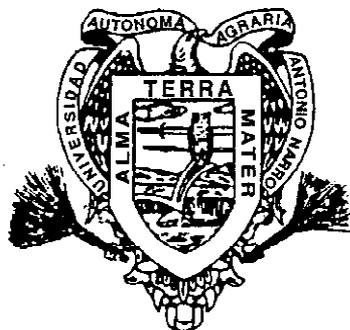


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE FITOMEJORAMIENTO



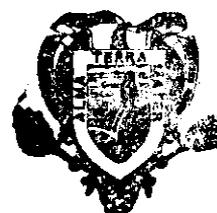
*Efecto del Medio Ambiente y oportunidad de Cosecha sobre el rendimiento y calidad de semilla de Frijol común *Phaseolus vulgaris* en Buenavista, Coahuila, México.*

Por:

SERGIO TREJO GALLARDO

TESIS

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

*Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:*

INGENIERO AGRONOMO Fitotecnista

*Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 1997*

UNIVERSIDA AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.

DIVISION DE AGRONOMIA.

EFFECTO DEL MEDIO AMBIENTE Y OPORTUNIDAD DE COSECHA SOBRE
EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLA DE FRIJOL COMÚN
(*Phaseolus vulgaris*) EN BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

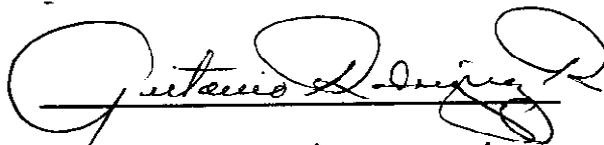
POR :

SERGIO TREJO GALLARDO.

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO FITOTECNISTA.
APROBADO POR :

EL PRESIDENTE DEL JURADO.

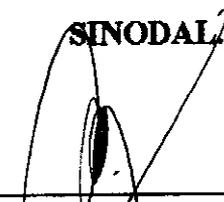


ING. ANTONIO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

SINODAL.


ING. M.C. LETICIA BUSTAMANTE GARCÍA.

SINODAL.


ING. M.C. FEDERICO FACIO PARRA.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA.


ING. M. C. MARIANO FLORES DAVILA.
División de Agronomía
Coordinación

DEDICATORIA.

A Dios :

Por haberme dado la vida y concederme la dicha de haberme formado como profesionista.

A mi Madre :

Señora Concepción Gallardo Romero.

Por su amor y apoyo brindado a lo largo de mi carrera profesional.

A mi Tia :

Señora Leonarda Gallardo Romero.

Por la confianza que depositó en mi y por sus consejos constructivos que hicieron posible mi realización como profesionista.

A mis Hermanos :

Mariela.

Antonio.

Alberto.

Por todo el apoyo moral que me brindaron en todo momento.

A mi " ALMA MATER " :

Por el enriquecimiento de conocimientos que de ella obtuve durante mi formación profesional, que hoy son mi herramienta de trabajo.

AGRADECIMIENTOS.

Con todo respeto al Ing. Antonio Rodríguez Rodríguez, maestro investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por su valiosa orientación durante la planeación y ejecución del presenta trabajo y por su sincera amistad.

A la Ing. M. C. Leticia Bustamante García, por las sugerencias que me hizo durante la redacción del escrito y revisión del mismo.

Al Ing. M. C. Federico Facio Parra, por sus opiniones y aportaciones durante el desarrollo de esta investigación.

A la Q. F. B. Alejandra Torres Tapia y a la T. L. Q. García Valdez por su valiosa ayuda y desinteresado orientación en las actividades realizadas en el laboratorio de ensayo de semillas.

A mis compañeros, Leticia Vega Zambrano y Noe Lambarena Cruz por su buena disposición y ayuda brindada a traves del desarrollo de la investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
Generalidades	7
Calidad fisiológica de semilla y rendimiento	7
Etapas de desarrollo	28
Interacción genotipo - ambiente	31
MATERIALES Y MÉTODOS.	34
Descripción del área de estudio	34
Material genético	35
Conducción del experimento	36
Tratamientos y diseño experimental	38
Variables evaluadas	39
Análisis estadístico	41
Modelo estadístico utilizado	42
RESULTADOS Y DISCUSION	43
CONCLUSIONES	79
RESUMEN	81
LITERATURA CITADA	83

INTRODUCCIÓN.

A nivel nacional el frijol se considera uno de los cultivos más importantes en razón de la superficie dedicada a la producción, por la cantidad de grano que se consume y la actividad económica que genera . En México la superficie dedicada a este cultivo ha llegado a superar los dos millones de hectáreas, aunque dicha cifra ha sido variable a través de los años, principalmente debido a los estímulos de precio de garantía. Existen regiones que destacan por la superficie destinada a su producción y por la cantidad de grano que aportan al consumo nacional, tal es el caso de los estados de Zacatecas, Durango, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Tamaulipas y Guanajuato.

El frijol es una especie anual, ampliamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas y se le considera una especie termófila, es decir no soporta heladas, (Debouck e Hidalgo, 1985).

Durante la producción de semilla de frijol esta es susceptible al deterioro causado por factores ambientales durante las fases de desarrollo, maduración y secado en campo. La magnitud del efecto del medio ambiente en esta fase de la producción de semilla depende del genotipo, de las condiciones ambientales prevalecientes (temperatura, lluvia, humedad relativa, entre otros) y, del tiempo que la semilla permanezca expuesta en campo a condiciones adversas.

Las temperaturas en las que se desarrolla bien el frijol oscilan entre 15 y 27 °C y se reconoce que existe un gran rango de tolerancia entre variedades.

En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento y las altas lo aceleran. Asimismo las temperaturas extremas originan floración escasa y/o esterilidad por aborción de flores, (White, 1985).

Las condiciones ambientales son más severas en las zonas tropicales y subtropicales, afectando la calidad de semilla de frijol producida en estas regiones. Este deterioro de la calidad se manifiesta en menor vigor, mayor incidencia de enfermedades, menor potencial de almacenamiento de la semilla, y, por ende disminución de su capacidad de dar origen a plantas y cultivos de alto rendimiento. Sin embargo, un buen conocimiento del cultivo permite producir semilla de frijol de buena calidad mediante cosechas oportunas y secamiento apropiado.

La producción de frijol en el país se desarrolla bajo diferentes sistemas , los cuales se han adecuado a las condiciones ecológicas , necesidades y tradiciones regionales, estos sistemas de producción se enmarcan en dos grandes grupos , de acuerdo a la disponibilidad de agua. El sistema de siembra de riego, que utiliza el riego por gravedad, y cubre aproximadamente el 16 % de la superficie total, y el sistema de siembra de temporal, en el que se han desarrollado dos formas de cultivo, humedad residual, con siembra al final del otoño o invierno, donde se aprovechan la humedad que dejaron las lluvias; y al temporal propiamente dicho al que corresponden las siembras de verano donde el

aprovechamiento del agua es simultáneo a las precipitaciones, o sea, que el cultivo se establece al principio de la temporada de lluvias.

A pesar de que la planta de frijol tiene gran capacidad de rendimiento; no se ha logrado que está se manifieste totalmente en algunas áreas del país debido a la intervención de algunos factores que impiden que las variedades lleguen a su máxima producción.

Dentro de estos factores podemos señalar las enfermedades, los insectos plaga, escasa e irregular precipitación en las regiones temporales y el empleo de variedades criollas en la mayoría de las siembras de temporal, son causas de bajos rendimientos.

Respecto al uso de variedades, Crispin (1968) menciona que con un grupo reducido de éstas se podría cubrir el 90 % del total de hectáreas que se siembran en el país; sin embargo la preferencia por ciertos tipos por regiones y aun la inclinación por cierto color, tamaño y sabor de la semilla constituyen todavía una barrera para que esto suceda.

Una de las herramientas de las cuales el productor de semilla, es utilizar las fechas de siembra, donde existe el menor riesgo posible de deterioro de la calidad de la semilla, procurando desde luego un buen rendimiento de la misma.

De aquí que el presente trabajo se plantea de acuerdo a la necesidad de estudiar el efecto de oportunidad de cosecha en diferentes variedades, habiéndose definido el siguiente objetivo.

OBJETIVO GENERAL.

Determinar el efecto de diferentes oportunidades de cosecha sobre el rendimiento y calidad de semilla de cuatro variedades de frijol común, (*Phaseolus vulgaris*, L.).

HIPÓTESIS.

Un adelanto en la cosecha de semilla de frijol permitirá capturar máxima calidad de semilla y buen rendimiento de la misma.

REVISIÓN DE LITERATURA.

El frijol común es uno de los granos que se consume en grandes cantidades y ha sido hasta la actualidad la principal fuente de proteínas de la gran mayoría de los mexicanos principalmente en el medio rural. Por otra parte el alto contenido de proteínas del frijol lo ha justificado como uno de los principales alimentos básicos, Lepiz (1982) lo resalta mediante una comparación con la proteína de origen animal y menciona que un kilogramo de carne de res tiene un 15. 2 % de proteínas, mientras que un kilo de frijol contiene 24 % de proteínas, señala también que en México se producen diferentes tipos de frijol obedeciendo a los hábitos de consumo regional, en el norte del país se prefieren los frijoles Bayo, Pinto y Ojo de Cabra; en el noreste los claros, canarios y azufrados; en el centro del país se producen y consumen frijoles de todos los tipos, colores y tamaños, pero preferentemente Flor de Mayo y canarios y en el sureste se siembran y prefieren los frijoles Negros pequeños y de testa opaca. Estas características alimenticias hacen que dicha leguminosa sea reconocida como una fuente de proteínas de calidad, barata y fácil de obtener, en los diferentes medios y estratos sociales.

Nicolai Vavilov en 1935, señaló ocho centros principales de origen de las principales plantas cultivadas, en tres de ellos menciona la presencia de *Phaseolus vulgaris* L; el centro chino con forma resciva, América del sur (Perú, Ecuador y Bolivia) y América central y sur de México (Miranda 1967a)

Este último, en base a los sitios arqueológicos donde se ha encontrado frijol y en base a la variabilidad genética de las especies, tanto en formas silvestres como cultivadas señala que el frijol *Phaseolus vulgaris* L, menciona también como centro de diversificación primaria el área México - Guatemala, donde muy posiblemente se localiza su centro de origen.

El frijol común nominado por Linneo en 1753 como *Phaseolus vulgaris*, pertenece al orden Rosales, a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, a la tribu Phaseoleae y a la subtribu Phaseolinae, Burkart (1952). El género *Phaseolus* consta de 180 especies aproximadamente, de las cuales 126 proceden del continente americano; 54 del Sur de Asia y Oriente de África, 2 de Australia y una de Europa, (Miranda, 1967a).

Desde el punto de vista comercial, en los últimos años en México se habla de grandes grupos o tipos de frijol, tomando en cuenta fundamentalmente el color, forma y tamaño de la semilla. Los tipos mas comunes son : Canario, Negro Tropical (tipo Jamapa), Negro Arribeño (tipo Negro Querétaro), Bayo Gordo, Azufrado, Garbancillo, Flor de Mayo, Pinto Nacional (Americano), Ojo de Cabra, Cacahuete y Alubia principalmente.

En *Phaseolus vulgaris* L. el porcentaje de cruzamiento natural es mayor en las variedades cultivadas que en las formas silvestres, Miranda (1967a), y este fenómeno guarda cierta relación con la diversidad genética que muestran los grupos mencionados, ya que la diversidad genética es mayor al nivel cultivado que al nivel silvestre.

En el área donde ocurren las formas silvestres, las variedades cultivadas muestran una gran diversidad genética; por ejemplo el hábito de crecimiento puede ser determinado o indeterminado; el ciclo vegetativo varía entre tres a seis meses; las vainas muestran una gran variación en tamaño, forma y color.

Calidad Fisiológica de Semilla y Rendimiento.

La calidad de la semilla está determinada por sus componentes genéticos, físicos fisiológicos y sanitarios. El éxito de un programa de producción de semilla depende del nivel de excelencia de cada uno de estos componentes en el producto final. Sin embargo con cierta frecuencia se observan lotes de semillas con plántulas que carecen de vigor o con muy bajos porcentajes de germinación, todo ello debido principalmente a condiciones de almacenamiento inadecuadas durante el período comprendido entre la recolección y la siguiente siembra, que puede durar varias semanas, meses o años, (Ross, 1980).

La calidad fisiológica de las semillas, de acuerdo con Heydecker (1972) es un fenómeno dinámico y complejo, resultado del efecto de los factores genéticos, ambientales y la interacción de ambos a través del tiempo.

Entre los componentes de la calidad fisiológica de semilla, se distinguen la capacidad de germinación, el vigor y el potencial de almacenamiento. Estos atributos pueden disminuir o perderse durante la maduración, la cosecha, el secamiento, el acondicionamiento, o el almacenamiento, (CIAT, 1985).

Los componentes de rendimiento son definidos como una serie de factores que multiplicados en conjunto equivalen al rendimiento. El siguiente es un ejemplo :

Peso de una semilla + Semillas por vaina + Vainas por nudo + Nudos por metro² ⇒

Rendimiento. Muchos estudios en frijol y en otros cultivos han intentado determinar si es posible utilizar un solo componente para aumentar el rendimiento, pero generalmente han fracasado debido al fenómeno de compensación de componentes : al aumentar un componente los demás son reducidos. Por ejemplo, un aumento en vainas / nudo provocaría reducciones en semillas / vainas y peso de semillas. Esto también se detecta comparando diferentes líneas donde la variación en componentes frecuentemente muestra que existe una relación muy estrecha entre ellos, (CIAT, 1982).

En frijol los componentes de rendimiento más importantes son : número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de semilla. Estos a su vez se dividen en componentes secundarios y cada uno de ellos manifiesta su verdadera importancia a través del análisis de causa y efecto, (Duarte y Adams, 1972).

Adams (1967) manifiesta que si uno de los componentes de rendimiento aumenta, los otros decrecen, manteniéndose un equilibrio en el rendimiento, él mismo sostiene que los componentes de rendimiento son influenciados fuertemente por el medio ambiente y que existen correlaciones negativas entre ellos. Esto lo detectó estudiando las bases de compensación de componentes de rendimiento en frijol.

El estudio de los componentes de rendimiento se ha analizado como una nueva alternativa en el mejoramiento de plantas, ya que el mejoramiento es considerado el

resultado de la acción de todos los mecanismos genéticos de una planta y de la interacción de estos mecanismos entre si y con el medio ambiente. De esto se desprende que no existen genes específicos para rendimiento sino que éste es el carácter multigénico por excelencia, (Parodi, 1971).

En el cultivo de soya se ha establecido que en general las siembras tempranas producen mayores rendimientos, Abel (1961), Valdivia y Madariaga (1968) determinaron que la disminución de rendimiento producida por un atraso en la siembra era mayor en los cultivares tardíos que en los precoces

Rojas, Bravo y Parodi (1975) trabajando con frijol, encontraron correlaciones positivas y altamente significativas entre rendimiento y número de vainas por superficie, indicando que éste componente es el de mayor importancia en la determinación del rendimiento. Para Pandey y Torrie (1973) las vainas por unidad de superficie y el número de semillas por vainas producen el mayor efecto sobre el rendimiento en semilla.

Parodi e Isabel (1981) analizando el comportamiento del cultivo Williams en soya sembrado en tres fechas, encontraron que el peso de las semillas fue significativamente más alto en la primera fecha de siembra, no diferenciándose en las dos posteriores. Resultados similares obtuvieron en otros experimentos, lo que sugiere que la siembra temprana favorece la expresión de éste componente.

Camacho et al (1964) concluyeron que un incremento en el número de vainas causó una disminución en el número de semillas por vaina, lo cual se reflejó,

... en la disminución en el tamaño de la semilla

Swanson y Hunter (1936) han reportado que el tamaño de la semilla no parece ser un factor varietal en la germinación, emergencia y establecimiento en campo, ya que los sorgos de semilla pequeña mostraron una mejor tendencia en germinación que variedades de semilla grande.

