,000
4	Flor de Mayo RMC	100,000
5	Flor de Mayo RMC	200,000
6	Flor de Mayo RMC	300,000
7	Flor de Mayo Común	100,000
8	Flor de Mayo Común	200,000
9	Flor de Mayo Común	300,000
10	Flor de Durazno	100,000
11	Flor de Durazno	200,000
12	Flor de Durazno	300,000
13	Bayo Mecentral	100,000
14	Bayo Mecentral	200,000
15	Bayo Mecentral	300,000
16	Bayomex	100,000
17	Bayomex	200,000
18	Bayomex	300,000
19	Negro Perla	100,000
20	Negro Perla	200,000
21	Negro Perla	300,000

3.6. Siembra.

La siembra se realizó el 25 de junio de 1992, acompañada de la fertilización con la fórmula 40-40-40 utilizando las fuentes urea, superfosfato de calcio triple y cloruro de potasio. Se aplicó un riego a los ocho días de la siembra.

3.7. Labores culturales.

Se efectuó una escarda 50 días después de la siembra; el control de malezas se realizó de forma manual, conforme se requirió. Durante el ciclo no hubo incidencia de plagas; sin embargo, durante el período de llenado de grano se presentaron constantes lluvias acompañadas de granizo lo que provocó abscisión de órganos reproductivos y vainas, además de la proliferación de enfermedades impidiendo a la vez su control.

3.8. Cosecha.

Se efectuó el 3 de noviembre de 1992 en forma manual, cosechando los dos surcos centrales; la cosecha de cada parcela se colocó en costales los que se mantuvieron una semana en la secadora a 32°C, posteriormente se trillaron y se realizaron las evaluaciones correspondientes.

3.9. Parámetros evaluados.

3.9.1. Altura de planta.

Se eligieron 5 plantas al azar por parcela útil, se midió en cm al final de la floración. En las variedades de hábito indeterminado se midió desde la base de inserción de las raíces hasta el último meristemo apical del tallo. En las plantas de hábito determinado se midió hasta el ápice del último racimo floral.

3.9.2. Número de vainas por planta.

Se eligieron 5 plantas al azar por parcela útil y se contabilizó el número de vainas que presentó cada una, posteriormente se obtuvo el promedio.

3.9.3. Número de semillas por vaina.

De las 5 plantas seleccionadas para contar vainas por planta, se eligieron 5 vainas por plantas se contó el número de semillas que tuvieron cada una.

3.9.4. Rendimiento total de semilla.

Se pesó el total de la semilla obtenida por parcela útil y se hizo la conversión a kg/ha (al 14% de humedad).

3.9.5. Rendimiento comercial de semilla.

El rendimiento comercial se consideró a la semilla libre de daños mecánicos, por plagas y enfermedades

3.9.6. Tamaño de semilla.

La semilla obtenida por parcela útil se paso por unas cribas de 8, 7.5 y 6.5 mm de diámetro. Se obtuvo el peso de cada tamaño (grande, mediano y chica respectivamente) y se estimó el porcentaje de cada una.

3.9.7. Peso de 200 semillas.

Se contaron 200 semillas por parcela útil y se pesaron, obteniendo el peso en gramos.

3.9.8. Peso volumétrico.

Se llenó un volumen conocido de semilla posteriormente se peso y se estimó en gramos por litro.

3.9.9. Velocidad de emergencia.

Se colocaron 40 semillas por tratamiento (cuadro 2) con tres repeticiones en una cama de siembra bajo invernadero, se cubrieron con una capa de arena con un espesor de 10 cm. Se hicieron conteos cada tercer día del número de plántulas emergidas, hasta llegar al máximo de plántulas emergidas. Se aplicó la fórmula propuesta por Gelmond (Citado por Santiago, 1988):

$$V.E. = X_{1/1} + X_{2/2} \dots + X_{1-1} / n-1 + X_1 / n$$

Donde:

V.E. = Velocidad de emergencia.

X₁ = Número de plántulas emergidas por día.

n = Número de días después de la siembra.

3.9.10. Porcentaje de germinación.

Se colocaron a germinar en charolas 100 semillas envueltas en papel poroso de cada unidad experimental. El porcentaje de germinación se determinó en base al número de plántulas normales germinadas.

3.9.11. Vigor.

De las semillas colocadas para determinar velocidad de emergencia, se extrajeron 5 plantas por unidad experimental en el mismo momento, se pusieron a secar para después pesarlas y reportar como peso seco de la parte aérea promedio de una plántula en mg.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

En el Cuadro 3 se muestran los cuadrados medios y significancia estadística obtenidos para los factores: variedades, densidad de población y su interacción. En esto se puede apreciar que para el factor variedad hubo una alta significancia para la mayor parte de las variables evaluadas; existiendo sólo una diferencia significativa para la variable porcentaje de germinación. Para el factor densidad de población existió una alta significancia para las variables rendimiento total, altura de planta, no. de vainas por planta, no. de semillas por vaina y peso seco de la parte aérea; las variables con una diferencia significativa fueron: rendimiento comercial, % de semilla mediana y peso volumétrico. Estas diferencias sugieren que estas variables pueden ser modificadas por la densidad de población.

Las variables que no presentaron significancia fueron: peso de 200 semillas, % de semilla grande y chica, velocidad de emergencia y porcentaje de germinación.

La interacción variedad x densidad de población mostró una alta significancia para las variables rendimiento total y comercial, altura de planta y vigor, y una diferencia significativa para la variable velocidad de emergencia. Esto indica que existió una respuesta diferencial de las variedades al factor densidad de población; y no así para el resto de las variables quienes no mostraron significancia.

Así mismo en este cuadro se puede apreciar que las variables con

mayor variación fueron no. de vainas por planta, % de semilla grande y velocidad de emergencia, dado que sus coeficientes de variación tuvieron valores mayores del 20%.

La comparación de medias para el conjunto de variables evaluadas del factor variedades se muestra en el Cuadro 4, y para el factor densidad de población en el Cuadro 5.

4.1. Rendimiento total de semilla (kg/ha).

El análisis de varianza factorial para la variable rendimiento total de semilla, indicó una alta significancia para los factores variedad, densidad de población así como en interacción. El coeficiente de variación fue del 12.45%, y la media experimental de 789.24 kg/ha.

La comparación de medias para el factor variedad se muestra en el Cuadro 4, en el que se aprecian cinco grupos de significancia. De acuerdo a esta comparación de medias, las variedades con el mayor rendimiento obtenido fueron Bayomex y Negro Perla, seguidas de Flor de Durazno quien no presentó igualdad estadística con el resto de las variedades, esta misma situación ocurrió con la variedad Bayo Mecentral; por su parte las variedades Flor de Mayo Bajío y RMC se ubicaron en el mismo grupo de significancia; la variedad Flor de Mayo Común obtuvo el más bajo rendimiento, ubicándose en el último grupo estadístico.

Nota: cada vez que se haga referencia a la comparación de medias de los factores variedades y densidad de población, remitirse a los cuadros 4 y 5 respectivamente.

Cuadro 3. Cuadrados medios y significancia estadística para el conjunto de variables evaluadas en siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992).

Variables	Variedades C.M.	Densidad de población C.M.	Interacción var x den C.M.	C.V. %	\bar{x}
Rendimiento total (kg/ha)	829356.71 **	282941.86 **	40932.85 **	12.45	789.24
Rend. comercial (kg/ha)	773262.80 **	49931.39 **	25633.76 **	19.28	517.03
Porcentaje semilla gde.	8760.26 **	6.22 NS	28.52 NS	22.32	25.59
Porcentaje semilla med.	1026.44 **	52.05 *	27.47 NS	16.78	23.27
Porcentaje semilla chica	9870.09 **	92.16 NS	24.22 NS	10.66	51.88
Peso volumétrico (g/l)	11052.05 **	821.97 *	259.25 NS	2.32	709.90
Velocidad de emergencia	4.08 **	2.76 NS	2.45 *	28.31	3.54
Porcentaje de germinación	60.24 *	60.68 NS	34.14 NS	5.14	92.30
Vigor (peso seco) (mg)	172260.84 **	93458.75 **	35823.54 **	15.20	651.26
Altura de planta (cm)	2684.87 **	152.31 **	45.48 **	5.24	59.01
No. vainas por planta	66.17 **	90.49 **	5.75 NS	27.88	9.84
No. semillas por vaina	2.44 **	1.06 **	0.34 NS	10.32	4.11
Peso de 200 semillas (g)	1887.66 **	5.63 NS	10.29 NS	5.13	58.12

* Diferencia significativa

** Diferencia altamente significativa

NS Diferencia no significativa

Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) para el factor variedades, bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992).

Variables	Flor de Mayo Bajío	Flor de Mayo RMC	Flor de Mayo Comán	Flor de Durazno	Bayo Mecentral	Bayomex	Negro Perla	D.S.H. (0.05)
Rendimiento total (kg/ha)	574 D*	540 D	394 E	931 B	782 C	1204 A	1099 A	144
Rend. Comercial (kg/ha)	307 C	240 C	234 C	715 B	376 C	894 A	853 AB	146
Porcentaje semilla gde.	4.37 C	2.28 C	3.18 C	82.80 A	36.54 B	42.99 B	0.00 C	8.03
Porcentaje semilla med.	24.40 C	24.42 C	27.19 BC	15.61 D	37.75 A	31.81 AB	4.79 E	5.72
Porcentaje semilla chica	70.27 B	72.04 B	69.59 B	3.59 D	24.44 C	26.09 C	92.21 A	8.09
Peso volumétrico (p/l)	679.17 CD	679.17 CD	693.61 C	658.61 D	726.70 B	723.53 AB	753.77 A	23.88
Velocidad de emergencia	3.5 AB	3.5 AB	4.7 A	2.6 B	3.7 AB	2.8 B	3.9 A	1.5
Porcent. de germinación	92.6 AB	92.3 AB	95.2 AB	95.8 A	87.1 B	92.8 AB	92.3 AB	7.0
Vigor (peso seco) (m \bar{p})	386 C	539 B	620 B	783 A	619 B	797 A	663 AB	140
Altura de planta (cm)	79.6 A	79.6 A	71.8 B	46.3 CD	50.3 C	44.7 DE	40.8 E	4.5
No. vainas por planta	9 B	8 B	8 B	9 B	10 B	11 B	16 A	4
No. semillas por vaina	4.0 B	4.8 A	4.1 B	4.0 AB	4.3 AB	3.1 AB	4.4 AB	0.6
Peso 200 semillas (g)	47.39 CD	49.24 C	48.83 C	79.36 A	69.94 B	72.52 A	45.86 D	4.36

* Valores unidos con la misma letra para cada variable, son estadísticamente iguales.

Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05\%$) para el factor densidad de población, en siete variedades de frijol. Chapingo (1992).