Abdullahi y Vanderlip (1972), trabajando con sorgo, observaron que la germinación, el vigor de plántulas y el establecimiento en campo fue más alto en semillas de tamaño medio, seguido por tamaño grande y con tamaño pequeño fue mucho más pobre, además, las semillas grandes tendieron a funcionar mejor en las pruebas de laboratorio que en el campo. También encontraron que el tamaño de la semilla afectó significativamente la floración, pero no el rendimiento de la semilla.

Diversos autores han realizado estudios sobre el tamaño de la semilla para dar explicación a las posibles causas de la producción de plántulas más vigorosas a partir de semillas grandes. Heydecker (1972) y Wood et al (1977) coinciden en que es debido al capital inicial más grande (embrión y/o reservas). Germ (1960) lo relaciona con la mayor cantidad de reservas almacenadas en la semilla y mejores procesos de reducción y construcción en la fase heterotrófica.

Cuando la vaina ha logrado su máxima longitud, las semillas continúan aumentando de tamaño; esto también se nota cuando el crecimiento se mide en peso ; este fenómeno también se presenta en la soya. El incremento en el peso de las semillas es una característica de la variedad y, tal vez, esté asociada con el rendimiento. La tasa de acumulación de peso seco en soya puede ser una característica de la variedad, (Egli, 1975).

Los factores ambientales parecen influir sobre el crecimiento de la vaina y de la semilla de frijol; sin embargo Carr y Skene (1961) concluyeron que el crecimiento de éstas dos estructuras no es afectado por las condiciones ambientales. En soya la radiación lumínica baja provoca la disminución en la acumulación de peso en las vainas y en las semillas, Saterlee et al (1984); igualmente se afirma que la tasa de crecimiento de los frutos de frijol varía según las condiciones ambientales : el factor que más diferencias causa es la temperatura, especialmente la nocturna, (Olike et al, 1978).

El tiempo demandado de los frutos para crecer con respecto del ciclo total, sería un factor importante, o sea, la floración temprana podría aumentar el tamaño de los frutos. Izquierdo y Hosfield (1983) indican que el mayor peso de las semillas se logró con un periodo más largo para el llenado de los frutos.

Leyva (1977) menciona que las variedades tardías de frijol rinden mucho más que las precoces, lo cual sugiere una relación de carácter negativo entre rendimiento y precocidad.

Barrales et al (1988) trabajando con frijol, encontró que los mayores rendimientos se asociaron con las variedades de semiguía por coincidir todo su ciclo vegetativo con disponibilidad de humedad; las precoces, aunque tuvieron humedad, por su potencial genético, resultaron las de menor rendimiento; las variedades tardías por ser mayores en su ciclo vegetativo que el periodo de lluvias, fueron de mayor rendimiento.

Rodriguez et al (1981) encontraron algo similar en variedades mejoradas al detectar una correlación negativa y significativa entre días a floración y rendimiento. El número de vainas por planta parece que es determinado por una competencia entre ellas, que en un momento dado puede reducir el rendimiento, ellos mismos señalan que la competencia por la fotosíntesis puede presentarse entre las fases vegetativa y reproductiva, o entre las distintas partes de la etapa reproductiva; esto puede afectar el número de vainas por planta.

Singh y Mehndiratta (1970) trabajando con 40 líneas y variedades de frijol (*Vigna unguiculata* L.) encontraron que los componentes vaina por planta, semillas por vaina y peso de 100 semillas, tienen un gran efecto sobre el rendimiento.

Singh y Malhotra (1970) reportan que en 75 variedades de frijol chino encontraron que el rendimiento estuvo positivamente correlacionado con las ramas por planta, vainas por planta, semillas por vaina, longitud de las vainas y tamaño de las semillas.

Aggawal y Singh (1973) reportaron que en caraotas (*Phaseolus vulgaris* L) se presentan correlaciones positivas y significativas entre rendimiento y las vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas, días a floración y días a maduración. El peso de 100 semillas estuvo negativamente correlacionado con el número de vainas por planta y con semillas por vaina.

Aryeetey y Laing (1973) reportaron que el componente vainas por planta estuvo consistentemente correlacionado con el rendimiento.

La competencia que se presenta entre semillas y vainas en crecimiento puede afectar el número de vainas y semillas. Olike et al (1978) indican que en el frijol se puede generalizar sobre que el crecimiento de las vainas y las semillas son dos eventos secuenciales y no recurrentes, con lo cual se descarta la competencia entre semilla y pericarpio.

Carr y Skene (1961) indican que en el crecimiento de las semillas de frijol los contenidos de giberelinas aumentan fuertemente en los dos periodos de crecimiento activo; mientras que en la fase de detención parcial del crecimiento éstas hormonas descienden en su concentración.

Periodos de altas temperaturas y evapotranspiración durante la etapa reproductiva del frijol, provocan serios problemas en el desarrollo de los frutos, originando vainas de escasa longitud, con reducido número de semillas y una acentuada tendencia al desarrollo prematuro de las mismas. Estos fenómenos ocasionan severas pérdidas en la cantidad y calidad del producto y limitan el periodo del cultivo cuando éste está destinado a la producción de vainas, (Kramer, 1963).

En las plantas cultivadas el rendimiento es la resultante de la interacción entre el genotipo y el medio, manifestada a través de los procesos fisiológicos. Por lo tanto el estudio de dicho funcionamiento es de capital importancia para las investigaciones ecológicas y agrícolas.

El rendimiento puede considerarse como la expresión fenotípica de interés antropocéntrico, y es la resultante final de los procesos fisiológicos, que se refleja en la morfología de la planta. Los principales componentes fisiológicos del rendimiento son: la acumulación de fotosintatos, que puede expresarse como el peso seco total de la planta (rendimiento biológico) o la distribución de dicho fotosintato, representado por el peso de la semilla (rendimiento económico).

El peso de la semilla (rendimiento económico) tiene su expresión morfológica en el grano, al cual podemos considerarlo como resultado de la consecuencia de otros componentes, llamados morfológicos, tales como vainas, pericarpio, flores, botones, yemas, etc.

La planta de frijol presenta flores y frutos desarrollados en forma secuenciada, y el periodo de floración puede extenderse durante varias semanas, según el hábito de crecimiento y la variedad. Esto tiene gran importancia porque en estas condiciones, según lo indica, Evans (1975) para plantas con floración axilar secuenciada, el periodo en que queda determinada la "capacidad para almacenamiento" se traslapa con el periodo de almacenamiento propiamente dicho, así que la planta puede manifestar con relativa facilidad, un ajuste mutuo entre estos dos componentes.

El estudio de las relaciones fuente - demanda fisiológica es de gran importancia porque permite determinar en dónde están los obstáculos que limitan, en una variedad y circunstancias dadas el aumento del rendimiento.

Aguilar et al (1977) mencionan que el mayor rendimiento de grano por planta está asociado a una mayor producción de materia seca total por planta.

El número de vainas es el componente de rendimiento que muestra mayor plasticidad. El frijol parece tener mecanismos mediante los cuales el número de vainas, y por lo tanto de granos que serán llenados, puede ser ajustado a la provisión de fotosintatos, de tal manera que se asegure el llenado del grano, (Aguilar et al, 1977).

En siembras equidistantes donde la planta es sometida a periodos de sequía a partir de la ultima parte del periodo vegetativo, el número de entrenudos del tallo principal no es afectado, pero si la longitud de los mismos y el número de ramas, así como el vigor de las mismas, el número de flores, el número de vainas y el rendimiento, (Mojarro, 1977).

Las cosechas prematuras pueden tener efectos negativos. En un experimento con trece cultivares de frijol en Vicosá, Brasil, Andrade y Viera (1972) concluyeron que la cosecha prematura cuando la semilla tiene una humedad del 60 % disminuye el rendimiento, el peso y la calidad de ésta; pero no se afecta la germinación, aunque sí hay un aumento marcado de plántulas anormales

Las semillas de soya y en general de las leguminosas son muy higroscópicas, tomando y reteniendo humedad en periodos o bien perdiendo rápidamente humedad en ambientes secos, (Andrews, 1974).

El contenido de humedad de la semilla es fuertemente influenciado por las condiciones climáticas adversas antes y durante el periodo de cosecha, incrementándose la susceptibilidad de la semilla al daño mecánico, (Delouche, 1972).

Andrews (1977) establece que la máxima calidad y mínimo daño a la semilla de soya son obtenidos cuando ésta es cosechada a una humedad entre el 13 y 14 por ciento. Sin embargo, él mismo señala que existen condiciones climáticas por la mañana que aumentan este contenido y en la tarde lo disminuyen notablemente por debajo del 12 por ciento.

Harrington (1959) señala al factor contenido de humedad como el de mayor efecto en la calidad de la semilla aun cuando halla sido bajado a niveles de seguridad, esto por los niveles altos que puede alcanzar durante periodos de tiempo húmedo.

Justice y Bass (1978) indican que la longevidad y la calidad de la semilla es afectada principalmente por el contenido de humedad de la misma y en menor grado por la temperatura, ya que el contenido de humedad está en función directa con la humedad relativa del aire alrededor de la semilla almacenada.

Harrington (1972) menciona que al incrementarse el contenido de humedad de la semilla, se incrementan los problemas para mantener la germinación. Nangju (1977) indica que el elevado contenido de semilla verde es la causa principal de la baja calidad, y que éstas disminuyen conforme la fecha de cosecha es más tardía.

Salter y Woode (1967, citado por Gutiérrez, 1986) encontraron que cuando se mantiene una baja tensión de humedad durante el periodo de floración, los rendimientos son altos, pero cuando ésta tensión aumenta, trae como consecuencia bajos rendimientos que son atribuidos a la caída de flores y vainas jóvenes. En suma, el frijol puede ser afectado por estrés hídrico en todas las etapas de crecimiento, pero justamente desde la floración hasta llenado de vainas es cuando se causan los mayores daños para la formación de semillas.

Madurez fisiológica : Inicia poco antes de terminar la etapa R-8, cuando la planta presenta un cambio de coloración de verde a verde-amarillento tanto en hojas como en vainas y que las semillas empiezan a pigmentarse del color típico de la variedad. En este momento la semilla expresa su máxima calidad fisiológica, germinación y vigor.

Según el material, las semillas de frijol alcanzan su peso máximo 30 a 35 días después de la floración y normalmente es definida como la etapa donde la semilla llega a su máximo peso seco, (Harrington, 1972).

La máxima calidad en germinación y vigor se alcanza al punto de madurez fisiológica y en este momento la semilla alcanza también valores máximos de peso seco, (Soplin, 1981).

El nivel más alto de calidad de las semillas se presenta en la madurez fisiológica, (Popinigis, 1985).

Sin embargo, es imposible mantener ese grado de calidad indefinidamente, de modo que ésta inicia un descenso inmediatamente después de la madurez fisiológica como consecuencia del proceso natural de envejecimiento, el cual genera una sucesión de cambios degenerativos en las semillas hasta que finalmente mueren, (Delouche, 1973).

La madurez fisiológica que es el punto de máximo peso seco y máxima capacidad germinativa y de vigor, puede identificarse morfológicamente por la presencia de vainas y semillas amarillas sobre la planta, Delouche y Boyd (1978). En este momento la semilla interrumpe la conexión vascular con la planta madre y presenta altos contenidos de humedad. La madurez se presenta cuando por primera vez la semilla se seca hasta un contenido de humedad del 14 por ciento o menos, siendo posible realizar la cosecha sin necesidad de un secado adicional, Tekrony et al (1980). Durante éste período de madurez fisiológica a madurez de cosecha y más allá, las semillas están prácticamente " almacenadas " en el campo expuestas a cambios degenerativos, que reducen la germinación y vigor a velocidades que están en función de las condiciones climáticas, las cuales varían de relativamente favorables a muy adversas, (Delouche, 1968 y 1974).

Azevedo (1985) encontró en la variedad Hill de soya, la cual es de maduración precoz que fue más afectada por el retardo de cosecha al cosecharla semanalmente después de madurez fisiológica.

Sin embargo, al cosechar 5 días después de maduración fisiológica, a madurez de cosecha, 10 y 20 días después de ésta los resultados de Pola, (1985) indican que la semilla cosechada a madurez de cosecha mostró la mas alta calidad que a los 5 días

después de madurez fisiológica, pero retardando 10 y 20 días después de madurez de cosecha redujo considerablemente la calidad fisiológica.

Después de haber alcanzado la madurez fisiológica, en la cual la semilla presenta su máxima calidad, se inicia un proceso de deterioro inevitable e irreversible que se traduce en la pérdida de la viabilidad, (Anderson, 1973).

Valdés y Faiguenbaum (1991) señalan que las temperaturas altas a las que se exponen las vainas de frijol después que alcanzan la madurez fisiológica, para que disminuya su contenido de humedad de un 50 % a un 18 o 20 %. Durante ésta disminución el punto óptimo de cosecha se ve afectado (germinación de las semillas) comportamiento similar sólo que en etapas iniciales del llenado de grano en soya fue observado por Keigley y Mullen (1986) y determinaron que las altas temperaturas influyeron directamente en la germinación, vigor y calidad física de la semilla.

Para el establecimiento de lotes de producción de semilla es necesario determinar en qué fecha se tendrá el menor efecto adverso de los factores ecológicos que inciden en el desarrollo del cultivo a fin de tener máximo rendimiento y calidad de la semilla, para ello es importante tener en cuenta el momento oportuno para cosechar la semilla, el cual está relacionado con la madurez fisiológica de la planta, la cual se presenta al final de la llamada etapa R-8 (CIAT, 1982).

Un buen indicador en campo de que se ha alcanzado la madurez de cosecha es la dehiscencia; si al ejercer con la mano una ligera presión a la vaina ésta se abre, es porque

está lista para la trilla. A partir de este momento, el ambiente y el tiempo de exposición en el campo son factores que van a incidir negativamente en la calidad de la semilla.

Los investigadores en producción de semillas generalmente están de acuerdo con esta definición, pero sostienen que sin embargo esta madurez fisiológica debería además representar un máximo vigor y germinación en semillas sembradas, (Andrews, 1966).

Kalton et al (1949) señalan que podemos hablar de madurez fisiológica cuando al menos el 50 % de las vainas de la soya hallan adquirido una coloración amarilla.

El cambio de color de la semilla de soya representa un indicador de madurez fisiológica . Cuando la semilla de soya es completamente amarilla se dice que ha llegado a madurez fisiológica. La semilla es cosechada cuando su coloración va de amarillo a café amarillo o cuando las vainas son de color café. La apariencia del color amarillo en las vainas puede ser utilizado como un indicador de madurez fisiológica y no requiere la destrucción de muestras de vainas.

La madurez fisiológica en campo es estimulada cuando el peso de la semilla y porcentaje de vainas café es bajo y semillas completamente amarillas. Esta discrepancia es principalmente debida a errores en los resultados al estimar la fecha de madurez fisiológica.

Varios investigadores han estudiado los efectos ambientales en la calidad de la semilla; Goodwing y Siddique (1984), en un estudio en campo e invernadero en

Queensland, Australia, con frijol blanco cv. Apolo, encontraron que las semillas que se desarrollaban a altas temperaturas ambientales, superiores a los 28 °C; tenían baja calidad.

Después de la fase de madurez fisiológica, la humedad de las semillas depende directamente del medio ambiente. Scarisbrick y Gómez-Barona (1976) encontraron que el porcentaje de humedad de la semilla no descendió del 25 % durante los meses lluviosos de Septiembre y Octubre, con un consiguiente ataque de hongos (*Botritis* y *Sclerotinia*) que causaron ennegrecimiento de las vainas y semillas.

Al respecto, McDonnell y Dirks (1988), en Ontario, Canadá, determinaron que materiales de maduración precoz, los cuales normalmente están asociados con semillas de buena calidad, produjeron semillas de mala calidad con incidencia de *Alternaria* y *Fusarium* cuando se presentaron lluvias excesivas durante la maduración de las semillas.