VARIABLES	DENSIDADES DE POBLACION			D.S.H. (0.05)
	100,000	200,000	300,000	
Rendimiento total (kg/ha)	683 C*	771 B	913 A	74
Rend. comercial (kg/ha)	471 B	512 A B	568 A	75
% semilla grande	20.04 A	24.76 A	23.29 A	4.12
% semilla mediana	24.16 A	24.21 A	21.46 A	2.94
% semilla chica	50.24 A	51.17 A	54.25 A	4.16
Peso volumétrico (g/l)	709.93 A	697.93 A	700.86 A	12.26
Velocidad de emergencia	3.5 A	3.9 A	3.2 B	0.5
% de germinación	94.1 A	90.7 A	92.1 A	3.6
Vigor (Peso seco) (mg)	691 A	643 A	560 B	72
Altura de planta (cm)	61.3 A	59.6 A	56.7 B	2.3
No. vainas por planta	12 A	9 B	9 B	2
No. semillas por vaina	4.3 A	3.9 B	4.2 A	0.3
Peso 200 semillas	58.00 A	58.70 A	57.69 A	2.24

* Valores unidos con la misma letra para cada variable son estadísticamente iguales

Estos resultados son un indicativo de que las distintas variedades mostraron una aptitud de producción diferente ante los cambios de densidad de población utilizadas. Se puede detectar que el rendimiento estuvo ligado al hábito de crecimiento de las variedades, dado que las variedades con mayor rendimiento fueron las de hábito determinado: Bayomex, Negro Perla y Flor de Durazno. Ante este comportamiento Crothers y Westerman (citados por Costa, 1981 y por Lemos, 1982), señalan que las variedades de hábito de crecimiento indeterminado están en mayor dependencia de la densidad de población, ya que están sujetas a más estres por sus mismas características fenotípicas.

Cabe hacer mención que durante el final de la floración e inicio de llenado de grano, hubo presencia continua de lluvias acompañadas de granizadas, provocando la abscisión de órganos reproductivos, situación que afecto en mayor proporción a las variedades indeterminadas, dado sus características de crecimiento, ya que las vainas permanecieron en contacto con el suelo húmedo, propiciando también pudriciones y por ende disminuyendo el rendimiento y calidad de la semilla.

Lo anterior determinó que la producción de semilla en este experimento haya sido limitada; lo anterior coincide con la experiencia de Cervantes (1992) quien observó que al haber altas precipitaciones pluviales se propicia una mayor incidencia de plagas y enfermedades, dificultando en gran medida la obtención de semilla de buena calidad física, fisiológica y sanitaria.

En lo referente al factor densidad de población, la comparación de medias (Cuadro 5), definió tres grupos de significancia estadística, indicando con esto diferencia estadística entre los rendimientos que se obtuvieron en cada densidad de población.

Se puede detectar que existió una tendencia a disminuir el rendimiento a medida que la densidad de población disminuyó, este comportamiento es inverso a lo reportado en la revisión bibliográfica en donde de forma general se plantea que el rendimiento tiende a disminuir a medida que aumenta la densidad de población; sin embargo, cabe hacer mención que estos promedios corresponden al comportamiento general de las siete variedades.

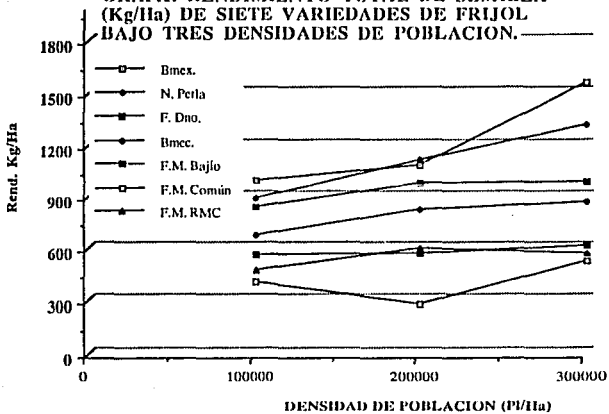
Lo anterior se puede explicar de la siguiente manera: al aumentar la densidad de población será mayor el número de plantas por unidad de superficie, provocando un incremento en el número de granos o semillas por unidad de superficie, lo que en forma conjunta crea un factor de compensación del rendimiento total.

Por otra parte, el ANOVA indicó una alta significancia para la interacción variedad x densidad de población, lo cual señala una respuesta diferencial de las variedades ante las densidades de población utilizadas.

En la gráfica 1, se puede apreciar mas claramente esta respuesta diferencial ante los cambios de densidad de población.

Las variedades Flor de Mayo Bajío, Flor de Durazno, Bayo Mecentral, Bayomex y Negro Perla presentaron una respuesta positiva al aumento de densidad de población, es decir aumentaron su rendimiento conforme aumentó la densidad de población.

GRAF.1. RENDIMIENTO TOTAL DE SEMILLA (Kg/Ha) DE SIETE VARIETADES DE FRIJOL BAJO TRES DENSIDADES DE POBLACION.



Mientras que la variedad Flor de Mayo, si manifestó una respuesta al someterla a 200,000 pl/ha ya que aumentó su rendimiento, pero al manejar la densidad de población 300,000 pl/ha presentó una respuesta negativa, en donde disminuyó su rendimiento. Por su parte la variedad Flor de Mayo común si presentó respuesta al aumento de la densidad de población a 300,000 pl/ha, sin embargo, al manejar la densidad de 200,000 pl/ha el rendimiento disminuyó. Lo expuesto anteriormente ilustra en forma general el comportamiento de cada variedad.

En el cuadro de la comparación de medias (Cuadro 6) se puede observar que existieron once grupos de significancia estadística; esta comparación es importante ya que mediante su análisis se permitirá determinar para cada genotipo la densidad de población en la que mostraron mejor respuesta.

De acuerdo a la comparación de medias se puede apreciar que la variedad Bayomex es quien presentó el máximo rendimiento obtenido, siendo este en la densidad de población de 300,000 pl/ha. Indicando con esto una buena respuesta al aumento de la densidad de población; mientras que la producción obtenida en 100,000 y 200,000 pl/ha no mostraron diferencia estadística, dado que se ubicaron en el mismo grupo estadístico.

En la variedad Negro Perla los rendimientos obtenidos en las diferentes densidades de población, se ubicaron en tres grupos de significancia; correspondiendo el máximo rendimiento a la densidad de población 300,000 pl/ha, siendo este el único tratamiento del segundo grupo de significancia, mientras que el rendimiento de la

densidades de población 200,000 y 100,000 pl/ha se ubicaron en los grupos tres y cuatro respectivamente; mostrando con esto que la variedad tiene buena respuesta al aumentar la densidad de población.

Las variedades Flor de Durazno, Bayo Mecentral y Flor de Mayo Bajío obtuvieron el máximo rendimiento en la densidad de población de 300,000 pl/ha, sin embargo, se ubicaron en el mismo grupo de significancia estadística que el rendimiento de la densidad de población 200,000 pl/ha, pero el grupo estadístico al que perteneció cada variedad fue diferente.

La variedad Flor de Mayo RMC obtuvo el máximo rendimiento bajo la densidad de población 200,000 pl/ha, no obstante, se ubicó en el mismo grupo de significancia de 300,000 pl/ha.

De acuerdo al comportamiento de esta últimas cuatro variedades se vislumbra la conveniencia de adoptar la densidad de población de 200,000 pl/ha, ya que a 300,000 pl/ha las variedades no ofrecieron un incremento en el rendimiento.

Finalmente la variedad Flor de Mayo Común, mostró un comportamiento muy diferente al resto de las variedades, dado que su máximo rendimiento se obtuvo en 300,000 pl/ha y el mínimo en la densidad de población 200,000 pl/ha.

Esto se debió a que en la densidad de población 200,000 pl/ha, fue mayor la incidencia de enfermedades fungosas, lo que influyó en la reducción del rendimiento; esta situación determinó a la vez que los componentes del rendimiento y de calidad de la semilla se vieran afectados, como se podrá apreciar más adelante.

Cuadro 6. Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) de rendimiento y tamaño de semilla para la interacción variedad x densidad de población; en siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992).

Variedades	Densidad de población (pl/ha)	Rendimiento total (kg/ha)	Rend. comercial (kg/ha)	Porcentaje semilla grande	Porcentaje semilla mediana	Porcentaje semilla chica
Flor de Mayo Bajío	100,000	552 GHI*	384 DE	3.49 D	26.35 DEF	70.17 BC
Flor de Mayo Bajío	200,000	564 GHI	315 DE	7.45 D	27.87 BCDE	64.68 C
Flor de Mayo Bajío	300,000	607 GI	257 DE	2.18 D	22.00 EFG	75.95 B
Flor de Mayo RMC	100,000	463 LJ	235 DE	0.68 D	27.66 CDE	68.10 BC
Flor de Mayo RMC	200,000	594 GI	296 DE	2.77 D	25.82 DEF	71.41 BC
Flor de Mayo RMC	300,000	565 GHI	189 DE	3.37 D	19.79 FGH	76.60 B
Flor de Mayo Común	100,000	399 J	220 DE	1.39 D	31.95 ABCD	66.53 BC
Flor de Mayo Común	200,000	266 K	162 E	0.00 D	26.34 DEF	73.66 BC
Flor de Mayo Común	300,000	517 HIJ	321 DE	8.14 D	23.28 EF	68.59 BC
Flor de Durazno	100,000	835 F	650 C	93.59 A	12.68 HI	3.43 E
Flor de Durazno	200,000	977 DE	748 BC	82.00 A	14.53 GHI	3.47 E
Flor de Durazno	300,000	982 CDE	766 BC	82.53 A	13.60 HI	3.86 E
Bayo Mecentral	100,000	666 G	333 D	38.07 BC	35.89 A	25.85 D
Bayo Mecentral	200,000	815 F	376 D	38.16 BC	35.58 AB	24.61 D
Bayo Mecentral	300,000	865 EF	397 D	35.39 C	35.71 AB	28.87 D
Bayomex	100,000	988 CDE	815 BC	47.73 B	26.92 DEF	25.35 D
Bayomex	200,000	1076 CD	821 BC	42.96 BC	34.91 ABC	24.80 D
Bayomex	300,000	1549 A	1017 A	38.29 BC	33.58 ABCD	28.14 D
Negro Perla	100,000	881 EF	654 C	0.00 D	7.60 LJ	92.30 A
Negro Perla	200,000	1107 C	869 AB	0.00 D	4.40 J	95.60 A
Negro Perla	300,000	1510 B	1027 A	0.00 D	2.26 J	97.74 A
D.S.H. (0.05)		129	198	10.90	7.76	10.99

* Valores unidos con la misma letra para cada variable, son estadísticamente iguales.