Al examinar muestras de frijol blanco en Ontario, Canada, McDonnell y Dirks (1988), hallaron que el clima húmedo fue el factor que más afectó la calidad de la semilla. Los cultivares de maduración temprana, que normalmente producían semillas de buena calidad, produjeron semillas de mala calidad al tener que soportar lluvias excesivas durante su proceso de maduración. Ellos concluyeron que la selección de cultivares, la época de cosecha, y el manejo postcosecha son importantes en la producción de semilla de frijol de buena calidad.

Después de la madurez fisiológica, las vainas y las semillas se deshidratan en forma rápida o lenta, dependiendo de la humedad relativa, hasta alcanzar un contenido de

humedad en la semilla un poco por debajo del 20 %, lo cual permite la trilla. En este momento la semilla aún mantiene un alto potencial de rendimiento y su calidad fisiológica es buena.

Siendo el frijol una especie de días cortos, días largos tienden a causar demoras en floración y madurez. Hay mucha variabilidad genética para sensibilidad a fotoperiodo, pero en términos generales se puede decir que cada hora más de luz en el día puede retardar la maduración de dos a seis días.

Algunos factores del medio, tales como humedad y fertilidad del suelo, son más factibles de ser modificados a través de prácticas culturales tales como la irrigación y la aplicación de fertilizantes, otros como la temperatura y el fotoperiodo, lo son en menor grado, pero se recurre a prácticas, tales como fechas de siembra, para que la planta tenga las condiciones más favorables en su desarrollo.

La capacidad de la semilla es rutinariamente evaluada a través de sus atributos, mediante pruebas estandarizadas de laboratorio. La capacidad de germinación evaluada mediante la prueba estándar es la medida de la calidad fisiológica más comúnmente usada y aceptada en la producción y comercio de semilla, siendo el 85 por ciento el nivel mínimo de germinación aceptable, existiendo sin embargo, la demanda de semilla con un nivel de calidad más alto para este atributo y asegurar un vigor o potencial de emergencia alto. Si al momento de la cosecha la viabilidad y vigor de la semilla está por debajo del nivel mínimo aceptable (85 %) la semilla no puede ser utilizada para siembra, (Tekrony et al, 1980).

La metodología más difundida a nivel mundial para evaluar la calidad de un lote de semillas es la prueba de germinación estandar tal y como se encuentra descrita en las Reglas Internacionales para el Análisis de Semillas, ISTA (1976). Dicha prueba, según algunos investigadores como Mackay (1972) puede ser una buena herramienta para evaluar la calidad de las semillas destinadas a la comercialización.

Sin embargo, no proporciona información confiable del desempeño que tendrán las semillas cuando sean sembradas en campo. Cabe señalar que la prueba de germinación, por definición, jamás evaluará en sentido amplio la calidad de las semillas, pues fue desarrollada para manifestar la más uniforme, rápida y completa germinación para la mayoría de las muestras de una determinada clase de semillas, para lo cual se proporcionan condiciones favorables de manera artificial que difícilmente se presentan en el campo, (Mackay, 1972).

Siddique et al (1978) encontraron que las semillas de frijol que eran secadas en sus vainas presentaban un 80 % de germinación, aún cuando las vainas habían sido cosechadas apenas 25 días después de fecundada la planta.

Inoue y Suzuki (1962) coinciden con Siddique et al, quienes concluyeron que semillas de frijol cv. Masterpiece cosechadas 20 días después de la fecundación y secadas dentro de las vainas mostraban una germinación mayor al 85 %.

En soya la pérdida gradual de germinación y vigor es causada por condiciones secas y calientes durante la maduración de la semilla, lluvias y temperaturas altas durante el periodo de cosecha, abuso en las operaciones de cosecha y manejo, (Delouche, 1974).

La pérdida de viabilidad y vigor de la semilla se debe al almacenamiento de ésta con alto contenido de humedad y largos periodos de almacenamiento sin condiciones adecuadas del ambiente, (Delouche, (1973), Kueneman, (1981).

Miranda (1977) concluyó que el daño por mal tiempo en el campo es el principal responsable en la pérdida de germinación y vigor de las semillas maduras.

Los porcentajes de vigor y germinación se expresan al máximo cuando las semillas llegan a madurez fisiológica. Semillas cosechadas 12, 15 y 18 días después de la floración presentan menores valores de emergencia y producen plántulas con menor vigor que las más maduras, (Kersting et al, 1961).

El concepto de vigor de semilla y los beneficios potenciales de su evaluación han sido reconocidos por muchos años. La industria de semillas inició las pruebas de vigor en los finales de los años 40's con el desarrollo y uso de la prueba fría para maíz. En años recientes el vigor de la semilla ha recibido una atención especial así como las pruebas para su evaluación a través del desarrollo por los investigadores semillistas. Esto ha resultado en un incremento del uso de las pruebas de vigor por los productores de semillas y los comerciantes que en una forma indirecta están relacionados con ésta actividad, enfocándose principalmente para los cultivos de maíz, soya y sorgo, (Sayers, 1982).

El vigor es definido como una propiedad fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el medio ambiente, el cual determina la habilidad de la semilla para una rápida emergencia en campo y su capacidad para tolerar un amplio rango de condiciones ambientales, asimismo la influencia del vigor de la semilla puede repercutir a través de la vida de la planta y aun afectar el rendimiento, (Perry, 1972).

El vigor se puede definir como el potencial de las semillas para producir plántulas normales, sanas y fuertes tanto en condiciones óptimas como en adversas. Sin embargo aunque no hay una definición unánime, existe consenso de que el vigor es el aspecto más importante de la calidad fisiológica de las semillas, (Perry, 1981).

Araujo et al (1984), concluyeron que el secamiento de semillas de frijol a 50-60°C disminuye la calidad fisiológica de la semilla. Este efecto negativo fue más notorio cuando la semilla tenía un contenido inicial de humedad del 40 % o mas de humedad. Sin embargo encontraron que la germinación no se afectaba cuando la semilla tenía un 40 % de humedad y se secaba a 40°C. El mejor tratamiento para las semillas que contenían altas humedades fue el secamiento natural dentro de las vainas.

Mc Donald (1975) describe el vigor como el potencial de las semillas de germinar en forma rápida y uniforme bajo condiciones óptimas y adversas. Este criterio implica que semillas vigorosas se establecen primeramente en el campo, las cuales compiten con ventaja sobre malezas y microflora, llevando estas ventajas a los altos rendimientos de los cultivos.

ISTA (1985) define vigor de la semilla como la suma de aquellas propiedades que determinan el nivel potencial de actividad y comportamiento de una semilla o lote de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula.

La AOSA (1983) Clasifica las pruebas de vigor siguiendo tres áreas generales, pruebas de evaluación y desarrollo de plántulas, pruebas de estrés y pruebas bioquímicas.

La latencia de las semillas es definida, como la no germinación de semillas viables, cuando se encuentran en un medio natural o artificial que proporciona condiciones favorables de luz, humedad, aire y temperatura, (Germond, 1978).

Para propósitos de siembra y establecimiento de cultivos, la latencia representa serios problemas puesto que se desconoce la calidad fisiológica de la semilla, al no obtenerse el porcentaje de plántulas normales en lotes de semillas, cuando se ensayan para germinación en la prueba estandar.

Copeland y Mc Donald (1985) clasifican la latencia en dos grupos : latencia primaria y latencia secundaria. Ellos definen a la latencia primaria como la más generalizada y ésta asociada a la dureza de la cubierta, la impermeabilidad a gases y agua y a la presencia de inhibidores. También consideran que la latencia primaria puede ser exógena, si se debe a las propiedades de la cubierta o endógena si se presenta a causa del embrión.

La latencia secundaria, de acuerdo a Bernal (1976) se presenta espontáneamente en algunas especies, debido a cambios fisiológicos y bioquímicos. Algunas veces se induce si se proporciona a las semillas todas las condiciones, excepto una, por ejemplo, si no se les suministra luz a especies que lo requieren, aunque las otras condiciones le sean favorables.

La deterioración de la semilla es un proceso inexorable, irreversible e inevitable en un tiempo mínimo después de la maduración con una tasa variable entre semillas de diferente especie, en lotes de la misma especie y en semillas individuales del mismo lote, (Copeland y Mc Donald, 1985).

La deterioración determina la calidad fisiológica de la semilla a través de un proceso natural de deterioro que se da debido a un mal funcionamiento de los procesos biológicos de la semilla, los cuales resultan de los cambios ocurridos en un determinado momento en el campo por daño por heladas y efectos ambientales adversos que actúan como agentes de stress acelerando éste proceso, (Andrews, 1974).

Parrish y Leopold (1978) observaron que el deterioro de las membranas de las semillas se manifiestan el pérdidas de vigor.

Abdul-Baki y Anderson (1972) mencionan como manifestaciones fisiológicas de la deterioración, el cambio de color, retardo en la germinación, disminución en tolerancia a condiciones ambientales subóptimas durante la germinación, baja tolerancia a condiciones adversas de almacenamiento, reducción en desarrollo y crecimiento de plántulas, reducción de la germinación e incremento del número de plántulas anormales.

Las semillas recién cosechadas de algunas plantas de importancia agrícola pueden perder la latencia de postcosecha, si se dejan secar por algunas semanas antes de su germinación, Roberts (1972), él mismo señala que el secado puede hacerse en una cámara seca a 40 grados centígrados, con libre circulación de aire por una semana o por ondas electromagnéticas, fluctuaciones de temperatura en el campo. La temperatura de secado y el tiempo de exposición varían con la especie, siendo común las temperaturas de 38 a 45 grados centígrados.

Etapas de desarrollo.

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. Los factores que afectan la duración de las etapas de desarrollo del frijol incluyen el genotipo (cuyas características, hábito de crecimiento y precocidad pueden variar), y el clima, (CIAT, 1982).

Etapas de la fase vegetativa.

Germinación. El inicio de esta etapa se considera el día en que la semilla tiene humedad suficiente después de la siembra para el comienzo del proceso de germinación; es decir el día del primer riego, o de la primera lluvia si se siembra en suelo seco.

La semilla absorbe agua inicialmente y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones. Posteriormente emerge la radícula. Luego ésta se convierte en raíz primaria. El hipocótilo también crece hasta que los cotiledones quedan al nivel del suelo.

Emergencia. Inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen sobre el nivel del suelo. Después de la emergencia, el hipocótilo se endereza y sigue creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo. Cuando éste se encuentra completamente erecto los cotiledones quedan por encima del nivel del suelo, comienzan a separarse y se nota que el epicótilo ha empezado a desarrollarse. Luego comienza el despliegue de las hojas primarias.

Hojas primarias. Comienza cuando las hojas primarias de las plantas están desplegadas. Las hojas primarias del frijol son unifoliadas y opuestas, están situadas en el segundo nudo del tallo principal y cuando están completamente desplegadas se encuentran generalmente en posición horizontal, aunque no han alcanzado su tamaño máximo. En esta etapa los cotiledones pierden su forma arqueándose y arrugándose.

Primera hoja trifoliada. Inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana, se considera que la hoja está desplegada cuando las láminas de los folíolos se ubican en un solo plano. La hoja no ha alcanzado aún su tamaño máximo y son aún cortos tanto el entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada, como el pecíolo de la hoja trifoliada. Luego el pecíolo y el entrenudo crecen y la primera hoja trifoliada se sobrepone a las hojas primarias.

Tercera hoja trifoliada. Inicia cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. Es a partir de esta etapa que se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas tales como el tallo, las ramas, y otras hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las triadas de yemas que se encuentran en las axilas de las hojas de la planta, incluso de las hojas primarias y de los cotiledones.

Etapas de la fase reproductiva.

Prefloración. Inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo. En una variedad de hábito determinado, se nota el desarrollo de botones florales en el último nudo del tallo o la rama, en las variedades indeterminadas, al inicio de esta etapa, los racimos se observan en los nudos inferiores. En sus estados iniciales de desarrollo, las inflorescencias pueden confundirse con las ramas. Un día antes de que ocurra el fenómeno de antesis, el botón presenta algunos abultamientos característicos. Al final de este proceso se abre la flor.

Floración : Esta etapa inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, dicha flor corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continúa en forma descendente en los nudos inferiores; en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente.

Formación de las vainas : Inicia cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida. En las plantas de hábito de crecimiento determinado, las primeras vainas se observan en la parte superior del tallo y las ramas; las demás vainas van apareciendo hacia abajo. En las plantas de hábito de crecimiento indeterminado las primeras vainas se forman en la parte inferior y la aparición de las demás ocurren en forma ascendente.

Llenado de las vainas : En esta etapa comienza el crecimiento activo de las semillas. Vistas de lado, las vainas presentan abultamientos que corresponden a las semillas en crecimiento. La vaina se alarga hasta los 10 o 12 días después de la floración. El peso de las valvas aumenta hasta 15 o 20 días después de la floración. El peso de los granos sólo aumenta cuando las vainas han alcanzado su tamaño y peso máximo; los granos alcanzan su peso máximo 30 a 35 días después de la floración. Al final de ésta etapa los granos pierden su color verde para comenzar a adquirir las características de la variedad. Al finalizar esta etapa también se observa el inicio de la defoliación, comenzando por las hojas inferiores que se tornan clóricas y se caen. El momento en que inicia la defoliación depende del genotipo.

Maduración : En esta etapa las plantas empieza con la decoloración y secado de las vainas. Estos cambios en la decoloración de las vainas indican el inicio de la maduración de la planta; continúa el amarillamiento y la caída de las hojas y todas las partes de las plantas se secan; las vainas al secarse pierden su pigmentación. El contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar un 15 %, momento en el cual las semillas adquieren su coloración típica, aunque esta puede cambiar durante el almacenamiento, según la variedad.

Interacción Genotipo - ambiente.

La interacción genotipo - ambiente es definido como el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipo cuando son sometidos a diferentes condiciones ambientales.

Allard (1964) clasifica a la varianza ambiental en dos tipos : predecible y no predecible, la primera incluye los factores permanentes del ambiente tanto alimenticios como el tipo de suelo, así como de fluctuaciones cíclicas, por ejemplo longitud del día, igualmente factores que pueden ser preestablecidos previamente como : fechas de siembra, densidad de siembra, niveles de fertilidad y métodos de cosecha. Como varianza impredecible incluye fluctuaciones en el tiempo, tales como distribución y cantidad de lluvia, cambios en la temperatura e infestaciones de plagas y enfermedades.

Aunque los fitomejoradores difieren en su concepto de estabilidad, es generalmente aceptado que los genotipos más estables pueden ajustar su respuesta fenotípica para prever alguna medida de uniformidad en fluctuaciones ambientales.

Una variedad homogénea puede depender grandemente de amortiguamiento individual para lograr estabilidad sobre un rango de ambiente, mientras que una variedad heterogénea puede usar ambas, individual y poblacional para este propósito.

Bradsway (1965) concluye que un genotipo individual muestra características particulares en un ambiente dado, en un segundo ambiente puede permanecer igual o ser diferente, por otro lado la plasticidad es mostrada por un genotipo cuando su expresión es capaz de alterarse por influencias ambientales.

Esta alteración puede denominarse y dado que todos los cambios que no son genéticos en los caracteres de un organismo son ambientales, la plasticidad es aplicable a toda la variabilidad intragenotípica, la plasticidad de un carácter puede ser

- a) Específica para ese carácter.
- b) Específica en relación a influencias ambientales particulares.
- c) Bajo control genético.
- d) Radicalmente alterada por selección.

Gómez y Araya (1986) observaron que la época de siembra tuvo un efecto marcado sobre el rendimiento y otras variables estudiadas en ocho cultivares de frijol en cuatro fechas de siembra; en promedio todos los parámetros medidos mostraron una reducción conforme la siembra fue más tardía debido al aumento de la lluvia, sobre todo al cosechar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

La presente investigación se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, localizada dentro de los 25° 23' latitud Norte y 101° 01' longitud Oeste; con una altitud de 1743 metros sobre el nivel del mar, temperatura media anual de 19.8°C, precipitación total anual media de 350 - 400 mm.

La temporada de lluvias abarca de Junio a Octubre. El mes con lluvias mas abundantes es Julio y el mas seco, Marzo. Respecto al periodo de heladas, éstas inician en Noviembre, no siendo muy severas en este mes ni en Diciembre. Sin embargo las de Enero son mas severas y frecuentes bajando la temperatura hasta los - 10 °C.