4.2. Rendimiento comercial de semilla (kg/ha).

El rendimiento comercial es el más importante dado que aquí se consideró la semilla libre de daños mecánicos, de plagas y enfermedades, ya que esto es un requisito para considerar a la semilla con calidad. Sin embargo, las condiciones ambientales en el ciclo de evaluación, fueron determinantes en la obtención de semilla con calidad.

El análisis de varianza para esta variable definió alta diferencia significativa para el factor variedad, mientras que para los factores densidad de población e interacción se encontró una diferencia significativa. El coeficiente de variación fue del 19.28% y un promedio general de 517.03 k/ha.

En la comparación de medias para el factor variedad se definieron tres grupos de significancia, el primero lo conforman las variedades Bayomex y Negro Perla, quienes obtuvieron el máximo rendimiento comercial de semilla; seguidas de la variedad Flor de Durazno quien junto con el Negro Perla formó el segundo grupo; finalmente las variedades Bayo Mecedental, Flor de Mayo Bajío, RMC y Común se ubicaron en el último grupo.

En base a lo anterior se puede detectar que las variedades siguen mostrando comportamiento similar al presentado en el rendimiento total, en donde las variedades de hábito determinado obtuvieron los máximos rendimientos.

La comparación de medias para el factor densidad de población definió sólo dos grupos de significancia; correspondiendo al

primer grupo 300,000 y 200,000 pl/ha y al segundo grupo 200,000 y 100,000 pl/ha.

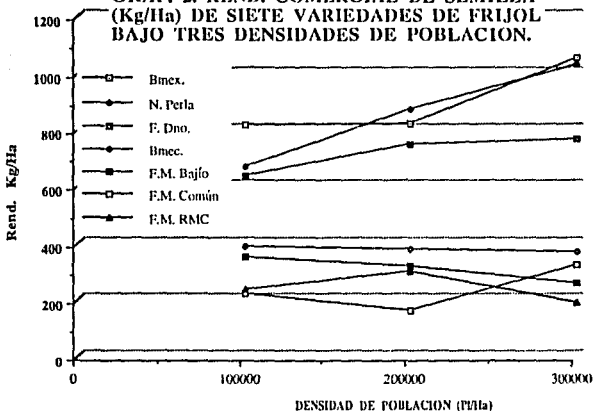
Aquí también se observa la tendencia de disminuir el rendimiento comercial a medida que la densidad de población es menor.

La interacción variedad por densidad de población determinó en el ANOVA diferencia estadística, indicando que existió una respuesta diferencial entre las variedades en las densidades de población. La comparación de medias se presenta en el Cuadro 6, en donde se aprecia que los tratamientos se conjuntaron en cinco grupos de significancia.

El comportamiento que presentó cada variedad se muestra en la gráfica 2, en donde se observa que las variedades Bayomex, Negro Perla y Flor de Durazno mostraron un comportamiento similar al encontrado en el rendimiento total. En donde la primer variedad obtiene el máximo rendimiento bajo la densidad de 300,000 pl/ha, siendo diferente estadísticamente a lo obtenido en las otras dos densidades de población. Por su parte las variedades Negro Perla y Flor de Durazno también obtienen el máximo rendimiento comercial bajo 300,000 pl/ha, pero fue estadísticamente igual al de 200,000 pl/ha.

El rendimiento comercial de semilla obtenido por la variedad Bayo Mecentral y Flor de Mayo Bajío, mostraron un cambio importante con respecto al rendimiento total; dado que el rendimiento comercial disminuyó a medida que aumentó la densidad de población. Esta situación puede estuvo ligada a su hábito de crecimiento, ya que

GRAF. 2. REND. COMERCIAL DE SEMILLA (Kg/Ha) DE SIETE VARIEDADES DE FRIJOL BAJO TRES DENSIDADES DE POBLACION.



al estar las vainas en contacto con el suelo hubo mayor posibilidades de una proliferación de pudriciones, reduciendo por lo tanto la productividad y calidad sanitaria de las semillas cuando se manejan altas densidades de población y más aún si las condiciones ambientales no son favorables.

Los rendimientos obtenidos por estas variedades en las tres densidades se ubicaron en el mismo grupo de significancia. Indicando con esto la conveniencia de adoptar densidades de población bajas ya que habrá menos posibilidad de perder semilla. La variedad Flor de Mayo Común obtuvo el máximo rendimiento comercial en la densidad de población 300,000 pl/ha seguido del encontrado en 100,000 y 200,000 pl/ha, ubicándose en el mismo grupo de significancia. No obstante, se puede detectar que la variedad no experimentó un aumento del rendimiento comercial a medida que aumenta la densidad de población, dado que a 100,000 y 300,000 pl/ha existió igualdad estadística, por ello es conveniente adoptar bajas densidades de población.

En la variedad Flor de Mayo RMC el rendimiento comercial aumentó cuando la densidad de población fue de 200,000 pl/ha, pero al someterla a 300,000 pl/ha hubo una disminución del rendimiento. Sin embargo, la comparación de medias indicó igualdad estadística para los rendimientos de las tres densidades, por lo tanto si no hay respuesta para incrementar el rendimiento comercial al aumentar la densidad de población es conveniente manejar también densidades de población bajas.

4.3. Porcentajes de semilla grande.

El análisis de varianza para esta variable indicó alta significancia para el factor variedad, mientras que para el factor densidad y la interacción no hubo diferencia significativa. Lo anterior demuestra que esta manifestación se le atribuye principalmente al componente genético. El coeficiente de variación fue del 22.32% y la media del experimento 24.59%.

La comparación de medias para el factor variedad definió tres grupos de significancia. En el primero se ubica la variedad Flor de Durazno quien obtuvo un 82.80%; en el segundo las variedades Bayomex con 42.99% y Bayo Mecentral con 36.54%; el resto de las variedades se ubicaron en el tercer grupo, quienes presentaron un bajo porcentaje de semilla grande, a excepción de la variedad Negro Perla quien no presentó semilla grande.

El tamaño de la semilla fue un indicativo del peso de semilla, ya que las variedades con los más altos rendimientos obtenidos en este ensayo correspondieron a aquellas con los porcentajes de semilla grande más altos; a excepción de la variedad Negro Perla, ya que el componente que ayudó a su alto rendimiento fue el número de vainas por planta, lo que a la vez determinó mayor número de granos por unidad de superficie.

La comparación de medias para el factor densidad de población definió solo un grupo de significancia estadística, razón por la cual no existió significancia en este factor.

En el cuadro de la comparación de medias se observa que el

porcentaje de semilla grande tiende a disminuir conforme aumenta la densidad de población. Sin embargo, al haber mayor proporción de semilla grande en la densidad baja, no fue un factor de compensación para el rendimiento de semilla obtenido en esta densidad de población, ya que el rendimiento promedio de las siete variedades fue mayor en la densidad de población alta.

La comparación de medias para la interacción variedad por densidad de población, definió cuatro grupos de significancia (Cuadro 6). El primer grupo lo conforman la variedad Flor de Durazno, en donde se observa que el tamaño de semilla disminuyó a medida que aumentó la densidad de población. Esto es un indicativo de que la alta densidad provoca una mayor competencia por espacio y nutrientes, permitiendo una menor asignación de fotosintatos por semilla; sin embargo, no hubo diferencia estadística entre los promedios de las tres densidades de población.

La situación anterior se puede apreciar también en la variedad Bayomex, donde los promedios obtenidos por densidad de población se ubicaron en el segundo grupo de significancia. Por su parte la variedad Bayo Mecentral tendió a aumentar su tamaño de semilla cuando se sometió a 200,000 pl/ha pero en 300,000 pl/ha el tamaño se redujo. Comportamiento similar al anterior experimentó la variedad Flor de Mayo Bajío sólo que los promedios se ubicaron en el cuarto grupo de significancia.

Por su parte la variedad Flor de Mayo de Común vio limitado este componente de calidad, ya que aumentó el tamaño de semilla cuando se sometió a 300,000 pl/ha y reducir el grado de no presentar

semilla grande en 200,000 pl/ha, esto debido a la situación en que se vio afectada esta variedad en esta última densidad. La prueba de Tukey definió igualdad estadística, pero se observa una gran diferencia entre el porcentaje obtenido bajo las tres densidades de población.

La variedad Flor de Mayo RMC presentó un comportamiento inverso al manifestado por Flor de Durazno y Bayomex, dado que el tamaño de semilla disminuyó a medida que se redujo la densidad de población. Tal comportamiento sugiere que esta variedad presentó mayor plasticidad ante los cambios de densidad de población, pero no hubo diferencia estadística entre los promedios de las densidades de población.

La variedad Negro Perla no presentó semilla grande, ya que una de sus características varietales es el presentar semillas chicas, como se apreciará en los porcentajes de semilla siguientes y en el peso de 200 semillas.

4.4. Porcentaje de semilla mediana.

El análisis de varianza para esta variable, indicó alta significancia para el factor variedad, diferencia significativa para el factor densidad de población y no significancia para su interacción. Indicando que la proporción de este tamaño de semilla estuvo influenciado por el componente genético, y en donde la densidad de población también afectó este tamaño de semilla; pero

no existió respuesta diferencial en la interacción variedad x densidad de población.

Al realizar la comparación de medias para el factor variedad se obtuvieron cinco grupos de significancia, en donde el mayor porcentaje de semilla mediana correspondió a la variedad Bayo Mecedra con 37.73%, seguida de Bayomex con 31.81%, ubicándose ambas en el grupo número uno. En el tercer grupo se conjuntaron las tres variedades Flor de Mayo, notándose que presentaron porcentajes de semilla mediana similares. Sin embargo, Flor de Mayo Común también se ubicó en el segundo grupo.

Por su parte las variedades Flor de Durazno y Negro Perla presentaron los porcentajes más bajos de semilla mediana, ubicándose en los grupos cuatro y cinco respectivamente. La variedad Flor de Durazno presentó más del 80% semilla grande, mientras que el Negro Perla fue una variedad que se caracterizó por presentar semilla chica en más del 90%.

La comparación de medias para el factor densidad de población definió un grupo de significancia en los promedios de las tres densidades manejadas. Detectándose que en la densidad de población 200,000 pl/ha hubo mayor porcentaje de semilla mediana. En base a este comportamiento se puede considerar que a 200,000 pl/ha todavía el tamaño medio tiende a ser similar al obtenido en 100,000 pl/ha, dado que su diferencia es mínima, y en 300,000 pl/ha el tamaño disminuyó, ya que se despegó aproximadamente tres unidades del promedio encontrado en las otras dos densidades de población, pero esta diferencia es estadísticamente igual.

La comparación de medias para la interacción variedad por densidad de población (Cuadro 6), definió diez grupos de significancia. En primer término se tiene que la variedad Bayo Mecentral presentó el mayor porcentaje de semilla mediana, notándose que a 100,000 pl/ha el tamaño medio fue mayor, pero existiendo igualdad estadística con las medias de las otras dos densidades. Por su parte la variedad Bayomex experimentó el mayor porcentaje de semilla en 200,000 pl/ha, seguido de 300,000 pl/ha siendo estadísticamente igual, mientras que en la densidad de 100,000 pl/ha el tamaño mediano fue menor, ubicándose en el cuarto grupo de significancia.

Las variedades Flor de Mayo Común, RMC y Negro Perla presentaron un comportamiento similar en donde el tamaño mediano fue mayor en 100,000 pl/ha y disminuyó conforme aumentó la densidad de población.

En las variedades Flor de Mayo Común y RMC las tres medias se ubicaron en tres grupos distintos de significancia, mientras que en la variedad Negro Perla en dos grupos, siendo esta la variedad con menor semilla mediana.

En la variedad Flor de Mayo Bajío, el tamaño medio aumentó cuando se sometió a 200,000 pl/ha y disminuyó al someterla a 300,000 pl/ha; los diferentes promedios se ubicaron en tres grupos de significancia.

Finalmente la variedad Flor de Durazno, presentó un comportamiento semejante al anterior, solo que aquí el tamaño medio fue mayor en 300,000 pl/ha que en 100,000 pl/ha, pero no existió diferencia estadística entre estos dos.

4.5. Porcentaje de semilla chica.

El análisis de varianza para esta variable señalo una alta significancia para el factor variedad, y no significancia para el factor densidad y la interacción. El coeficiente de variación fue del 10.66% y la media experimental de 51.88%

La comparación de medias para el factor variedad definió cuatro grupos de significancia; siendo la variedad Negro Perla quién presentó el mayor porcentaje de semilla chica, ubicándose en el primer grupo; seguida de Flor de Mayo RMC, Bajío y Común quienes pertenecen al segundo grupo; en el tercero se ubicaron las variedades Bayo Mecentral y Bayomex, y en el cuarto grupo con el menor porcentaje de semilla chica la variedad Flor de Durazno.

La comparación de medias para el factor densidad de población definió solo un grupo de significancia, notándose que el porcentaje de semilla chica aumentó al incrementar la densidad de población.

La comparación de medias para la interacción (Cuadro 6) señaló cinco grupos de significancia. De acuerdo al comportamiento de cada variedad se pueden considerar tres formas de respuesta ante los cambios de densidad de población. La primera los manifestaron Negro Perla, Flor de Mayo RMC y Flor de Durazno, quienes experimentaron una mayor proporción de semilla chica cuando la densidad de población fue de 300,000 pl/ha, siendo en 100,000 pl/ha el menor porcentaje de semilla chica, pero la proporción de semilla chica fue diferente para cada variedad, y no existió diferencia

estadística entre los promedios de las tres densidades de población de cada variedad.

El otro tipo de comportamiento lo manifestaron Flor de Mayo Bajío, Bayo Mecentral y Bayomex, quienes al aumentar la densidad a 200,000 pl/ha el tamaño de semilla aumentó, ya que se observó un menor porcentaje de semilla chica; pero al someterlas a 300,000 pl/ha el porcentaje de semilla chica aumentó, indicando con esto que todavía al someterse estas variedades a 200,000 pl/ha hay un aumento en el tamaño de semilla ya que hay menor porcentaje de semilla chica. Sin embargo, hubo igualdad estadística en las tres densidades de población en las variedades Bayo Mecentral y Bayomex, mientras que en Flor de Mayo RMC, el promedio de la densidad 300,000 pl/ha se ubicó en el segundo grupo de significancia, mientras que 200,000 y 100,000 pl/ha pertenecieron al grupo dos y tres.

Finalmente la variedad Flor de Mayo Común, experimentó el otro tipo de comportamiento, en donde el tamaño chico aumentó cuando se sometió a 200,000 pl/ha pero disminuyó en 300,000 pl/ha, existiendo menor porcentaje de semilla chica en 100,000 pl/ha, pero estadísticamente iguales los tres promedios.

Por lo general se observó que los promedios obtenidos por cada variedad en las distintas densidades de población fueron iguales estadísticamente, ya que se ubicaron en el mismo grupo de significancia que le correspondió a cada una.

4.6. Peso Volumétrico (g/l).

El análisis de varianza para esta variable indicó una alta significancia para el factor variedad, una diferencia significativa para el factor densidad de población y no significancia para la interacción. El coeficiente de variación fue de 2.32% y un promedio de 702.90 g/l.

La comparación de medias para el factor variedad determinó cuatro grupos de significancia, correspondiendo el mayor peso volumétrico a las variedades Negro Perla y Bayomex, ubicándose en el primer grupo; en el segundo Bayomex y Bayo Mecentral; mientras que en el grupo tres Flor de Mayo Común, RNC y Bajío; y en el cuarto las dos últimas variedades mencionadas y Flor de Durazno.

Para el factor densidad de población la comparación de medias indica solo un grupo de significancia, correspondiendo a la densidad 100,000 pl/ha el máximo peso volumétrico, seguido de lo obtenido en 300,000 y 200,000 pl/ha.

La comparación de medias para la interacción variedad por densidad de población se muestra en el Cuadro 7. En este se pueden observar seis grupos de significancia, en donde de forma general se pueden considerar tres tipos de comportamiento entre las siete variedades: el primero es aquel que manifestaron Negro Perla, Bayo Mecentral y Flor de Mayo Bajío, en donde se detectó que a medida que aumenta la densidad de población el peso volumétrico disminuyó; siendo la variedad Negro Perla quien experimentó el mayor peso volumétrico, sin embargo, los promedios de las diferentes densidades de

población pertenecieron al mismo grupo de significancia, mientras que los promedios de las otras dos variedades se ubicaron en diferente grupo estadístico.

El otro comportamiento lo presentaron las variedades Flor de Mayo RMC, Flor de Durazno y Bayomex, en donde hubo una disminución del peso volumétrico al aumentar la densidad de población a 200,000 pl/ha, pero aumentó el peso volumétrico en 300,000 pl/ha. Los grupos de significancia en que se ubicó cada variedad, por lo observado fueron dos; tal es así que la variedad Flor de Mayo RMC pertenece al cuatro y cinco, mientras que Flor de Durazno al cinco y seis, y la variedad Bayomex a los tres primeros grupos. El tercer tipo de comportamiento lo manifestó la variedad Flor de Mayo Común, en donde aumentó el peso volumétrico en 200,000 pl/ha, pero disminuyó en 300,000 pl/ha, no existiendo diferencia significativa. Este comportamiento tan variable entre las variedades puede ser la causa de la no significancia de la interacción variedad x densidad de población, además se observó que en los siete genotipos el peso volumétrico fue mayor en la densidad de población 100,000 pl/ha.

4.7. Velocidad de emergencia.

El análisis de varianza para esta variable indicó una alta significancia para el factor variedad, no significancia para el factor densidad de población, y una diferencia significativa para la interacción de estos dos factores; esto señala que los factores no actuaron en forma independiente en este componente de calidad fisiológica. El coeficiente de variación obtenido fue del 28.31% y un promedio experimental de 3.54.

La comparación de medias para el factor variedad definió dos grupos de significancia estadística. En el cuadro correspondiente, se aprecia que las variedades con semilla grande (Bayomex y Flor de Durazno) fueron quienes presentaron la más baja velocidad de emergencia, mientras que las variedades de semilla chica experimentaron mayor velocidad de emergencia. Este comportamiento concuerda con lo señalado por Dhillon y Kler (citados por Virgen, 1983), en el sentido de que la rapidez de emergencia es superior en las semillas chicas, ya que tienen un contenido de proteína superior y más clorofila, siendo esta la razón de su crecimiento acelerado; y tomando en cuenta la profundidad a la que se sembraron, estas semillas gastaron mayor cantidad de sustancias de reserva para alcanzar mayor elongación de la plúmula y poder emerger.

La comparación de medias para el factor densidad de población definió dos grupos de significancia estadística, a pesar de no encontrar significancia en el análisis de varianza.

En el primer grupo se ubican las densidades de población 100,000 y 200,000 pl/ha; en donde se aprecia que al someter las variedades a 200,000 pl/ha el vigor muestra un aumento, reflejado la velocidad de emergencia, pero al manejar 300,000 pl/ha la velocidad de emergencia muestra una disminución, perteneciendo esta última densidad de población a otro grupo estadístico.

La comparación de medias para las interacciones se muestra en el Cuadro 7, en el que se aprecian cinco grupos de significancia. Notándose, que en este componente de calidad al igual que en otras variables ya tratadas, las distintas variedades mostraron comportamientos distintos; siendo en esta interacción donde existió

una respuesta diferencial entre las variedades y las densidades de población.

En primer término se tiene que en las variedades Flor de Mayo Común y Bayo Mecentral, fue mayor la velocidad de emergencia en las semillas provenientes de la densidad 200,000 pl/ha y reduciendo su emergencia en las provenientes de 100,000 y 300,000 respectivamente, siendo diferente estadísticamente la primera densidad de población con respecto a las dos restantes.

Las variedades Negro Perla y Flor de Mayo Bajío redujeron la velocidad de emergencia conforme aumento la densidad de población, siendo en las semillas provenientes de 100,000 pl/ha donde se experimentó la mayor velocidad de emergencia; sin embargo, se pueden considerar estadísticamente iguales los promedios de las diferentes densidades de población de la variedad Negro Perla, ya que estos pertenecieron al segundo grupo estadístico, aunque 100,000 pl/ha también se ubicó en el primer grupo. La variedad Flor de Mayo Bajío ubicó los diferentes tratamientos en más de dos grupos de significancia, ya que 100,000 pl/ha perteneció a los cuatro primeros; 200,000 pl/ha en los tres intermedios y 300,000 pl/ha en los dos últimos.

Por su parte las variedades Flor de Mayo RMC y Flor de Durazno, mostraron mayor velocidad de emergencia en las semillas provenientes de 300,000 pl/ha y reduciendo esta conforme la densidad de población fue menor; siendo estadísticamente igual los tres promedios de las densidades de población en la variedad Flor de Mayo RMC; mientras que en Flor de Durazno la velocidad de

emergencia de 300,000 pl/ha se ubicó en los grupos dos, tres y cuatro; 200,000 pl/ha en el tres, cuatro y cinco, y 100,000 pl/ha en el cinco. Esto en forma general sugiere cierta igualdad estadística entre las densidades 300,000 y 200,000 pl/ha; y entre 200,000 y 100,000 pl/ha. El comportamiento de estas dos variedades indica que al someterlas a 300,000 pl/ha sus semillas resultantes tuvieron buen vigor.