Durante el año predominan los vientos del Sureste, mientras que en Invierno los del Noreste. Los vientos mas fuertes ocurren en Febrero y Marzo. El fotoperíodo medio de los meses que comprendió la investigación fue el siguiente :

Junio - 13.57, Julio - 13.49, Agosto - 12.89, Septiembre - 12.15, Octubre - 11.40, Noviembre - 10.75 y Diciembre - 10.43. Información proporcionada por el Departamento de Agrometeorología de la UAAAN (1997).

El clima predominante es Bwhw (x') (e) y según García (1973) es un clima muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias de verano y precipitación invernal superior al 10 % de la total obtenido en forma anual.

Material genético en estudio.

Las variedades de frijol utilizadas para la presente investigación fueron : Pinto Villa, Negro Durango, Bayo Victoria y Ojo de Cabra Santa Rita, los cuales fueron proporcionados por el Programa de mejoramiento genético del frijol del INIFAP - Durango. Las características agronómicas de las variedades en estudio se resumen en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.1 Características agronómicas de las variedades de frijol en estudio, Acosta et al (1995a y 1995b).

Variedades.	Hábito de crecimiento ✧	Tamaño de la semilla. ✧	Forma de la semilla.	Color de la semilla.	Dureza de la semilla.
Pinto Villa.	IIIa I	Grande.	Arrifionada.	Pinto.	Intermedia.
Negro Durango.	IIIa I	Mediano.	Arrifionada.	Negro.	Intermedia.
Bayo Victoria	IIIa I	Grande.	Prismática.	Crema.	Duro - Duro.
Ojo de Cabra Sta Rita.	IIIa P	Mediano.	Oval.	Café.	Duro.

✧ I = Intermedio. P = Precoz

✧ Grande = 35 - 45 g/100 semillas.

Mediano = 25 - 32 g/100 semillas.

Conducción del Experimento.

El establecimiento del experimento en campo se realizó el día 25 de Junio de 1996, el manejo del cultivo se llevó a cabo del mismo modo que los productores dan a los lotes establecidos para producción de grano; es decir con la misma preparación del terreno, fertilización, aporques, control químico de insectos plaga, todo esto con la finalidad de que el cultivo no se viera influenciado por factores ajenos a los de estudio, S.A.R.H.- INIFAP (1990).

La siembra se efectuó a tierra venida en surcos separados a 0.80 metros, con una distancia entre plantas de 0.20 metros, se realizó con una sembradora manual, depositando dos semillas por golpe con una densidad de siembra variable para cada material genético, así tenemos que para la variedad Pinto Villa la densidad de siembra fue 38 kg/ha, para la variedad Negro Durango la densidad fue de 34 kg/ha, la densidad de siembra de la variedad Bayo Victoria fue 46 kg/ha y por ultimo la densidad de siembra de la variedad Ojo de Cabra Santa Rita fue de 33 kg/ha, las variaciones en las densidades de siembra se deben principalmente al tamaño de la semilla el cual está determinado por las características propias de cada genotipo.

Se utilizó la fórmula de fertilización 60 - 40 - 00, la cual se suministró en dos partes, el 50 % del Nitrógeno (Urea) al momento de la siembra y el 100 % del Fósforo (Super Fosfato Simple), el 50 % restante del Nitrógeno se aplicó al primer cultivo y riego de auxilio (35 días después de la siembra).

El riego aplicado fue por gravedad, en base a las necesidades hídricas del cultivo, principalmente en las etapas críticas como son inicio de floración y llenado de grano, es importante señalar que durante los meses que el cultivo estuvo en campo y en la etapas de mayor demanda hídrica se presentaron precipitaciones en forma regular, la cual abarcó los meses de Julio, Agosto y Septiembre con precipitaciones de 53, 150 y 59.5 mm, respectivamente.

A lo largo del crecimiento y desarrollo del cultivo se hicieron observaciones de días a emergencia, inicio de floración e inicio de la etapa de madurez fisiológica; la cosecha de cada subunidad se efectuó al momento en que las plantas más del 95 por ciento de vainas con pérdida de coloración verde dando las siguientes combinaciones por genotipo, amarilla con estrias rojas para el caso de la variedad Pinto Villa, Negro Durango color morado moradas, Bayo Victoria amarillas - crema, y Ojo de Cabra Sta Rita vainas con coloración rosada.

Después de iniciada la primera cosecha en cada variedad, las siguientes cosechas se efectuaron cada 10 días, hasta realizar un total de cuatro cosechas por variedad. Es importante señalar que se hicieron dos aplicaciones de micronutrientes foliares a base de fierro (Quelatex) a razón de 70 g / bomba, para corregir problemas de clorosis en las variedades estudiadas. También se hicieron aplicaciones de insecticidas para el control de afidos, empleándose Metasistox en dosis de 40 cc / bomba.

Tratamientos y Diseño Experimental

Los tratamientos experimentales con que se trabajó para la realización de la presente investigación fueron cuatro fechas de cosecha de cada una de las variedades en estudio. Las fechas de cosecha fueron a madurez fisiológica, a más 10 días, a más 20 días y a más 30 días después de madurez fisiológica. Es importante mencionar que lo que se buscó comparar fue el efecto del medio ambiente sobre la calidad física y fisiológica de la semilla obtenida de cada una de estas oportunidades. Los días a cosecha de cada variedad se presentan en el cuadro 1.2.

Cuadro 1.2 Días a cosecha después de la siembra (DCDS) a cosecha de las variedades de frijol común evaluadas. UAAAN 1996.

Variedades.	Madurez Fisiológica.	+ 10 Días.	+ 20 Días.	+ 30 Días.
Pinto Villa.	99	109	119	129
Negro Durango.	95	105	115	125
Bayo Victoria.	109	119	129	139
Ojo de Cabra Sta Rita.	100	110	120	130

Considerando que para cada tratamiento se realizaron cuatro cosechas, el análisis estadístico utilizado fue a través de un diseño de bloques al azar bajo un modelo factorial 4 x 4. Las unidades experimentales constaron de cuatro surcos de tres metros de longitud cada uno espaciados a .80 m. Se obtuvieron 48 subunidades en total, 12 por cada material genético.

Variables Evaluadas.

Durante cada cosecha las plantas seleccionadas fueron arrancadas con raíz y llevadas inmediatamente al laboratorio de producción de semilla del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, donde se hicieron conteos inmediatos de componentes primarios de rendimiento y se evaluó la semilla para calidad física y fisiológica la semilla.

El procedimiento para evaluar las diferentes variables se describe a continuación :

Número de Vainas por Planta.

Esta variable se estimó tomando en forma aleatorizada cinco plantas, de las cuales solo se consideraron a aquellas vainas, que presentaron al menos una semilla en buen estado. Dicha variable se estimó en cada oportunidad de cosecha.

Número de Semillas por Vaina.

Para la estimación de esta variable se consideraron en forma aleatorizada a cinco plantas, para ello inmediatamente las vainas después de ser contabilizadas en la variable anterior fueron abiertas para la extracción de la semilla. Se contabilizó el número promedio de semillas por planta; esta variable al igual que la anterior se estimó en cada fecha de cosecha y para cada variedad.

Contenido de Humedad de la Semilla.

Esta variable se estimó en el laboratorio de ensayo de semillas. Se determinó tomando muestras aleatorizadas de cada subunidad experimental y depositándolas en charolas de aluminio para posteriormente colocarlas en estufa a una temperatura de 120 ° C durante una hora. El resultado se expresó en porcentaje. La formula que se utilizó para su estimación fue:

$$H = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1}$$

Donde :

H = Humedad (expresada en porcentaje).

P₁ = Peso de la caja de aluminio.

P₂ = Peso de la caja mas muestra.

P₃ = Peso de la caja mas muestra después de estar en la estufa.

Peso de 1000 Semillas.

Dicha variable se estimó mediante la toma de muestras de 100 semillas tomadas aleatoriamente con cuatro repeticiones, de la porción de semilla aprovechable de cada parcela útil, su peso se calculó en una balanza granataria, los pesos se registraron en gramos.

Germinación Estandar.

La capacidad de germinación de todas las muestras de las cuatro variedades, se determinó siguiendo el método de las toallas, (ISTA, 1985) para lo cual se tomaron 100 semillas de cada bolsa, colocando dos repeticiones de 50 semillas cada una sobre toallas de papel secante humedecidas a saturación, enrolladas, identificadas y colocadas en forma

vertical dentro de bolsas de poliestireno. Estas se colocaron en cámara de germinación a 25°C (\pm uno) constante por siete días. A los siete días se evaluaron las plántulas, anotándose las normales, anormales, semillas duras y semillas muertas.

Vigor.

Se determinó el peso seco total de plántulas normales de la germinación estándar, a fin de evaluar el vigor, mediante la tasa de crecimiento de plántulas. Para ello las plántulas normales se colocaron previamente a un secado ambiental por un día en bolsas de papel, posteriormente se secaron a 80°C durante 24 horas en estufa. Finalmente se pesaron en balanza analítica, los resultados se anotaron en gramos.

Análisis Estadístico.

Todas las variables descritas anteriormente fueron analizadas bajo el siguiente modelo estadístico: Experimento factorial 4×4 en Diseño Bloques al Azar con tres repeticiones.

BANCO DE TESIS

07354

Modelo Estadístico Utilizado.

Diseño Bloques al Azar.

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + V_i + M_j + (VM)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde :

$i = 1, 2, \dots$, variedades.

$j = 1, 2, \dots$, fechas de cosecha.

$k = 1, 2, 3$, repeticiones.

$\varepsilon_{ijk} \sim N I (0, \sigma^2)$.

Y_{ijk} = Variable de respuesta de la combinación $i j$ - ésima en el bloque k - ésimo.

μ = Efecto general (media general) que es común a cada unidad experimental.

R_k = Efecto del k - ésimo bloque.

V_i = Efecto de la i - ésima variedad.

M_j = Efecto de la j - ésima fecha de cosecha.

$(VM)_{ij}$ = Interacción o efecto conjunto de la i - ésima variedad con la j - ésima

fecha de cosecha.

ε_{ijk} = Variable aleatoria a la cual se le asume la distribución normal e

independencia con media cero y varianza constante (homogeneidad de varianza).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Después de haber analizado el comportamiento de las diferentes variables evaluadas se presentan los resultados obtenidos, a través de los análisis de varianza, (ANVA) pruebas de comparación de medias de tratamientos, así como la representación gráfica del comportamiento de cada una de las variables evaluadas en cada variedad, asimismo se presentan las correlaciones entre las variable donde fueron significativas.

Vainas / Planta.

En esta variable al efectuar el ANVA, se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el factor B (Oportunidad de cosecha) y en interacción de los factores A x B (Variedades por fechas de cosecha), el mayor efecto observado sobre la variable en cuestión, lo aportó el factor oportunidad de cosecha como se observa en el Cuadro 4.1 El Coeficiente de Variación (C.V) fue de 13.12 por ciento.

Al llevar a cabo la prueba de comparación de medias, (Cuadro 4.2) por medio de la prueba de Tukey al 0.05 para el factor B, (Oportunidad de cosecha), donde se tuvo un mayor numero de vainas por planta fue en madurez fisiológica (MF) y la mas baja, fue a mas 30 días después de madurez fisiológica.

**Cuadro 4.1 Analisis de Varianza para la Variable Vainas / Planta.
UAAAN 1996.**

FV	GL	SC	CM	F	α 05	01	Prueba de Significancia
Repeticiones.	2	17.00	8.50	1.84			
Factor A.	3	22.76	7.58	1.64	2.93	4.54	NS
Factor B.	3	40.16	13.38	2.94	2.93	4.54	*
Interacción.	9	96.12	10.68	2.32	2.22	3.09	*
Error.	29	133.39	4.59				
Total.	46						

C.V. = 13.12 %

NS = No significativo. * = Significativo ($P > 0.05$).

**Cuadro 4.2 Comparación de medias para el factor B (oportunidad de cosecha) por medio de la prueba de Tukey al 0.05
UAAAN 1996.**

TRATAMIENTOS.	OPORTUNIDAD DE COSECHA.	VAINAS / PLANTA.
1	Madurez fisiológica.	17.77 a*
3	+ 20 Días.	16.20 ab
2	+ 10 Días.	16.15 ab
4	+ 30 Días.	15.23 b

*Las medias con la misma literal son estadísticamente iguales.

Los resultados obtenidos en el cuadro 4.2 coinciden con lo expresado por Adams (1967), quien menciona que los componentes de rendimiento son influenciados fuertemente por el medio ambiente y que existen correlaciones negativas entre ellos.

Como se observa en el Cuadro 4.2 la oportunidad de cosecha donde se obtuvo un número mayor de vainas / planta fue a madurez fisiológica; Delouche (1968 y 1974) señala que durante el periodo de madurez fisiológica a madurez de cosecha y más allá, las semillas están prácticamente “ almacenadas “ en el campo expuestas a cambios degenerativos expuestas a las condiciones climáticas, las cuales de relativamente favorables a muy adversas.

Como se obtuvo respuesta significativa en la interacción de los factores se realizó su análisis, el cual se muestra en el Cuadro 4.3

Cuadro 4.3 Rendimiento promedio de Vainas / Planta. UAAAN 1996.

Variedad	MF.*	10 DDMF**	20DDMF	30 DDMF
Pinto Villa.	19.78	19.83	15.45	15.75
Negro Durango	16.03	16.15	17.01	13.51
Bayo Victoria	17.50	13.35	17.21	17.42
Ojo de Cabra Sta Rita.	18.80	15.30	15.15	14.23

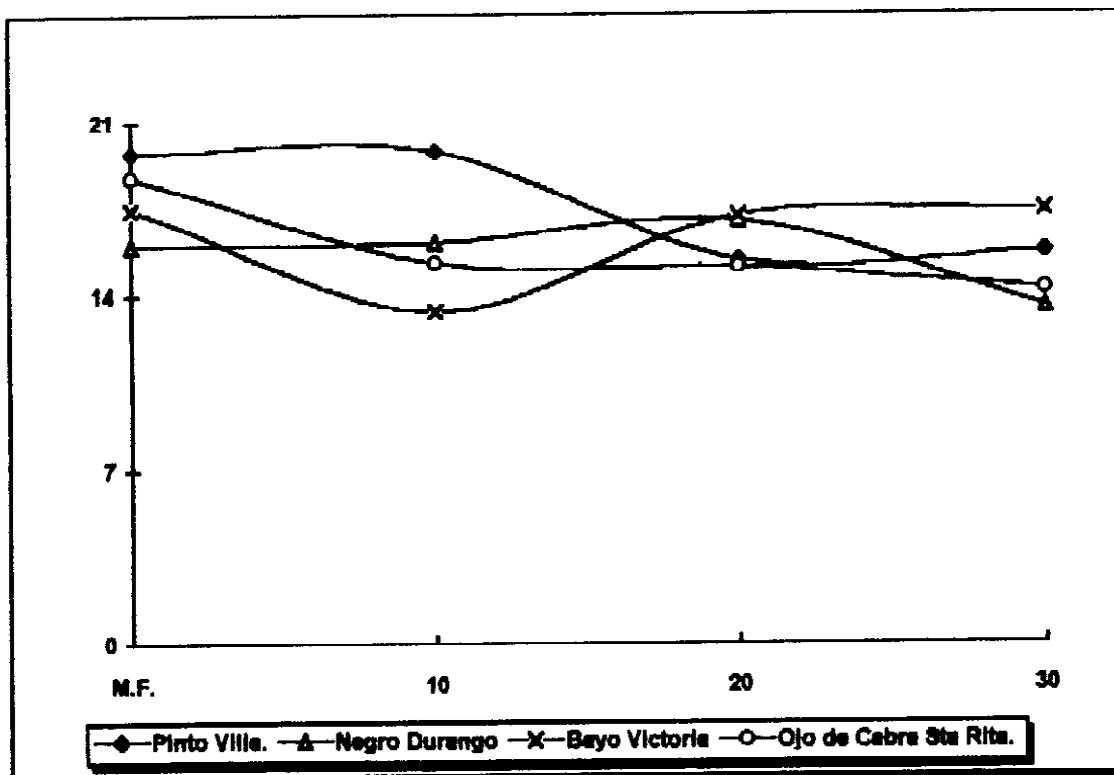
* MF = Madurez Fisiológica.