Finalmente la variedad Bayomex experimentó una mayor velocidad de emergencia en las semillas de 300,000 pl/ha, ubicándose en los últimos cuatro grupos de significancia; seguido de las semillas provenientes de 100,000 y 200,000 pl/ha, perteneciendo ambas a los tres últimos; esto sugiere cierta diferencia estadística entre 300,000 pl/ha y las otras dos densidades de población, dado que además de pertenecer a los grupos de significancia de 100,000 y 200,000 pl/ha se ubicó en el segundo grupo.

4.8. Porcentaje de germinación.

El análisis de varianza para esta variable indicó diferencia significativa para el factor variedad, y no significancia para el factor densidad de población, así como en la interacción. El coeficiente de variación fue del 5.14% y un promedio experimental de 92.30%, este promedio indica un buen porcentaje de germinación entre el conjunto de variedades.

La comparación de medias para el factor variedad definió dos grupos de significancia, en donde los porcentajes de germinación de cada

variedad indican buena calidad, ya que superan el 85%, siendo este el porcentaje de germinación permisible para el frijol, que garantiza la calidad fisiológica de la semilla.

En lo que respecta al factor densidad de población la comparación de medias determinó solo un grupo de significancia; se aprecia que en 100,000 pl/ha el porcentaje de germinación fue mayor.

La comparación de medias para la interacción variedad x densidad de población, conformó cuatro grupos de significancia. En donde se detectan cinco diferentes comportamientos entre las variedades.

El primero de ellos corresponde a la variedad Flor de Durazno, en donde el porcentaje de germinación disminuyó conforme aumentó la densidad de población, pero, no existió diferencia estadística, ya que se ubicaron en el primer grupo de significancia.

El siguiente comportamiento lo experimentaron las variedades Flor de Mayo Bajío, RMC y Bayomex, en donde el mayor porcentaje de germinación correspondió a la densidad 100,000 pl/ha, seguido del encontrado en 300,000 y 200,000 pl/ha; no existiendo diferencia estadística entre las distintas interacciones.

El tercer comportamiento correspondió a la variedad Negro Perla, en donde a 200,000 pl/ha el porcentaje de germinación fue mayor que el de 100,000 pl/ha, y en 300,000 pl/ha disminuyó, pero, sin diferencia estadística.

El cuarto comportamiento lo manifestó la variedad Flor de Mayo Común, en donde se observó que el mayor porcentaje de germinación se obtuvo en las semillas provenientes de la densidad 200,000

Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) de componentes de calidad para la interacción variedad x densidad de población; en siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapingo, Mex. (1992).

Variedades	Densidad de población (pl/ha)	Peso volumétrico (g/l)	Velocidad de emergencia	Porcentaje de germinación	Vigor (peso seco) (mg)
Flor de Mayo Bajío	100,000	689.15 CDE*	4.1 ABCD	97.0 A	375 H
Flor de Mayo Bajío	200,000	678.75 DE	3.6 BCD	89.7 ABCD	413 H
Flor de Mayo Bajío	300,000	660.00 EF	3.6 DE	91.0 ABCD	407 H
Flor de Mayo RVC	100,000	685.35 DE	3.1 BCDE	97.0 A	563 DEFGH
Flor de Mayo RVC	200,000	671.67 DEF	3.7 BCD	84.0 D	535 EFGH
Flor de Mayo RVC	300,000	682.50 DE	3.8 BCD	96.0 AB	520 EFGH
Flor de Mayo Común	100,000	690.00 CD	3.7 AB	91.7 ABCD	653 CDEFG
Flor de Mayo Común	200,000	700.83 CD	4.1 A	94.7 ABC	727 BCD
Flor de Mayo Común	300,000	690.00 CD	3.1 BCDE	95.3 ABCD	480 GI
Flor de Durazno	100,000	668.35 EF	1.4 E	97.0 A	750 BCD
Flor de Durazno	200,000	641.67 F	2.7 CDE	97.0 A	870 AB
Flor de Durazno	300,000	665.83 EF	3.8 BCD	95.3 ABCD	730 BCD
Bayo Mecentral	100,000	736.67 AB	3.4 BCD	87.3 BCD	690 BCDEF
Bayo Mecentral	200,000	724.26 B	4.6 ABC	85.7 CD	527 EFGH
Bayo Mecentral	300,000	719.17 BC	3.1 BCDE	88.3 ABCD	650 CDEFG
Bayomex	100,000	740.73 AB	2.7 CDE	95.7 AB	1060 A
Bayomex	200,000	718.33 BC	2.7 CDE	90.0 ABCD	700 BCDE
Bayomex	300,000	738.52 AB	3.0 BCDE	92.7 ABCD	630 CDEFG
Negro Perla	100,000	731.50 A	4.8 AB	95.0 ABCD	760 B
Negro Perla	200,000	750.00 AB	4.0 BCD	94.0 ABC	750 BCD
Negro Perla	300,000	750.00 AB	3.0 BCDE	90.0 ABCD	500 FGH
D.S.H. (0.05)		32.42	2.0	9.4	191

* Valores unidos con la misma letra para cada variable, son estadísticamente iguales.

pl/ha, seguido del encontrado en 300,000 y 200,000 pl/ha, no existiendo diferencia estadística.

Finalmente, la variedad Bayo Mecentral experimentó un mayor porcentaje de germinación en las semillas provenientes de la densidad 300,000 pl/ha, seguido de 100,000 y 200,000 pl/ha, pero, siendo estadísticamente iguales.

De acuerdo a los resultados anteriores se pudo apreciar un comportamiento diferente para las siete variedades, sin embargo, no existió diferencia significativa en todos los casos; tal situación señala que la densidad de población en las siete variedades no tiene un efecto en este componente de calidad fisiológica.

4.9. Vigor (peso seco) (mg).

El análisis de varianza para esta variable indicó una alta significancia para los factores en estudio, así como en su interacción. Esto demuestra una respuesta diferencial entre las variedades a las densidades de población. El coeficiente de variación fue del 15.20% y un promedio general de 631 mg.

La comparación de medias realizada para el factor variedad señaló tres grupos de significancia, siendo las variedades Bayomex, Flor de Durazno y Negro Perla quienes tuvieron mayor acumulación de materia seca (peso seco parte aérea) o bien, fueron mas vigorosas; ubicándose en el primer grupo. Si se toma en cuenta el peso de semilla de estas tres variedades (ver peso de 200 semillas) se puede apreciar que las variedades Bayomex y Flor de Durazno

presentaron tamaño de semilla grande, mientras que Negro Perla presentó tamaño chico (esto también se apreció en los porcentajes del tamaño de semilla). Esto supone que las dos primeras variedades al tener semillas grandes tienen mayor acumulación de nutrientes, lo que determinó que su vigor (peso seco) fuera mayor; mientras que la variedad Negro Perla, a pesar de tener tamaño chico presentó una velocidad de emergencia mayor que las dos primeras, lo que le permitió un rápido establecimiento. Cabe recordar que las variedades con semilla chica de acuerdo a Dhillon y Kler (citados por Virgen, 1983) tienden a ser más eficientes por su extenso sistema radical y su eficiencia fotosintética es mayor.

Situación similar sucedió entre las variedades Bayo Mecentral y Flor de Mayo Común, siendo la primera quien presentó un mayor peso de semilla, pero su vigor fue menor que la Flor de Mayo Común, aunque su diferencia fue estadísticamente igual, junto con la variedad Flor de Mayo RMC.

Las semillas de la variedad Flor de Mayo Bajío fueron las menos vigorosas ya que acumularon menor cantidad de materia seca, ubicándose en el último grupo de significancia.

La comparación de medias para el factor densidad de población definió dos grupos de significancia, en donde las densidades de población 100,000 y 200,000 pl/ha pertenecen al primer grupo, señalando que las semillas provenientes de estas densidades fueron más vigorosas, dado que en 300,000 pl/ha el vigor se redujo, ubicándose en el segundo grupo.

Lo anterior indica que el vigor disminuye conforme aumenta la

densidad de población, reflejando una menor acumulación de materia seca en las primeras etapas de crecimiento de las plántulas, como consecuencia de la alta competencia interplantas por nutrientes. En lo que respecta a la interacción variedad x densidad de población, en el Cuadro 7 se muestra la comparación de medias, en donde se aprecian ocho grupos de significancia, existiendo comportamientos distintos entre los diversos tratamientos. Estos comportamientos se pueden agrupar en cuatro tipos: el primero lo experimentaron las variedades Bayomex, Negro Perla y Flor de Mayo RMC, en donde se observó que el vigor disminuyó conforme aumentó la densidad de población. Los promedios obtenidos por cada interacción se ordenaron en distintos grupos, como se puede apreciar en el cuadro.

El segundo comportamiento lo mostraron Flor de Mayo Común y Flor de Durazno, quienes tuvieron mayor vigor en las plántulas provenientes de 200,000 pl/ha, y mostrando una reducción del vigor en 300,000 pl/ha; esto sugiere que estas variedades al someterlas a 200,000 pl/ha presentan buen vigor.

El tercer tipo de comportamiento lo manifestó la variedad Bayo Mecedral, quien presentó mayor vigor en 100,000 pl/ha, seguido del obtenido en 300,000 y 200,000 pl/ha. Los promedios de cada interacción sugieren cierta igualdad estadística, dado que a pesar de ubicarse en diferentes grupos de significancia, pertenecen en dos ocasiones al mismo grupo (E y F).

Finalmente, la variedad Flor de Mayo Bajío, manifestó el menor vigor del total de las variedades; en donde el mayor vigor fue en

200,000 pl/ha que en 100,000 pl/ha, pero en 300,000 pl/ha el vigor mostró una reducción. Este comportamiento se puede considerar similar al que presentaron Flor de Durazno y Flor de Mayo Común, sólo que aquí el vigor en 300,000 pl/ha fue mayor que en 100,000 pl/ha.

4.10. Altura de planta.

De acuerdo al análisis de varianza, en esta variable existió una respuesta diferencial entre las variedades a las densidades de población.

La comparación de medias para el factor variedad definió cinco grupos de significancia; ubicándose en el primero Flor de Mayo RMC y Bajío; en el segundo Flor de Mayo Común; en el tercero Bayo Mecedral y Flor de Durazno; en el cuarto Bayomex; y en el quinto Negro Perla.

De acuerdo a estos resultados, y comprobando las características de las variedades, se observa que la altura de planta esta determinada básicamente por el hábito de crecimiento de las variedades; en donde las de crecimiento indeterminado (las tres Flor de Mayo y Bayo Mecedral) tuvieron portes de planta mayores que las de hábito de crecimiento determinado (Flor de Durazno, Bayomex y Negro Perla).