** DDMF = Días Después de Madurez Fisiológica.

Como se puede observar, los mayores promedios de vainas por planta en cada una de las fechas de cosecha se obtuvieron por lo general en la fecha de madurez fisiológica y los más bajos a más 30 días, en tanto que el promedio más alto entre variedades se obtiene con la variedad Pinto Villa y el más bajo lo representó la variedad Negro Durango, además ésta presenta el inconveniente de ser muy sensible a desgranarse. Lo anterior coincide con lo citado por Rojas, Bravo y Parodi (1975), quienes encontraron correlaciones positivas y altamente significativas entre rendimiento y número de vainas por superficie, indicando que este componente es el de mayor importancia en la determinación del rendimiento

La variedad Bayo Victoria fue una de las que menor rendimiento obtuvo, lo cual coincide con lo citado por Valdivia y Madariaga (1968), ambos manifiestan que la disminución en rendimiento se presenta con mayor frecuencia en cultivares tardíos que en cultivares precoces.

La Gráfica 4.1 muestra la tendencia que presentan las variedades de ir disminuyendo el número de vainas por planta conforme la fecha de cosecha se va retardando más tiempo en campo, es decir las variedades se comportan de manera distinta en fechas de cosecha diferentes. La variedad Bayo Victoria y la Ojo de Cabra Sta Rita tienden a disminuir el número de vainas / planta al ir avanzado la oportunidad de cosecha, mientras que en Negro Durango y Pinto Villa en cada oportunidad de cosecha las líneas de tendencia presentan comportamientos diferentes en cada oportunidad de cosecha.



Gráfica 4.1 Tendencia de la correlación variedad por fecha de cosecha.

Semillas / Vaina.

Los resultados obtenidos del ANVA para esta variable se reportan en el Cuadro 4.4, los cuales muestran ser altamente significativos para el factor A (Variedades) y significativos para el factor B (Oportunidad de Cosecha), por lo que respecta a la interacción de los factores AxB fue no significativa, el mayor efecto observado sobre la variable analizada estuvo representado por el factor Variedad como se observa en el ANVA (C.M = 1.474), con un C.V. observado de 9.36 %.

**Cuadro 4.4 Analisis de Varianza para la variable Semillas / Vaina.
UAAAN 1996.**

F.V.	G.L	S.C	C.M	F	α 05	01	Prueba de significancia
Repeticiones	2	0.15	0.08	0.49			
Factor A.	3	4.42	1.47	9.63	2.93	4.54	**
Factor B.	3	1.75	0.58	3.83	2.93	4.54	*
Interacción	9	1.89	0.21	1.37	2.22	3.09	N.S.
Error.	29	4.43	0.15				
Total.	46						

C. V = 9.36 %

** = Altamente Significativo.

* = Significativo.

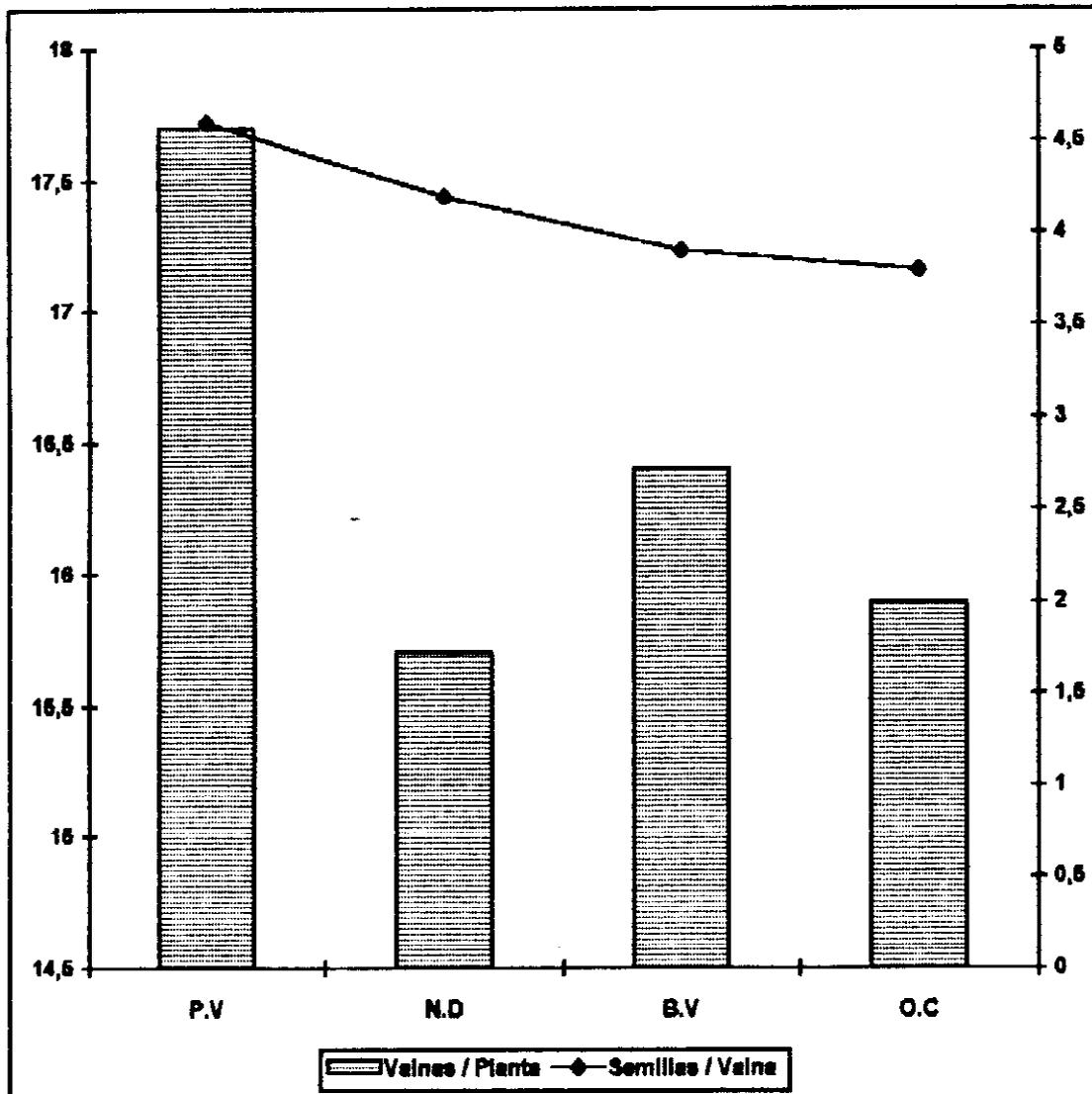
N.S. = No Significativo.

En la comparación de medias del número de semillas / vaina entre las variedades evaluadas, (Cuadro 4.5), estadísticamente resultó superior la variedad Pinto Villa con 4.6 semillas / vaina, seguida por la variedad Negro Durango con 4.2 semillas / vaina.

Como se nota la variedad Pinto Villa es la que hasta ahora ha sobresalido positivamente en las variables vainas por planta y semillas por vaina, (Gráfica 4.2), lo cual resulta contradictorio a lo citado por el CIAT (1982), donde se expresa que al aumentar un componente de rendimiento los demás decrecen, lo mismo señalan Adams (1967) y Camacho et al (1967), en la variable peso de mil semillas la variedad Pinto Villa también sobresalió positivamente.

Cuadro 4.5 Comparación de medias entre variedades para la variable semillas por vaina. UAAAN 1996.

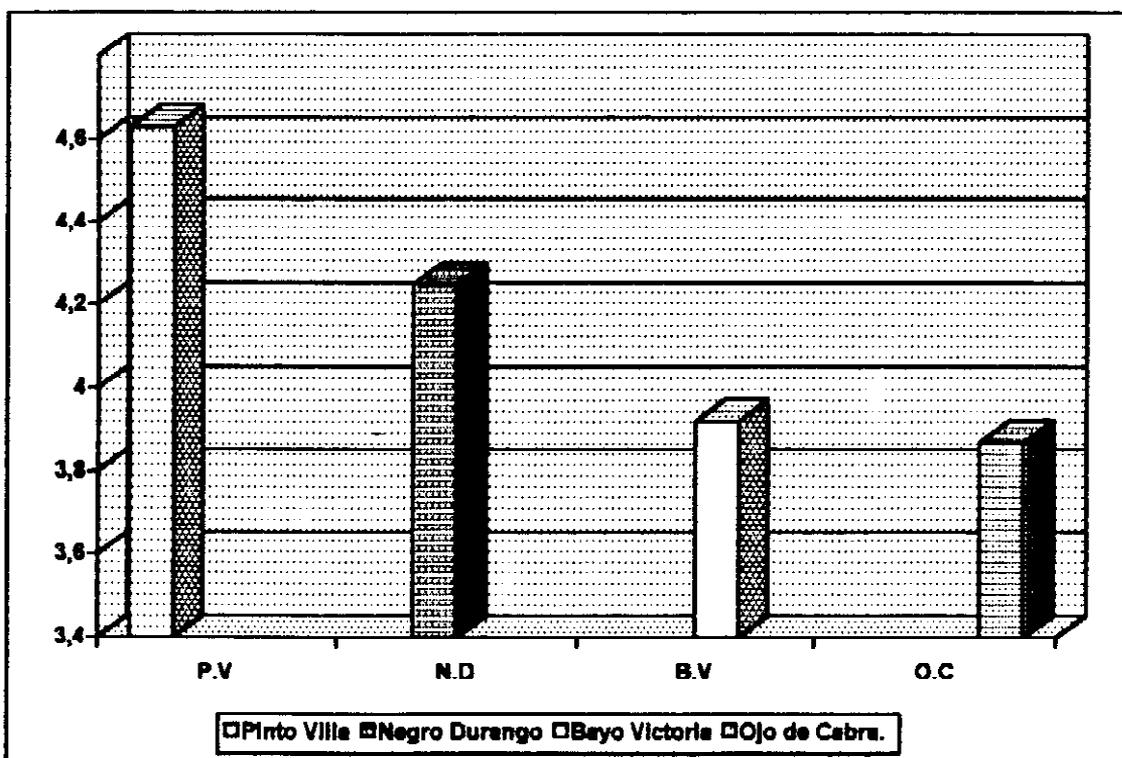
TRATAMIENTOS.	VARIETADES.	SEMILLAS/VAINA
1	Pinto Villa	4.6 a
2	Negro Durango	4.2 ab
3	Bayo Victoria	3.9 b
4	Ojo de Cabra Sta Rita.	3.8 b



Gráfica 4.2 Correlaciones de cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de los componentes de rendimiento vainas por planta y semillas por vaina.

Gráficamente se puede comparar el comportamiento de cada una de las variedades en estudio para la variable semillas / vaina, como lo muestra la Gráfica 4.3

Por lo que respecta a la comparación de medias para el factor B (Oportunidad de Cosecha) con la prueba de Tukey al 0.05, las cuatro oportunidades de cosecha resultan estadísticamente iguales como lo indica el Cuadro 4.6, por lo que podemos decir que la variable semillas por vaina no es afectada por las diferentes oportunidades de cosecha.



Gráfica 4.3 Comparación de medias del factor A (variedades) para la variable semillas por vaina.

Por lo tanto lo citado por Duarte y Adams (1972) no coincide con los resultados obtenidos para ésta variable; ellos mencionan que entre los componentes de rendimiento más importantes se encuentran vainas por planta y semillas por vaina y que cada uno de ellos manifiesta su verdadera importancia a través del análisis de causa y efecto, es decir a

mayor tiempo de exposición del cultivo en campo debiéramos haber obtenido mayor o menor número de semillas por vaina, sin embargo en las cuatro oportunidades de cosecha el comportamiento fue similar, al menos estadísticamente.

Cuadro 4.6 Comparación de medias del factor B (Oportunidad de cosecha) de la variable semillas / vaina. UAAAN 1996.

TRATAMIENTOS.	OPORTUNIDAD DE COSECHA.	Sem /V.
2	+ 10 DD.	4.4 a
1	MF.	4.3 a
3	+20 DD.	4.0 a
4	+ 30 DD.	4.0 a

Contenido de humedad de la semilla al ser cosechada.

Para esta variable, los resultados del análisis de varianza, (Cuadro 4.7) muestran diferencias altamente significativas ($P > 0.01$) entre variedades, oportunidad de cosecha y la interacción de ambos factores.

El mayor efecto observado sobre el contenido de humedad de la semilla al ser cosechada, lo registró el factor Oportunidad de cosecha en el ANVA con un CM = 3808.2777 y un C.V. de 14.71 por ciento.

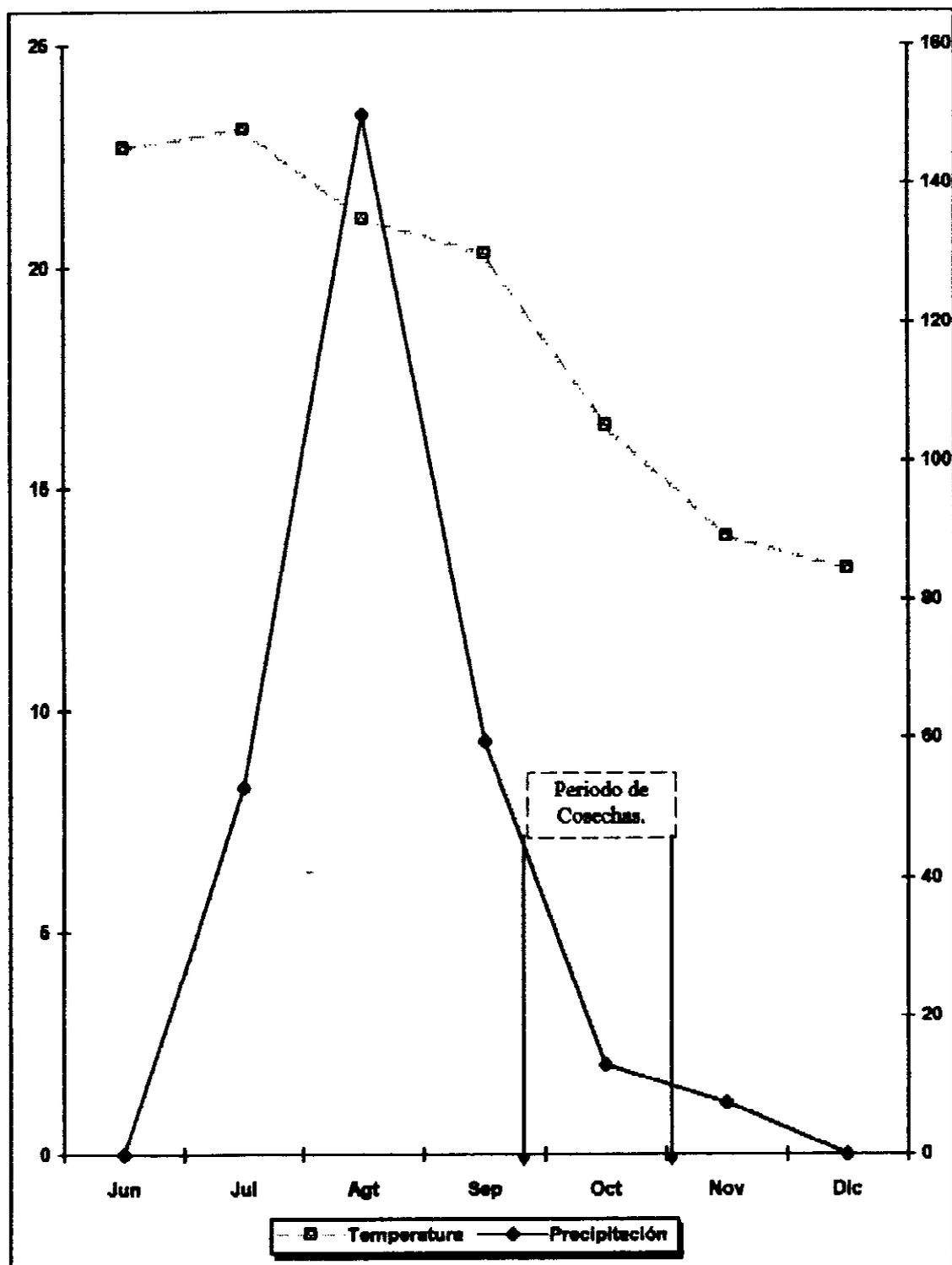
Cuadro 4.7 Análisis de varianza para la variable contenido inicial de humedad de la semilla al ser cosechada.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	α 05	01	Prueba de significancia.
Repeticiones	2	126.87	63.43	3.43			
Factor A	3	810.86	270.28	14.64	2.93	4.54	**
Factor B	3	11424.8	3808.2	206.36	2.93	4.54	**
Interaccion	9	1636.52	181.83	9.85	2.22	3.09	**
Error	29	535.16	18.45				
Total	46	14534.2					

C.V = 14.71 %

** = Altamente significativo ($P > 0.01$)

El contenido de humedad de la semilla estuvo influenciado por las condiciones ambientales que prevalecieron en el desarrollo del cultivo, (Gráfica 4.4) como son temperaturas, precipitaciones, entre otros.