La comparación de medias para el factor densidad de población definió dos grupos de significancia estadística, en donde se detecta que existió una tendencia a disminuir la altura de planta

conforme aumentó la densidad de población; esto se explica a que altas densidades las plantas entran en competencia por apropiarse los nutrimentos, el espacio, el agua, etc., en una fase más temprana de su desarrollo que en poblaciones bajas (Palomo y Quirarte, 1975); sin embargo, esta situación no coincide con lo reportado por Bastidas y Camacho (citados por López, 1990) quienes señalan que a medida que aumenta la densidad de población, la altura de planta se incrementa.

Cabe hacer mención que la situación anterior es el manifestado en general por las siete variedades, ya que el comportamiento de cada variedad en las tres densidades de población fue distinto, como se aprecia en la comparación de medias de la interacción en el Cuadro 8.

En este se observan diez grupos de significancia estadística; de forma general se pueden consignar tres formas de comportamiento entre las variedades: en primer término se tiene que las variedades Flor de Mayo RMC y Bajío, Bayo Mecentral y Negro Perla, se manifestaron de una forma similar, dado que su altura de planta tendió a disminuir conforme se incrementó la densidad de población; correspondiendo a la densidad de población 100,000 pl/ha la máxima altura de planta, y para 300,000 pl/ha la menor altura. En general, se observa que las medias obtenidas por estas variedades en las distintas densidades de población se ubicaron en diferente grupo estadístico.

El comportamiento de estas variedades coincide con lo señalado por Palomo y Quirarte (1975), además de que fueron más de la mitad de las variedades en estudio quienes se manifestaron de esta forma.

El otro tipo de comportamiento lo presentaron las variedades Flor de Mayo Común y Flor de Durazno, quienes experimentaron una altura de planta mayor en 200,000 pl/ha, pero, disminuyeron su porte cuando se sometieron a 300,000 pl/ha.

Las medias obtenidas en cada densidad de población, para la variedad Flor de Mayo Común se ubicaron en tres grupos de significancia; mientras que en Flor de Durazno en dos grupos. El comportamiento de la primera variedad sugiere que por sus características de crecimiento, tuvo mayor plasticidad que Flor de Durazno.

Finalmente, la variedad Bayomex experimentó un comportamiento inverso al que presentaron el primer grupo de variedades, dado que esta variedad manifestó un aumento la altura de planta a medida que la densidad de población fue mayor; este comportamiento concuerda con lo reportado por Bastidas y Camacho (citados por López, 1990). De acuerdo a los resultados anteriores se puede consignar que la altura de planta estuvo determinada por las características propias de cada variedad, dado que se manifestaron de diferente forma ante los cambios de densidad de población, lo que señaló una respuesta diferencial.

4.11. Número de vainas por planta.

Esta variable mostró diferencia significativa para los factores variedades y densidad de población, pero actuaron independientemente, ya que no existió interacción.

La comparación de medias para el factor variedad conformó dos grupos de significancia; ubicándose la variedad Negro Perla en el primer grupo, siendo este componente de rendimiento el que determinó en gran medida su alto rendimiento, ya que el peso de semilla fue el más bajo de las variedades en estudio.

El resto de las variedades pertenecieron al segundo grupo, indicando igualdad estadística en este componente. Si se comparan estos resultados con los obtenidos en el rendimiento, se observa que precisamente las variedades con mayor rendimiento son las que poseen el mayor número de vainas por planta; este componente del rendimiento se considera determinante del rendimiento final.

La comparación de medias para el factor densidad de población definió dos grupos, observándose una tendencia a disminuir el número de vainas por planta conforme aumenta la densidad de población; situación concordante a lo reportado en la revisión bibliográfica, en donde se plantea que este componente del rendimiento es el más susceptible a cambios de densidad de población.

La comparación de medias para la interacción variedad x densidad de población se presenta en el Cuadro 8, en donde se aprecian seis grupos de significancia.

La variedad Negro Perla presentó el mayor número de vainas por planta; las medias obtenidas en las densidades 100,000 y 200,000 pl/ha fueron estadísticamente iguales, pero diferentes de lo encontrado en 300,000 pl/ha.

En las variedades Flor de Mayo Bajío y RMC, el mayor número de vainas por planta se obtuvo en 100,000 pl/ha; existiendo igualdad entre los promedios de 200,000 y 300,000 pl/ha. Observándose, que el número de vainas en estas densidades se redujo en aproximadamente 50% con respecto al número de vainas de la densidad 100,000 pl/ha.

Las variedades Bayo Mecentral y Flor de Durazno experimentaron un comportamiento similar al de las dos variedades anteriores, en donde el número de vainas por planta fue mayor en 100,000 pl/ha, pero hubo menor variación del número de vainas de esta densidad, con respecto a las otras.

En la variedad Flor de Mayo Común existió igualdad estadística en el número de vainas de 300,000 y 100,000 pl/ha, ubicándose en cuatro grupos de significancia. En 200,000 pl/ha hubo una reducción en el número de vainas por planta, causado por una mayor incidencia de enfermedades fungosas, lo que determinó la diferencia estadística entre el número de vainas de esta densidad y las otras dos; además se explica el bajo rendimiento que se obtuvo en la densidad de 200,000 pl/ha.

La variedad Bayomex obtuvo el mayor número de vainas en 100,000 pl/ha seguido de 300,000 y 200,000 pl/ha, pero existió igualdad estadística.

Visto el comportamiento anterior, se detecta que las variedades de crecimiento indeterminado sufrieron una mayor reducción en el número de vainas por planta que las de tipo determinado; Costa (1981) señala que este comportamiento sugiere que las variedades indeterminadas poseen una mayor plasticidad en relación con las de tipo determinado.

4.12. Número de semillas por vaina.

La comparación de medias para el número de semillas por vaina (NSPV) para el factor variedad definió tres grupos de significancia: al primero pertenecen Flor de Mayo RMC, Negro Perla y Bayo Mecentral; en el segundo se ubican Negro Perla; Bayo Mecentral, Flor de Mayo Común, Flor de Durazno y Flor de Mayo Bajío, y en el tercero la variedad Bayomex.

Si se observan los promedios por variedad, se detecta que el NSPV es poco fluctuante entre ellas, sin embargo, la prueba de Tukey se caracteriza por encontrar la mínima diferencia estadística que existe entre los tratamientos, razón por la cual se definieron tres grupos de significancia.

En lo que respecta al factor densidad de población la comparación de medias determinó dos grupos de significancia; observándose que en 100,000 pl/ha fue mayor el NSPV, mientras que en 200,000 pl/ha hubo una reducción.

La comparación de medias para la interacción variedad x densidad de población, se muestra en el Cuadro 8, en donde se observan cinco

Quadro 8. Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) de altura de planta y componentes del rendimiento, para la interacción variedad x densidad de población; en siete variedades de frijol bajo tres densidades de población. Chapinero, Mex. (1992).

Variedades	Densidad de población (pl/ha)	Altura de planta (cm)	No. vainas por planta	No. semillas por vaina	Peso de 200 semillas
Flor de Mayo Bajío	100,000	83.0 B*	12 BCD	4.0 CD	45.53 D
Flor de Mayo Bajío	200,000	81.1 BC	7 DEF	4.0 CD	47.65 DE
Flor de Mayo Bajío	300,000	74.6 D	7 DEF	4.0 CD	45.00 DE
Flor de Mayo RMC	100,000	89.4 A	11 BCDE	5.3 A	48.71 D
Flor de Mayo RMC	200,000	75.0 CD	7 DEF	4.3 BCD	49.01 D
Flor de Mayo RMC	300,000	74.4 D	6 EF	4.7 ABC	50.00 D
Flor de Mayo Comín	100,000	73.4 D	9 CDEF	4.7 ABC	49.77 D
Flor de Mayo Comín	200,000	77.2 BCD	5 F	3.5 E	47.67 DE
Flor de Mayo Comín	300,000	64.8 E	9 CDEF	4.3 BCD	49.05 D
Flor de Durazno	100,000	45.5 GHIJ	11 BCDE	4.0 CD	80.20 A
Flor de Durazno	200,000	47.0 FGHI	3 CDEF	4.0 CD	78.59 A
Flor de Durazno	300,000	46.5 FGHI	7 DEF	4.0 CD	79.50 A
Bayo Mecentral	100,000	52.5 F	12 BCD	4.3 BCD	60.47 C
Bayo Mecentral	200,000	51.0 FG	9 CDEF	4.3 BCD	65.89 C
Bayo Mecentral	300,000	47.3 FGH	7 DEF	4.3 BCD	61.72 C
Bayomex	100,000	43.8 HIJ	12 BCD	3.5 E	72.87 B
Bayomex	200,000	45.1 GHIJ	10 BCDEF	3.0 E	77.51 AB
Bayomex	300,000	45.2 GHIJ	11 BCDE	3.0 E	76.19 AB
Negro Perla	100,000	41.7 HIJ	19 A	4.3 BCD	44.45 DE
Negro Perla	200,000	41.1 IJ	15 AB	4.0 CD	44.58 DE
Negro Perla	300,000	39.7 J	15 BC	5.0 AB	42.56 E
D.S.H. (0.05)		6.1	5	0.8	5.95

* Valores unidos con la misma letra para cada variable, son estadísticamente iguales.

grupos de significancia. En general, se pueden considerar que no existió un efecto en la interacción variedad x densidad de población, como lo demostró el análisis de varianza; dado que las variedades Bayo Mecentral, Flor de Mayo Bajío, Flor de Durazno y Bayomex no mostraron diferencia estadística entre el NSPV encontrado por cada densidad de población. Por su parte la variedad Negro Perla presentó el mayor NSPV en 300,000 pl/ha, seguido de 100,000 y 200,000 pl/ha, ubicándose en diferente grupo de significancia. En las variedades Flor de Mayo RMC y Común su comportamiento fue similar al encontrado en la comparación de medias del factor densidad de población, en donde el mayor NSPV correspondió a la densidad 100,000 pl/ha y el menor a 200,000 pl/ha.

4.13. Peso de 200 semillas.

La comparación de medias para el factor variedad conformó cuatro grupos de significancia; correspondiendo el mayor peso de 200 semillas a Flor de Durazno y Bayomex, seguidas de Bayo Mecentral, Flor de Mayo RMC, Común, Bajío y Negro Perla. La diferencia altamente significativa encontrada en el factor variedad, señala que el peso de la semilla se encuentra influenciado por las características genéticas de cada variedad.

En lo referente al factor densidad de población, la comparación de medias definió sólo un grupo de significancia, razón por la cual no hubo diferencia significativa en este factor. De acuerdo a la

revisión bibliográfica, se plantea que el peso de semilla permanece casi constante al variar la densidad de población, pero se manifiestan diferencias significativas al comparar este parámetro en densidades de población extremas.

Observando los promedios obtenidos por densidad de población, se puede consignar que las variedades tendieron a aumentar su peso de semilla cuando la densidad fue de 200,000 pl/ha, pero a 300,000 pl/ha disminuyó el peso de semilla; detectándose, que en general las variedades ofrecen un aumento del peso de semilla al someterlas a 200,000 pl/ha.

La comparación de medias para la interacción, se presenta en el Cuadro 8, en el que se pueden apreciar cinco grupos de significancia. En primer lugar se tiene que la variedad Flor de Durazno obtuvo mayor peso de semilla en 100,000 pl/ha, seguido del encontrado en 300,000 y 200,000 pl/ha,; sin embargo, la diferencia entre los tres pesos fue mínima, dado que pertenecieron al mismo grupo estadístico.

La variedad Bayomex aumentó su peso de semilla cuando se sometió a 200,000 pl/ha, pero disminuyó en 300,000 pl/ha, ambos promedios se ubicaron en el primer grupo de significancia; mientras que el promedio de 100,000 pl/ha perteneció al segundo grupo.

Por su parte la variedad Bayo Mecentral mostró un comportamiento similar al de la variedad anterior, solo que en este caso existió igualdad estadística entre los tres promedios.

La variedad Flor de Mayo RMC manifestó un comportamiento distinto a las anteriores variedades, ya que su peso de semilla aumentó

conforme fue mayor la densidad de población. Por su parte la variedad Flor de Mayo Bajío redujo el peso de semilla a medida que aumentó la densidad de población. La variedad Flor de Mayo Común obtuvo el mayor peso de semilla en la densidad de 100,000 pl/ha, seguida de los pesos de semilla encontrados en 300,000 y 200,000 pl/ha. En estos tres casos anteriores no se encontró diferencia significativa entre los pesos de semilla obtenidos en las tres densidades de población.

Finalmente, la variedad Negro Perla presentó el menor peso de semilla, mostrando un comportamiento similar al de las variedades Flor de Durazno, Bayomex y Bayo Mecentral, en donde el máximo peso de 200 semillas correspondió a la densidad de población 200,000 pl/ha, y el mínimo a 300,000 pl/ha; ubicándose los promedios de 200,000 y 100,000 pl/ha en los grupos cuatro y cinco y 300,000 pl/ha en el quinto.

De acuerdo a los resultados anteriores se puede determinar que las variedades manifestaron el peso de 200 semillas de diferente forma ante los cambios de densidad de población; tales comportamientos reflejan la alta significancia para el factor variedad y la no significancia para el factor densidad de población y la interacción; además se observó que las variedades indeterminadas presentaron mayor variación en la expresión del peso de 200 semillas; esto también apoya el planteamiento que poseen mayor plasticidad ante los cambios de densidad de población.

V. DISCUSION GENERAL.

En base a los resultados obtenidos se observó que ante el conjunto de variables evaluadas, entre las que figuraron componentes del rendimiento y calidad de semilla, las variedades de frijol mostraron diferente manifestación de estos ante los cambios de densidad de población. Siendo un factor limitante las condiciones ambientales desfavorables imperantes durante el ciclo, propiciando una ligera disminución del número de plantas planeada para las densidad de población 200,000 y 300,000 pl/ha; y una reducción del rendimiento comercial de semilla y demeritando la calidad sanitaria.

A pesar de la situación anterior, se determinó que la densidad de población tiene un efecto altamente significativo sobre el rendimiento de semilla de frijol; la variación de este se relacionó al hábito de crecimiento de cada variedad; en donde las variedades de crecimiento determinado (Flor de Durazno, Bayomex y Negro Perla) respondieron positivamente al aumento de la densidad de población, mientras que las de crecimiento indeterminado (Flor de Mayo Común, Flor de Mayo Bajío, Flor de Mayo RMC y Bayo Mecentral) mostraron una tendencia a reducir su rendimiento comercial de semilla a medida que se elevó la densidad de población. De acuerdo a esta situación Crothers y Westerman (citados por Costa, 1981 y por Lemos, 1982) indican que las variedades de hábito de crecimiento indeterminado son más dependientes de la densidad de población, ya que están sujetas a más estres de competencia que las determinadas

en densidades de población altas, y esto se relaciona al hecho de que estas últimas han sido seleccionadas para cultivarse en altas densidades de población. En otras palabras, pudiera semejarse lo anterior a un cierto efecto compensatorio.

Mediante los resultados anteriores, se aceptan las hipótesis planteadas.

Bajo la densidad de población 100,000 pl/ha las variedades Flor de Mayo Común, Flor de Mayo Bajío, Flor de Mayo RMC y Bayo Mecentral, exhibieron buen rendimiento comercial y calidad de semilla; mientras que las variedades Bayomex, Negro Perla y Flor de Durazno en 300,000 pl/ha; no obstante, en Flor de Durazno y Negro Perla los rendimientos de 200,000 y 300,000 pl/ha fueron estadísticamente iguales; pero Negro Perla experimentó un incremento del rendimiento en un 18% en la densidad de población 300,000 pl/ha con respecto a 200,000 pl/ha.

De los componentes del rendimiento el que se vio más afectado por los cambios de densidad de población fue el número de vainas por planta, ya que disminuyó conforme aumentó la densidad de población. Las variedades de crecimiento indeterminado sufrieron una mayor reducción en este componente del rendimiento.

Los componentes número de semillas por vaina y peso de 200 semillas, en general no se vieron afectados por los cambios de densidad de población.

En la altura de planta se encontró una respuesta diferencial entre las variedades ante las densidades de población, en donde se observó en general una tendencia a disminuir la altura de planta

conforme aumentó la densidad de población.

En lo que se refiere a los componentes de calidad, se observó una tendencia a aumentar la proporción de semilla grande a medida que la densidad de población disminuye, por el contrario el porcentaje de semilla chica disminuyó al reducir la densidad de población; sin embargo, el porcentaje de semilla mediana fue la única que mostró significancia al factor densidad de población. Además se determinó que la proporción de los diferentes tamaños de semilla estuvieron relacionados a las características varietales de cada genotipo.

En el componente peso volumétrico las variedades mostraron comportamientos muy distintos en las tres densidades de población, no existiendo significancia en la interacción; además se encontró que en general a 100,000 pl/ha el peso volumétrico fue mayor.

En los componentes de calidad fisiológica velocidad de emergencia y vigor (peso seco) hubo una respuesta diferencial, ya que la interacción variedad x densidad de población mostró significancia para estos dos componentes. Se observó que en 200,000 pl/ha las semillas presentaron buen vigor y velocidad de emergencia, pero disminuyó en 300,000 pl/ha; esto indica que la alta competencia interplantas generada por el aumento de la densidad de población influyó en la reducción del vigor, expresado como velocidad de emergencia y peso seco. Por otra parte, se encontró que las variedades de semilla chica mostraron una mayor velocidad de emergencia, situación concordante con lo expuesto por Dhillon y Kler (citados por Virgen, 1983).

En lo que respecta al porcentaje de germinación, se definió que la

densidad de población no tuvo influencia en este componente de calidad, dado que no hubo diferencia significativa entre los porcentajes de las tres densidades; sin embargo, debe considerarse que como tal la prueba de germinación proporciona menor información sobre calidad fisiológica que la velocidad de emergencia y/o peso seco de la plántula.

Finalmente, las condiciones ambientales desfavorables durante el ciclo afectaron la calidad sanitaria de la semilla, siendo en la densidad de población 300,000 pl/ha y en las variedades de crecimiento indeterminado donde se presentó con mayor severidad esta situación.

Se recomienda continuar con este tipo de trabajos, principalmente en las variedades de crecimiento indeterminado, dado que el ambiente desfavorable del ciclo en el que se llevó acabo esta evaluación, determinó su baja productividad.

VI. CONCLUSIONES.

Bajo las condiciones y con los materiales con que este estudio fue conducido, se concluye que:

1. Existió diferencia significativa entre las siete variedades de frijol para los componentes del rendimiento y de calidad de semilla evaluados.
2. Las variables peso de 200 semillas, porcentaje de semilla grande, porcentaje de semilla chica, velocidad de emergencia y porcentaje de germinación, no se vieron afectadas por la densidad de población.
3. Se encontraron respuestas diferenciales en la interacción variedades x densidad de población en la expresión del rendimiento total y comercial, en los componentes de calidad fisiológica: vigor (peso seco) y velocidad de emergencia, y en la altura de planta.
4. Las variedades de hábito determinado presentaron una mejor respuesta a los cambios de densidad de población, reflejada esta en su rendimiento de semilla, mientras que las de hábito indeterminado no exhibieron su capacidad de rendimiento debido a factores ambientales.

VII. BIBLIOGRAFIA.

1. Balderas P.,G. y González A.,I. 1992. Respuesta del frijol (Phaseolus vulgaris L.) a diferentes dosis de fertilización y densidad de población. En: Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Guerrero, México.
2. Bean E.,W 1983. Pruebas que afectan la calidad de semillas forrajeras. En: Producción Moderna de Semillas. Ed. Hemisferio Sur, Vol. II, traducido por Stanham, F. Montevideo, Uruguay.
3. Bustamante, L. y Orozco, J. 1986. Conceptos básicos para la evaluación de la calidad de la semilla. En: Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN, Asociación Mexicana de Semilleros A.C.
4. Camargo L.,P. 1991. Comparación de tres pruebas para evaluar vigor en semillas de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis profesional, FES-Cuautitlán, UNAM, México.
5. Cervantes G.,F. 1990. Efecto de la inoculación, fertilización edáfica y foliar sobre la productividad y calidad de semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis profesional, FES-Cuautitlán, UNAM, México.
6. Cervantes G.,F. 1992. Capacidad de rendimiento de semilla de variedades de frijol en valles altos. En: Memorias del XIV Congreso Nacional de Fitogenética. Tuxtla Gutierrez, Chis., México.

7. C.I.A.T. 1979. Semilla de frijol de buena calidad . CIAT, Cali, Colombia.
8. C.I.A.T. 1983. Metodología para obtener semillas de calidad (arroz, frijol, maíz, sorgo) .CIAT, Cali, Colombia.
9. Costa C. Da, J.C. 1981. Efecto de la densidad de población en la morfología, asignación de la materia seca y de la energía y eficiencia en la producción de semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis doctoral, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
10. Diehl R.,J. y Box M., M. 1985. Fitotecnia general. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
11. Ellis R.,H. y Roberts E.,H. 1983. Hacia una base racional para evaluar la calidad de la semilla. En: Producción Moderna de Semillas. Ed. Hemisferio Sur, Vol. II, traducido por Stanham, F. Montevideo, Uruguay.
12. Escalante E.,L. 1982. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento en grano y sus componentes en dos variedades de frijol. Tesis Profesional, Instituto Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Gro. México.
13. Espinosa C.,A., Albarrán, M. y Virgen V.,J. 1986. Densidad de población y tratamientos fertilizantes y su relación con el rendimiento y calidad de semilla de progenitores de híbridos simples, dobles y trilineales de maíz. En: Informe del Programa de Producción de Semillas 1986. SARH-INIFAP-CEVAMEX, Chapingo, México.