Gráfica 4.4 Condiciones climáticas prevaientes durante el desarrollo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Fuente : Depto de Agrometeorología de la UAAAN.

En lo que respecta a la comparación de medias para el factor A (Variedades), ésta se efectuó con la prueba de Tukey al 0.05, donde se muestra el (Cuadro 4.8) que la variedad con un mayor contenido de humedad fue Pinto Villa, seguida por la variedad Ojo de Cabra Santa Rita, Negro Durango y Bayo Victoria, respectivamente.

Cuadro 4.8 Comparación de medias para el factor A (Variedades) de la variable contenido de humedad inicial al momento de ser cosechadas. UAAAN 1996.

TRATAMIENTO.	VARIEDAD.	Contenido de Humedad. (%)
1	Pinto Villa.	35.4 a
4	Ojo de Cabra Sta Rita.	29.8 b
2	Negro Durango.	27.9 bc
3	Bayo Victoria.	23.7 c

Como se observa las variedades en estudio presentaron altos contenidos de humedad, esto se debe a que en general las semillas de las leguminosas son muy higroscópicas, tomando y perdiendo humedad en períodos húmedos o bien perdiendo rápidamente humedad en ambientes secos, (Andrews, 1974).

El contenido de humedad mayor se presentó a madurez fisiológica, debido a las condiciones ambientales prevalecientes en esa oportunidad de cosecha (excesiva humedad acumulada).

Además en esa oportunidad la planta aun presentaba follaje verde, algunas vainas aun no maduraban, todos esto factores generaron humedad, la cual fue absorbida por la semilla.

En cuanto a la comparación de medias para el factor B (Oportunidad de Cosecha), todas fueron diferentes y se observó una tendencia de ir disminuyendo el contenido de humedad en forma gradual conforme las oportunidades de cosecha se fueron espaciando (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9 Comparación de medias para el factor B (Oportunidad de Cosecha) de la variable contenido de humedad inicial. UAAAN 1996.

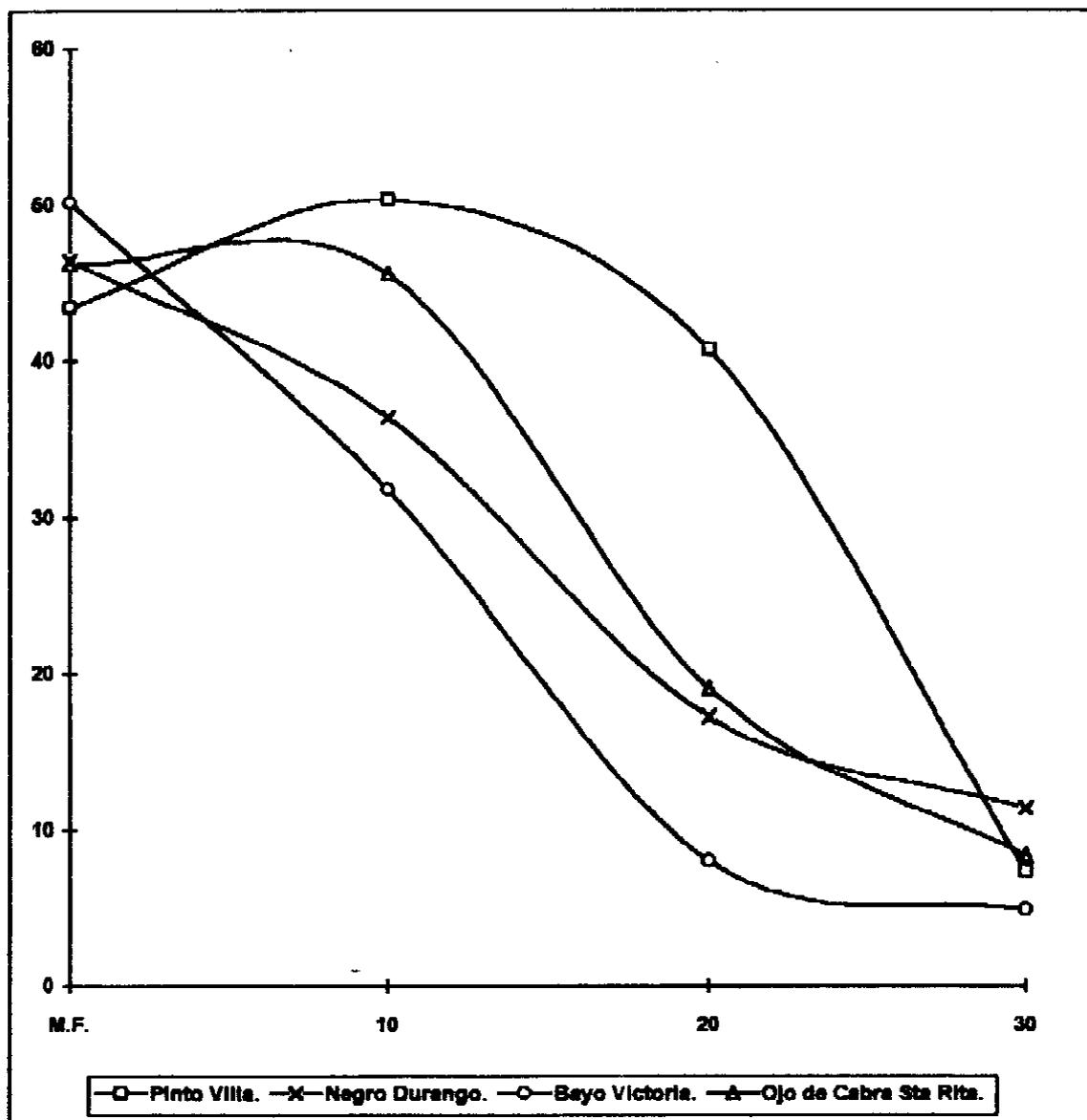
TRATAMIENTO	OPORTUNIDAD DE COSECHA	CONT HUM (%)
1	M.F.	46.6 a
2	+ 10 DDMF	41.0 b
3	+ 20 DDMF	20.2 c
4	+ 30 DDMF	8.0 d

En esta variable la correlación de los factores AxB fue altamente significativa, (Cuadro 4.10), finalmente los datos obtenidos se grafican para observar las líneas de tendencia de cada variedad en las diferentes oportunidades de cosecha, (Gráfica 4.5)

Cuadro 4.10 Contenido de humedad inicial a diferentes oportunidades de cosecha en semilla de frijol (%). UAAAN 1996.

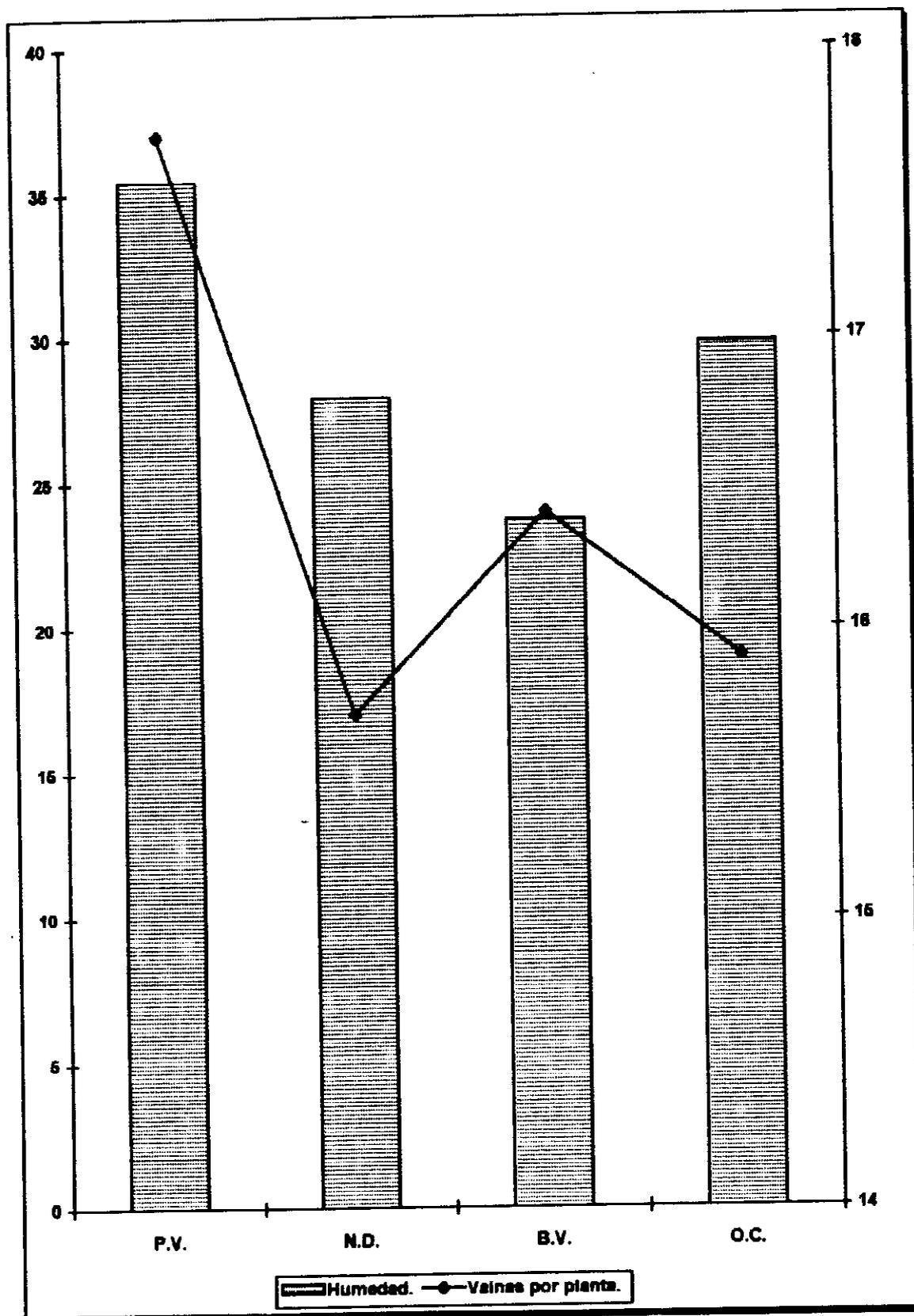
Variedades.	M.F.	+ 10 DDMF	+ 20 DDMF	+ 30 DDMF
Pinto Villa.	43.42	50.29	40.63	7.31
Negro Dgo.	46.46	36.39	17.19	11.37
Bayo Victoria	50.09	31.81	8.00	4.88
Ojo de Cabra Sta Rita.	46.25	45.57	18.99	8.31

Del análisis del cuadro 4.10 podemos concluir que el porcentaje de humedad fue descendiendo en forma paulatina al exponer las variedades a condiciones ambientales por más tiempo después de madurez fisiológica. Sin embargo la variedad Pinto Villa en la oportunidad de cosecha a 10 DDMF tiende a aumentar su contenido de humedad, esto se debió a que una semana antes de cosechar en esa oportunidad se presentó una precipitación de 10.4 mm, ello trajo como consecuencia una humedad ambiental del 100 %.



Gráfica 4.5 Tendencia de las correlaciones Variedad por Oportunidad de Cosecha en la variable contenido inicial de humedad.

La correlación entre número de vainas y contenido de humedad, (Gráfica 4.6) nos refleja que ésta es variable en cada una de las variedades en estudio, en Negro Durango y Ojo de Cabra Santa Rita podemos concluir que a mayor humedad menor número de vainas, por lo que hace a las variedades Pinto Villa y Bayo Victoria la correlación se presenta en forma positiva, es decir a mayor contenido de humedad, mayor número de vainas.



Gráfica 4.6 Correlación de las variables contenido de humedad (%) y vainas por planta.

Peso de 1000 Semillas.

En el Análisis de Varianza, (Cuadro 4.11), para la variable Peso de 1000 semillas (PMS), se detectó diferencia altamente significativa ($P > 0.01$), solo entre variedades, las oportunidades de cosecha presentaron solamente diferencia significativa ($P > 0.05$), el efecto de la interacción de estos dos factores no fue significativo. El mayor efecto observable sobre la variable analizada (PMS), lo reportó el factor A (Variedades) en el ANVA con un CM = 62941.797 y un C.V. de 8.51 %.

Cuadro 4.11 Análisis de varianza de la variable peso de 1000 semillas, de cuatro variedades de frijol en Buenavista, Coahuila.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	F	α 05	01	Prueba de Significancia
Repeticiones	2	564.50	282.25	0.27			
Factor A	3	188825.39	62941.79	61.57	2.93	4.54	**
Factor B	3	10212.39	3404.13	3.33	2.93	4.54	*
Interacción	9	12097	1344.11	1.31	2.22	3.09	N.S.
Error	29	29643	1022.17				
Total	46						

C.V = 8.51 %

** = Altamente significativo ($P > 0.01$).

* = Significativo ($P > 0.05$).

NS = No significativo.

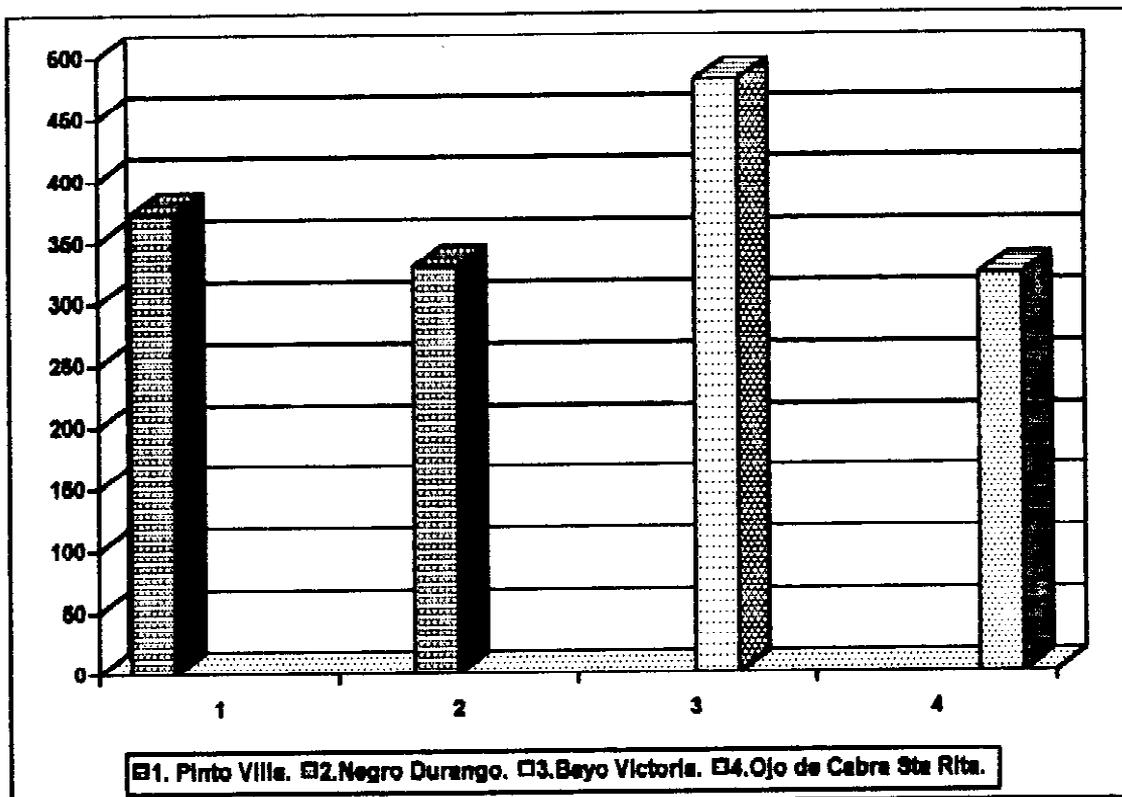
En la comparación de medias del PMS por variedad, (Cuadro 4.12), se observa que la variedad que sobresalió fue Bayo Victoria, seguida por la variedad Pinto Villa, Negro Durango y Ojo de Cabra Santa Rita, estas diferencias se observan también en la Gráfica 4.7, siendo las dos últimas variedades estadísticamente iguales.

Como puede observarse, la variedad que alcanzó un mayor peso en la variable PMS fue Bayo Victoria, dicha variedad presenta la característica de tener un ciclo vegetativo largo, lo cual coincide con lo citado por Izquierdo y Hosfield (1983), ya que ambos mencionan que el mayor peso de la semilla se logra con un período más largo en campo para el llenado de los frutos.

Cuadro 4.12 Comparación de medias del peso de 1000 semillas por variedades de frijol, expresado en gramos. UAAAN 1996.

TRATAMIENTO.	VARIEDAD.	PMS (g).
3	Bayo Victoria.	479.84 a
1	Pinto Villa.	373.27 b
2	Negro Durango	329.77 c
4	Ojo de Cabra Sta Rita.	322.10 c

De lo observado en el cuadro 4.12 se concluye que no siempre se presenta el fenómeno de compensación de componentes, el cual establece que al aumentar un componente los demás se reducen.



Gráfica 4.7 Comportamiento de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en la variable peso de mil semillas.

Barrales et al (1988) mencionan que los mayores rendimientos (PMS) se asocian con las variedades de semigüta, ésta característica también coincide con el fenotipo de la variedad Bayo Victoria.

Por lo que hace a la comparación de medias del PMS por oportunidad de cosecha, la que mas peso presentó fue la oportunidad a más 30 días después de madurez fisiológica, (Cuadro 4.13), la oportunidad de cosecha que presentó un menor PMS fue a Madurez Fisiológica, lo cual coincide con lo citado por Leyva (1977), él menciona que las variedades tardías rinden mucho más que las precoces, lo cual sugiere una relación de carácter negativo entre rendimiento y precocidad.

Para el caso particular de la variedad Pinto Villa, la cual mostró ser superior en la comparación de medias de la variable semillas por vaina, en la variable PMS observamos que no desciende drásticamente su peso. Sin embargo en la variedad Bayo Victoria, la cual mostró un bajo contenido de semillas por vaina, en la variable PMS fue la que mejor peso obtuvo, por lo que podemos decir que en ésta si se presentó el fenómeno de compensación de componentes (CIAT, 1982).

Cuadro 4.13 Comparación de medias para el peso de 1000 semillas por oportunidad de cosecha. UAAAN 1996.

TRATAMIENTO	OPORTUNIDAD DE COSECHA.	PMS (g)
4	+ 30 DD	393.75 a
3	+ 20 DD	385.72 ab
2	+ 10 DD	372.41 ab
1	M.F.	353.08 b

Los datos del Cuadro 4.13 coinciden con lo mencionado por Andrade y Viera (1972), ambos mencionan que las cosechas prematuras y probablemente a M.F. cuando la semilla aún tiene un alto contenido de humedad disminuye el peso y calidad de ésta.

Germinación.

En el análisis de varianza, (Cuadro 4.14), se observa que el porcentaje de germinación estándar presentó diferencias altamente significativas ($P > 0.01$) en el factor A (variedades), y diferencias significativas ($P > 0.05$) en el factor B (oportunidad de cosecha), la interacción de ambos factores no fue significativa. El mayor efecto obtenido en el porcentaje de germinación lo aportó el factor variedad, como se observa en el análisis de varianza ($CM = 2115.57$), seguido por el factor oportunidad de cosecha.

En la prueba de comparación de medias del porcentaje de germinación entre variedades, (Cuadro 4.15), resultaron superiores y estadísticamente iguales las variedades Ojo de Cabra y Pinto Villa con un porcentaje de germinación de 80 y 75 % respectivamente, seguidas por las variedades Negro Durango y Bayo Victoria con 59 y 52 por ciento de germinación, respectivamente. Tanto la variedad Ojo de Cabra Santa Rita como Negro Durango, las cuales son consideradas de tamaño medio, obtuvieron el 1^o y 3^o lugar respectivamente en ésta variable, las variedades Pinto Villa y Bayo Victoria, ocuparon los lugares 2^o y 4^o respectivamente, las cuales son consideradas como semillas grandes, (Acosta et al, 1995a y 1995b).

Todo lo anterior coincide con lo citado por Abdullahi y Vanderlip (1972), quienes mencionan que la germinación es más alta en semillas de tamaño medio, seguida por semillas de tamaño grande y con semilla de tamaño pequeño el porcentaje de germinación es bajo; Swanson y Hunter (1936) señalan lo mismo.

Cuadro 4.14 Análisis de varianza del porcentaje de germinación estándar de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), mediante la prueba de evaluación de plántulas. UAAAN 1996.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	α 05	01	Prueba de Significancia
Repeticiones	2	181.21	90.60	0.87			
Factor A	3	6346.71	2115.57	20.46	2.93	4.54	**
Factor B	3	1867.67	622.55	6.02	2.93	4.54	*
Interacción	9	1387.04	154.11	1.49	2.22	3.09	N.S.
Error	29	2997.78	103.37				
Total	46						

C.V = 15.26 %

** = Altamente Significativo ($P > 0.01$)

* = Significativo ($P > 0.05$)

N.S = No significativo.

De acuerdo a las normas para la aprobación de semillas, el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), exige un mínimo de 85 por ciento de germinación para considerar a un lote de semilla como apto para siembra.

Como podemos notar los porcentajes de germinación obtenidos fueron bajos, ya que ninguna de las cuatro variedades llegó al nivel mínimo de germinación aceptable, por lo tanto la semilla no puede ser utilizada para siembra, al menos en ésta región de Buenavista.

El bajo nivel de germinación obtenido pudiera deberse a las condiciones ambientales prevalecientes durante el desarrollo del cultivo, así tenemos que en la etapa de floración y llenado de vainas se registraron temperaturas máximas extremas de 32.7 °C y 29.4 °C, acompañadas de precipitaciones de 150 mm y 59.5 mm en los meses de Agosto y Septiembre respectivamente.

Lo anterior coincide con lo citado por Castellanos, et al (1991a), quienes mencionan que todo evento desfavorable al desarrollo de la planta de frijol en la etapa de M.F. o próxima a ella, genera dureza de la semilla, aún en aquellas variedades consideradas suaves. El CIAT (1982) menciona que la capacidad de germinación y vigor pueden aumentar o disminuir durante la maduración, la cosecha, el secado y el almacenamiento

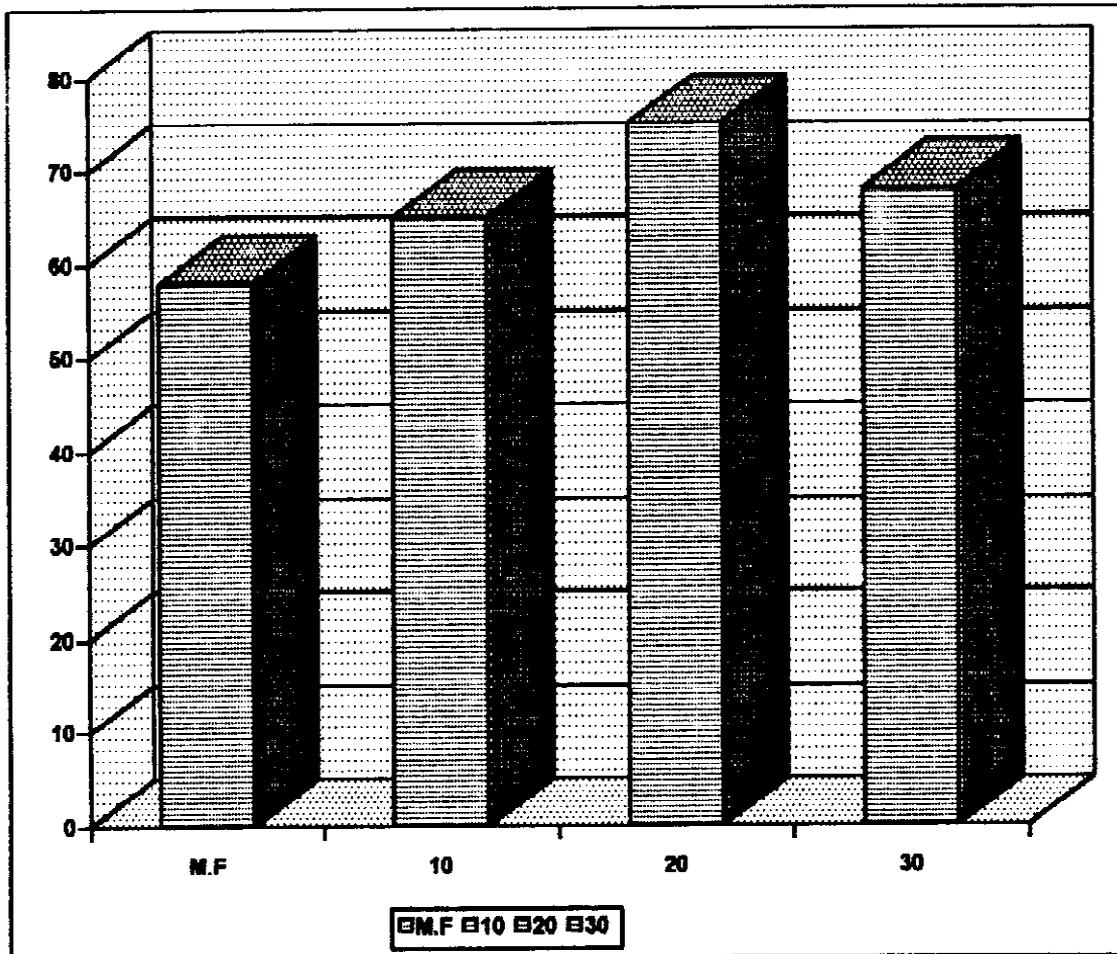
Comparando las medias del porcentaje de germinación para el factor oportunidad de cosecha, (Cuadro 4.15), se observa que en general las variedades mostraron mayor germinación conforme tuvieron mayor tiempo en campo, (Gráfica 4.8), lo cual coincide con lo citado por Andrews (1977), él establece que la máxima calidad y mínimo daño a la semilla son obtenidos cuando ésta es cosechada a una humedad entre el 13 y el 14 por ciento.

Lo citado por Valdéz y Faiguenbaum (1991), resulta contradictorio a lo obtenido ya que ambos señalan que las vainas de frijol expuestas a altas temperaturas después que alcanzan la M.F. para que disminuyan su contenido de humedad afectó el porcentaje de germinación de la semilla.

Cuadro 4.15 Comparación de medias de la variable germinación entre cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*). UAAAN 1996.

TRATAMIENTOS	VARIETADES	Germ (%)
4	Ojo de Cabra Sta Rita.	80.0 a
1	Pinto Villa.	75.0 a
2	Negro Durango.	59.0 b
3	Bayo Victoria.	52.0 b

Como observamos en la comparación de medias, la variedad que dio un mayor porcentaje de germinación fue Ojo de Cabra Sta Rita, la cual es considerada de testa dura, seguida por la variedad Pinto Villa, la cual presenta problemas de dureza, según Castellanos et al (1991b). Por todo lo anterior podemos decir que la germinación no fue afectada por la dureza de la semilla de las variedades en estudio. Es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos en la germinación estándar no proporcionan información confiable del desempeño que tendrán las semillas cuando sean sembradas en campo debido a que fue desarrollada para manifestar la más uniforme, rápida y completa germinación de las semillas, para lo cual se proporcionan condiciones favorables de manera artificial que difícilmente se presentan en el campo. La variedad Bayo Victoria, la cual se clasifica como semilla dura-dura y además tiende a presentar un elevado número de semillas con latencia, (48 % aproximadamente). Delouche (1974) señala que la latencia es generada principalmente por la testa de la semilla y aberturas reducidas en la región del micropilo e hilium lo que la hace dura de testa y cotiledón provocándole latencia en sus primeros ocho meses de almacenamiento.



Gráfica 4.8 Comparación de cuatro variedades de frijol común para la variable germinación a diferentes oportunidades de cosecha.

Germond (1978) menciona que para propósitos de siembra y establecimiento de cultivos, la latencia presenta serios problemas puesto que se desconoce la calidad fisiológica de la semilla al no obtenerse el porcentaje de plántulas normales en lotes de semillas, cuando se ensaya para germinación en la prueba estándar.

La latencia de postcosecha puede perderse si las semillas recién cosechadas, se dejan secar por algunas semanas antes de su germinación, (Roberts, 1972).

La diferencia de respuesta entre variedades de testa blanda y testa dura, hace notorio que cuando la variedad es de testa blanda y las condiciones del medio ambiente son adecuadas para la producción de semillas no hay efecto en la oportunidad de cosecha.

Las comparaciones realizadas (Cuadro 4.16) nos reflejan que la oportunidad de cosecha óptima para las cuatro variedades en estudio en la variable germinación se presenta en las oportunidades de cosecha finales, es decir a 20 y a 30 DDMF.

En la etapa de M.F. el porcentaje de germinación fue el más bajo, esto debido a que las características fenológicas indicadoras de MF no siempre fueron uniformes. Scarisbrick y Gómez-Barona (1976) mencionan que después de la fase de madurez fisiológica, el contenido de humedad en las semillas depende directamente del medio ambiente.

Cuadro 4.16 Comparación de medias de la variable capacidad de germinación (%) en diferentes oportunidades de cosecha. UAAAN 1996

TRATAMIENTOS	OPORTUNIDAD DE COSECHA.	MEDIA.
3	+ 20 DD	75.0 a
4	+ 30 DD	68.0 ab
2	+ 10 DD	65.0 ab
1	M.F.	58.0 b

Al observar el Cuadro 4.9 nos damos cuenta que en M.F. fue la oportunidad donde los contenidos de humedad fueron mayores, por lo que podemos concluir que a mayor contenido de humedad menor germinación, lo cual coincide con lo citado por Justice y Bass (1978), ellos mencionan que la calidad de la semilla es afectada principalmente por

el contenido de humedad de la misma. Harrington (1972), coincide también con ellos. Nangju (1977) señala que el elevado contenido de semilla verde es la causa principal de la baja calidad fisiológica, y que éstas disminuyen conforme la oportunidad de cosecha es más tardía.

Vigor por medio del peso seco de plántulas.

En el análisis de varianza, (Cuadro 4.17), para la estimación de ésta variable se detectaron diferencias altamente significativas ($P > 0.01$) para el factor A (Variedades) y para el factor B (Oportunidades de cosecha), la interacción de estos dos factores no fue significativa. El mayor efecto observado sobre ésta variable estuvo encabezado por el factor variedad (ANVA $CM = 1.909$), seguido por el factor Oportunidad de cosecha. El C.V fue de 23.05 %

Cuadro 4.17 Análisis de varianza de la variable vigor por medio del método del peso seco de plántulas. UAAAN 1996.