14. Espinosa C., A. 1988a. Distancia entre surcos y entre plantas y su relación con el rendimiento y calidad de semilla en la variedad de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Bayomex. En: Memorias del XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. Chihuahua, México.
15. Espinosa C., A. 1988b. Distancia entre surcos y entre plantas y su relación con el rendimiento y calidad de semilla en la variedad de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Bayo Mecentral. En: Memorias del XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. Chihuahua, México.
16. Espinosa C., A. 1990. Delimitación de áreas agroclimáticas, selección de terreno, aislamiento y desmezcla para producción de semilla. SARH-INIFAP-CEVAMEX, Chapingo, México.
17. F.A.O. 1978. Semillas agrícolas y hortícolas. Producción, control, distribución. FAO, Italia.
18. F.A.O. 1979. Mejoramiento de la producción de semillas. FAO, Italia.
19. García M., E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 2a. edición. Instituto de Geografía, UNAM, México.
20. Gatica V., M. 1987. Descripción varietal de 3 genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis profesional, UACH, Chapingo, México.

21. González R., C. 1984. Tamaño de semilla de frijol y efecto sobre densidad de población en la Costa de Nayarit. X Congreso Nacional de Fitogenética. Ags., México.
22. Ibarra P., F., López S., E., Durán P., A. y Fraire M., R. 1980. Densidad de población con arreglos topológicos en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) variedad Jamapa en la zona sur de Veracruz. En: Memorias del VIII Congreso Nacional de Fitogenética. Uruapan, Michoacán, México.
23. Kohashi S., J. 1990. Aspectos de la morfología y fisiología del frijol Phaseolus vulgaris L. y su relación con el rendimiento. Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
24. Lemos B., C. 1982. Dinámica de floración y llenado de la vaina en cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L) sembrados en diferentes densidades de población. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
25. López C., L. 1990 Descripción varietal de cinco genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo dos densidades de siembra. Tesis profesional, FES-Cuautitlán, UNAM, México.
26. Meza M., A. 1992. Comparación de la calidad física, genética y fisiológica entre semillas de híbridos y variedades de maíz (Zea mays L.) con diferente origen de producción. Tesis profesional, FES-Cuautitlán, UNAM, México.
27. Monroy E., M. 1991. Efecto de niveles de N, P y densidad de población en el rendimiento y sus componentes en frijol. Tesis profesional, FES-Cuautitlán, UNAM, México.

28. Moreno R., E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. UNAM, México.
29. Palomo G., A. y Quirarte R., H. 1975. Efecto de población de plantas, número de riegos e intervalo al primer auxilio sobre la fenología rendimiento y calidad de fibra del algodonero. Agricultura Técnica en México, (3)11. INIA, SAG.
30. Perry D., A. 1983. El concepto de vigor de la semilla y su relevancia con respecto a las técnicas de producción de semilla. En: Producción Moderna de Semillas. Ed. Hemisferio Sur, Vol. II, traducido por Stanham, F. Montevideo, Uruguay.
31. Rebolledo R., H. 1992. SAS en microcomputadora. Análisis de experimentos con fines de optimización de insumos agrícolas. UACH, Depto. de suelos, Chapingo, México.
32. Reyes C., P. 1990. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas, 3a. edición, México.
33. Rivas M., P. 1988. Densidad de población y fertilización, y su relación con el rendimiento y calidad de semilla en la variedad de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Bayo Mecentral. Tesis profesional, FES-Cuautitlán, UNAM, México.
34. Rocha Q., J. 1984 Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento y sus componentes en frijol (Phaseolus vulgaris L.) var. Flor de Mayo X-16441. Tesis profesional, UACH, Chapingo, México.

35. Rodríguez V., J. y Espinosa M., E. 1990. La producción de semillas en México. En: Análisis de la enseñanza, producción e investigación de semillas en México. SOMEFI, Chapingo, México.
36. Rojas, G., Bravo, A. y Parodi, P. 1975. Efecto de la distancia de siembra sobre los componentes morfológicos del rendimiento en cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Ciencia e Investigación Agraria. 2 (3,4):162-168.
37. Ruiz H., R., Estrada G., A. y Carballo C., A. 1988. Efecto de la densidad de población y fertilización en producción y calidad de semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.). En: Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. UACH, Chapingo, México.
38. Santiago R., L. 1988. Comportamiento de la germinación y del vigor en semillas de maíz (Zea mays L.) de distinto origen genético, sometidas a diferentes temperaturas y sustratos. Tesis profesional, FES-Cuautitlán, UNAM, México.
39. S.A.R.H. 1990. Informe de labores 1989-1990, SARH, México.
40. S.A.R.H. 1991. Ley sobre producción, certificación y comercio de semillas. Diario Oficial, 15 de julio de 1991, México, D.F.
41. Tekrony D., M., Egli D., B. y Balles., J. 1983. Efecto del ambiente de producción sobre la calidad de la semilla de soja. En: Producción Moderna de Semillas. Ed. Hemisferio Sur, Vol. II, traducido por Stanham, F. Montevideo, Uruguay.

42. Torres B., J. 1990. Influencia del manchado por lluvia en la calidad fisiológica de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis profesional, FES-Cuautitlán, UNAM, México.
43. Virgen V., J. 1983. Evaluación de vigor en maíz (Zea mays L.) en base a características de semilla y plántula. Tesis profesional, FES-Cuautitlán, UNAM, México.
44. Virgen V., J., Alvarez J., M. y Molina M., J. 1986. Madurez fisiológica en cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y su relación con la calidad biológica de semilla. Informe del Programa de Producción de Semillas 1986. SARH-INIFAP-CEVAMEX, Chapingo, México.

VIII. APENDICE.

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable rendimiento total de semilla (kg/ha).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	4976140.30	829356.71	87.78 **	2.34	3.29
Densidades	2	565883.72	282941.86	29.86 **	3.23	5.18
Var x Den	12	491194.29	40932.85	4.23 **	2.00	2.66
Error	40	386739.53	9668.48			
Total	62	6228873.65				

C.V. = 12.54%

X = 789.24

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable rendimiento comercial de semilla (kg/ha).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	4639576.80	773262.80	77.79 **	2.34	3.29
Densidades	2	99862.79	49931.39	5.02 **	3.23	5.18
Var x Den	12	307605.18	25633.76	2.28*	2.00	2.66
Error	40	397638.58	9940.96			
Total	62	5454211.05				

C.V. = 19.28

X = 517.03

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable porcentaje de semilla grande.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	52561.57	8760.26	290.66 **	2.34	3.29
Densidades	2	12.45	6.22	0.21 NS	3.23	5.18
Var x Den	12	342.27	28.52	0.95 NS	2.00	2.66
Error	40	1205.57	30.13			
Total	62	54253.48				

C.V. = 22.32%

X = 24.59

* significativo ** altamente significativo NS no significativo

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable porcentaje de semilla mediana.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05 0.01	
Variedades	6	6158.67	1024.44	67.23 **	2.34	3.29
Densidades	2	104.10	52.05	3.41 *	3.23	5.18
Var x Den	12	329.66	27.47	1.80 NS	2.00	2.66
Error	40	610.72	15.26			
Total	62	7303.96				
C.V. = 16.78%				X = 23.27		

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable porcentaje de semilla chica.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05 0.01	
Variedades	6	59220.58	9870.09	322.40 **	2.34	3.29
Densidades	2	184.32	92.16	3.41 NS	3.23	5.18
Var x Den	12	290.70	24.22	0.79 NS	2.00	2.66
Error	40	1224.55	30.61			
Total	62	61136.08				
C.V. = 10.66%				X = 51.88		

Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable peso volumétrico.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05 0.01	
Variedades	6	66312.300	11052.05	41.47 **	2.34	3.29
Densidades	2	1643.94	821.97	3.08 *	3.23	5.18
Var x Den	12	3111.01	259.25	0.97 NS	2.00	2.66
Error	40	10661.36	266.53			
Total	62	83194.51				
C.V. = 2.32%				X = 702.90		

* significativo

** altamente significativo

NS no significativo

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable velocidad de emergencia.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	25.71	4.28	4.27 **	2.34	3.29
Densidades	2	5.52	2.76	2.75 NS	3.23	5.18
Var x Den	12	29.39	2.45	2.44 *	2.00	2.66
Error	40	40.16	1.00			
Total	62	118.99				
C.V. = 28.31%				X = 3.54		

Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	361.49	60.24	2.67 *	2.34	3.29
Densidades	2	121.36	60.68	2.69 NS	3.23	5.18
Var x Den	12	409.74	34.14	1.51 NS	2.00	2.66
Error	40	901.77	22.54			
Total	62	1833.26				
C.V. = 5.14%				X = 92.32		

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable vigor (peso seco).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	1033565.07	172260.84	18.71 **	2.34	3.29
Densidades	2	186917.46	93458.73	10.51 **	3.23	5.18
Var x Den	12	429882.54	35823.54	3.89 **	2.00	2.66
Error	40	368311.11	9207.77			
Total	62	2107498.41				
C.V. = 15.20%				X = 631		

* significativo
 ** altamente significativo
 NS no significativo

Cuadro 10A. Análisis de varianza para la variable altura de planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	16049.22	2674.87	279.65 **	2.34	3.29
Densidades	2	304.62	152.31	15.92 **	3.23	5.18
Var x Den	12	545.84	45.48	4.76 **	2.00	2.66
Error	40	382.59	9.56			
Total	62	17305.23				

C.V. = 5.24%

X = 59.01

Cuadro 11A. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	397.07	66.17	8.79 **	2.34	3.29
Densidades	2	180.98	90.49	12.01 **	3.23	5.18
Var x Den	12	69.01	5.75	0.76 NS	2.00	2.66
Error	40	301.30	7.53			
Total	62	952.41				

C.V. = 27.88%

X = 9.8

Cuadro 12A. Análisis de varianza para la variable número de semillas por vaina.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	14.66	2.44	13.57 **	2.34	3.29
Densidades	2	2.12	1.06	5.90 **	3.23	5.18
Var x Den	12	4.09	0.34	1.89 NS	2.00	2.66
Error	40	7.20	0.18			
Total	62	28.22				

C.V. = 10.32%

X = 4.11

* significativo

** altamente significativo

NS no significativo

Cuadro 13A. Análisis de varianza para la variable peso de 200
semillas.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Variedades	6	11325.96	1887.66	211.8J **	2.34	3.29
Densidades	2	11.26	5.63	0.61 NS	3.23	5.18
Var x Den	12	123.56	10.29	1.16 NS	2.00	2.66
Error	40	356.45	8.91			
Total	62	11826.14				

C.V. = 5.13%

X = 58.12

* significativo
 ** altamente significativo
 NS no significativo