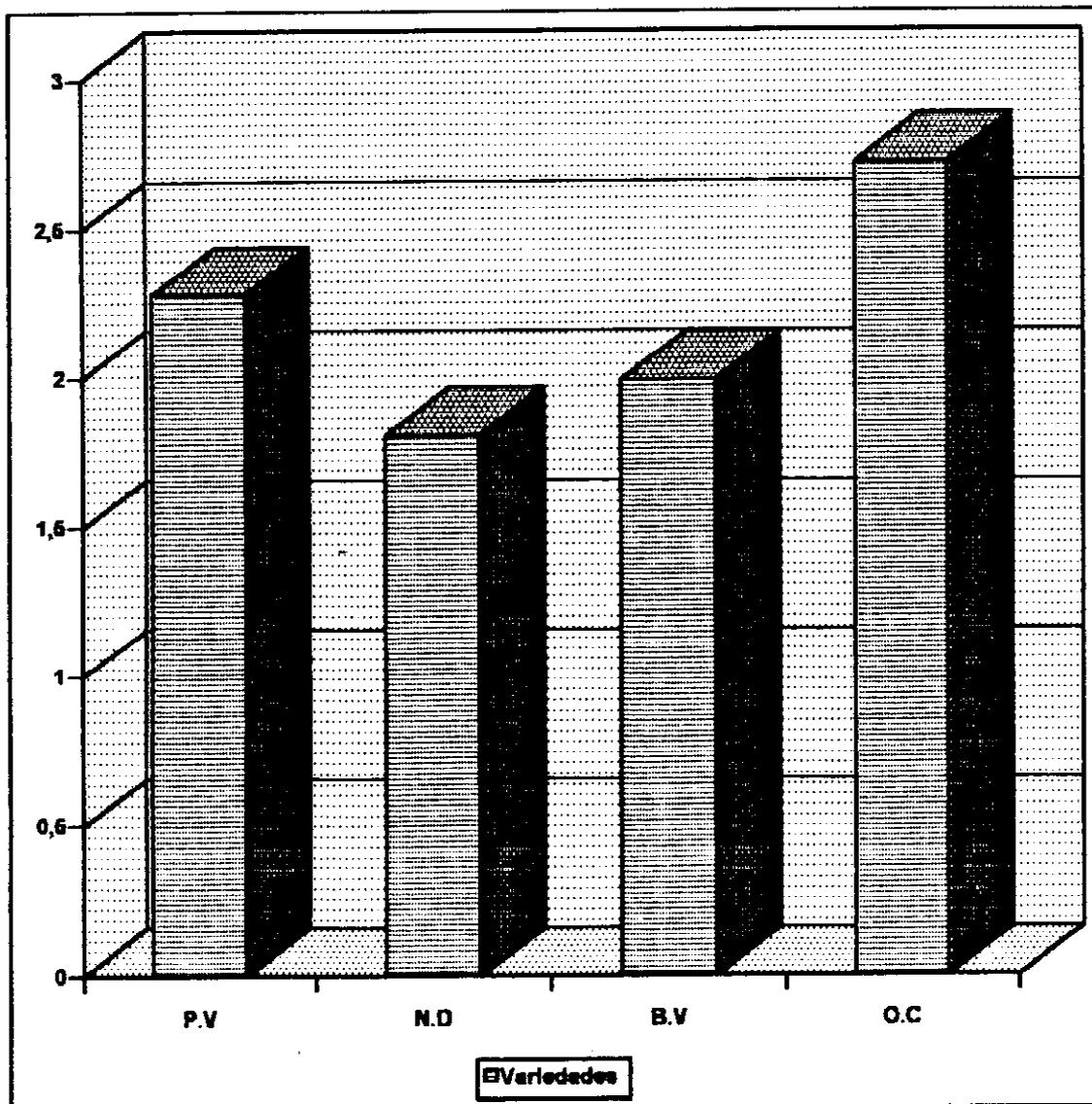
F.V.	GL	SC	CM	F	α 05	α 01	Prueba de Significancia
Repeticiones	2	0.23	0.11	0.45			
Factor A.	3	5.72	1.90	7.41	2.93	4.54	**
Factor B	3	5.43	1.81	7.03	2.93	4.54	**
Interacción	9	3.19	0.35	1.38	2.22	3.09	N.S.
Error	29	7.46	0.25				
Total	46						

C.V = 23.05 %

** = Altamente significativo ($P > 0.01$)

N.S. = No significativo.

La prueba de comparación de medias para el factor A (Variedades) para la variable vigor, estimada por la prueba de peso seco, (Cuadro 4.18), la variedad Ojo de Cabra Sta Rita presentó el mayor vigor, seguido por las variedades Pinto Villa, Bayo Victoria y Negro Durango. La Gráfica 4.9 expresa la tendencia de cada una de las variedades para ésta variable.



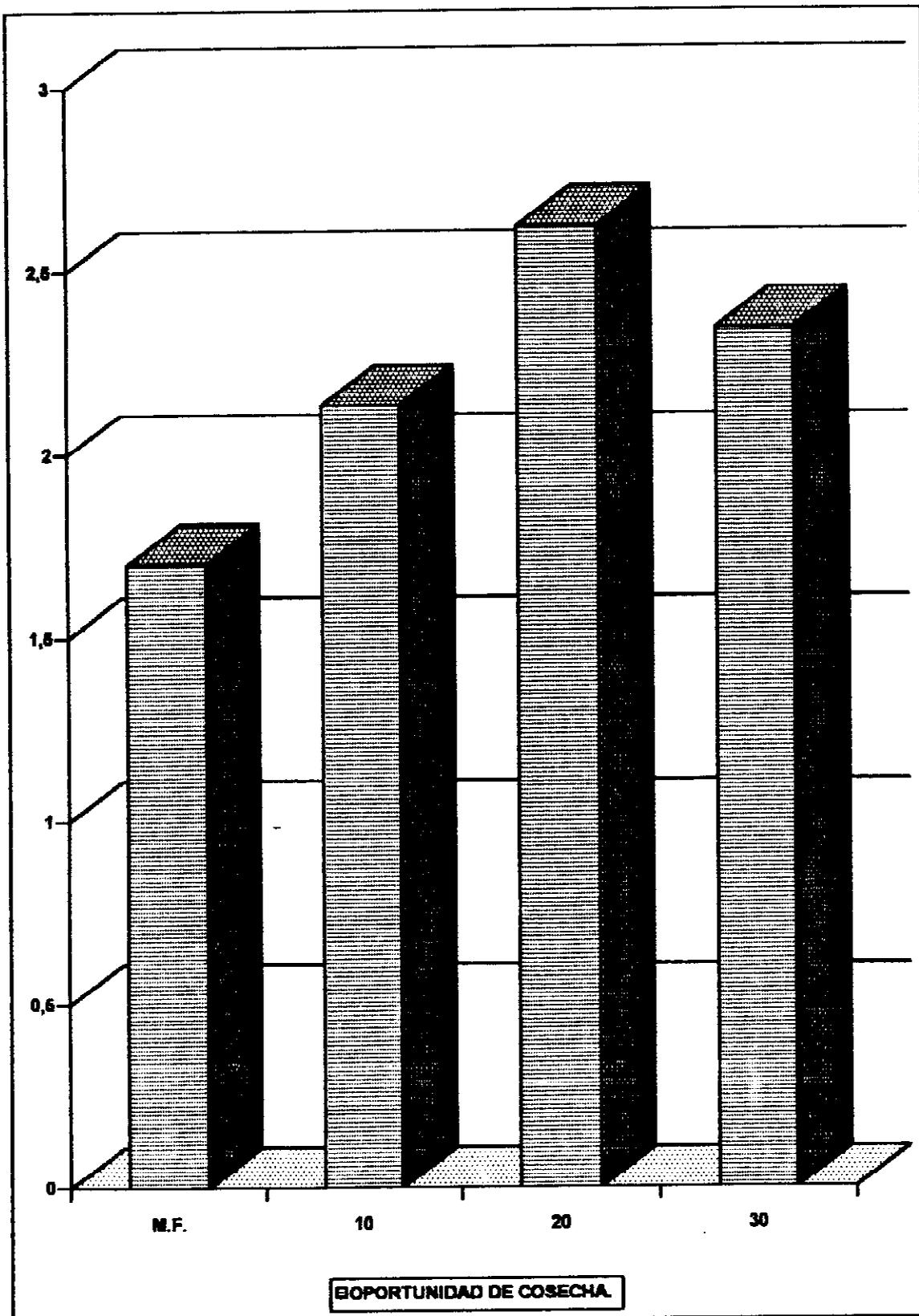
Gráfica 4.9 Comportamiento de cuatro variedades de frijol común para la variable vigor por medio de la prueba de peso seco.

La comparación de medias para el factor Oportunidad de cosecha, (Cuadro 4.19), las oportunidades de cosecha de 20 y 30 días después de madurez fisiológica resultan ser superiores a las oportunidades de 10 días después de madurez fisiológica y que la misma madurez fisiológica. La tendencia de las oportunidades de cosecha como se observan en la (Gráfica 4.10), nos indican que a mayor tiempo de exposición en campo, la semilla presenta un mayor peso seco de plántulas para la estimación de vigor.

Cuadro 4.18 Comparación de medias de la variable peso seco de plántulas para el Factor A (variedades) en cuatro variedades de frijol común. UAAAN 1996.

TRATAMIENTO.	VARIETADES.	Peso Seco (g).
4	Ojo de Cabra Sta Rita.	2.72 a
1	Pinto Villa.	2.28 ab
3	Bayo Victoria.	1.99 b
2	Negro Durango.	1.81 b

De acuerdo a lo citado por Abdullahi y Vanderlip (1972) y Swanson y Hunter (1936), ellos al trabajar con sorgo observaron que tanto la germinación como el vigor fueron mayores en semillas de tamaño medio, que en semillas de tamaño pequeño, las semillas de tamaño grande las reportan como de comportamiento medio, lo cual coincide con el fenotipo de la variedad Ojo de Cabra Santa Rita, la cual sobresalió en esta prueba.



Gráfica 4.10 Tendencia de las oportunidades de cosecha para la variable estimación de vigor por medio de peso seco de plántulas en cuatro variedades de frijol común.

Heydecker (1972) y Wood et al (1977) señalan que se obtienen plántulas más vigorosas a partir de semillas grandes, debido al capital inicial más grande que contienen (embrión y/o reserva) por lo que las variedades Bayo Victoria y Negro Durango debieron haber sobresalido en ésta variable, sin embargo los resultados obtenidos no coinciden con lo citado.

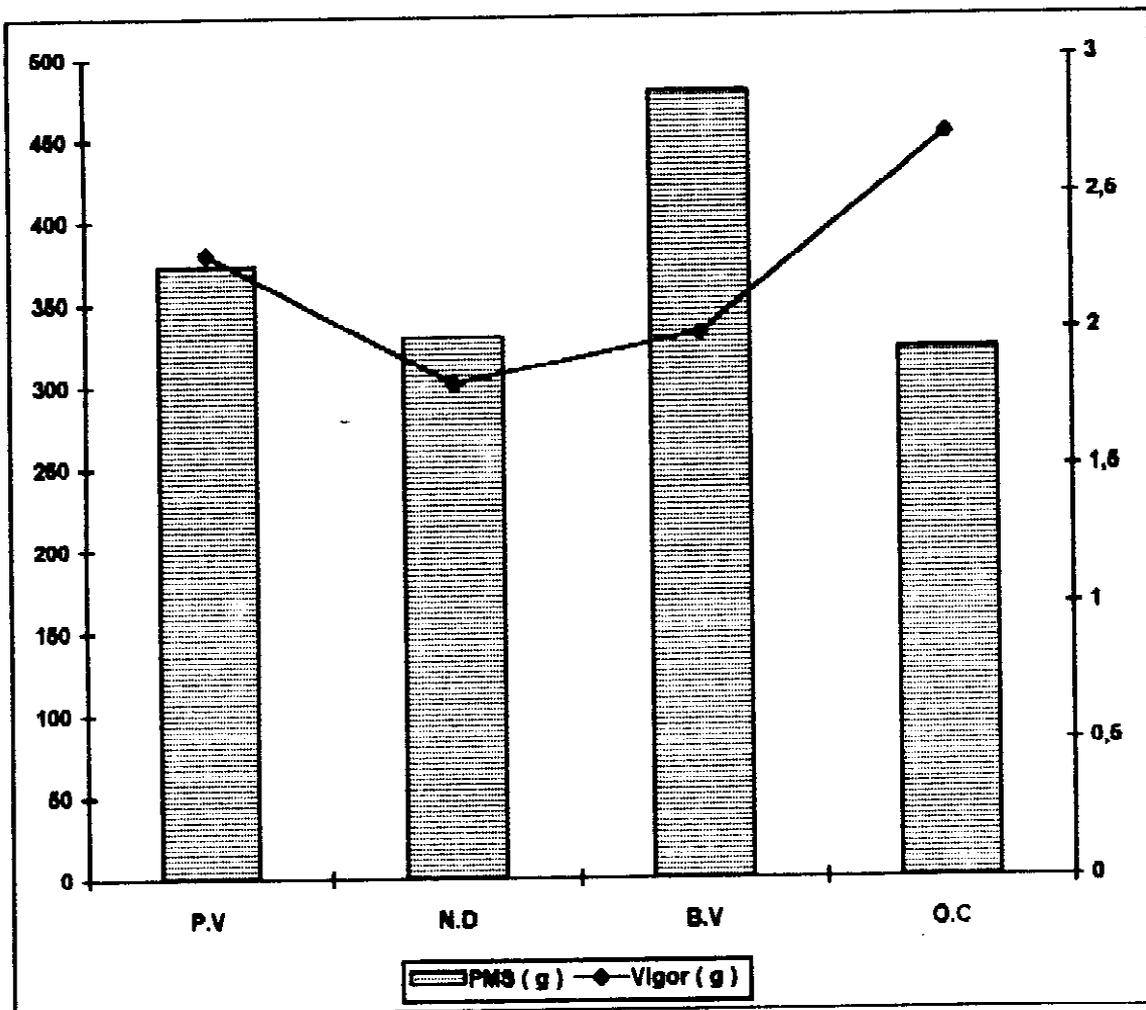
Cuadro 4.19 Comparación de medias de la variable peso seco de plántulas para el factor Oportunidad de cosecha en cuatro variedades de frijol común. UAAAN 1996.

TRATAMIENTO.	OPORTUNIDAD DE COSECHA.	Peso seco (g)
3	+ 20 DDMF	2.62 a
4	+ 30 DDMF	2.34 a
2	+ 10 DDMF	2.13 ab
1	M.F.	1.70 b

DDMF = Días después de madurez fisiológica.

Los resultados esperados debieran ser mayores en la oportunidad de cosecha a M.F. de acuerdo a lo citado por Boyd y Delouche (1978), ellos señalan que la madurez fisiológica es el punto de máximo peso seco y máxima capacidad germinativa y de vigor. Sin embargo ellos mismos señalan que en ésta etapa la semilla interrumpe la conexión vascular con la planta madre y presenta altos contenidos de humedad; lo cual da soporte a lo citado por Harrington (1959), él señala al contenido de humedad como el de mayor efecto en la calidad de la semilla, lo mismo señalan Justice y Bass (1978) y Andrews (1977).

La grafica 4.11 nos presenta la correlación entre el peso de mil semillas y vigor pora cada una de las variedades estudiadas, de la cual podemos concluir que la correlación en las cuatro variedades es diferente, para el caso de la variedad Bayo Victoria a menor vigor se presenta mayor peso de mil semillas, contrario a lo que sucede en la variedad Ojo de Cabra Santa Rita, en esta la tendencia es que a mayor vigor, menor peso de mil semillas, las variedades Pinto Villa y Negro Durango la interacción de ambas variables es poco significativa.



Gráfica 4.11 Correlación entre Peso de Mil Semillas y Vigor de Plántulas evaluado por la prueba de peso seco en cuatro variedades de frijol común.

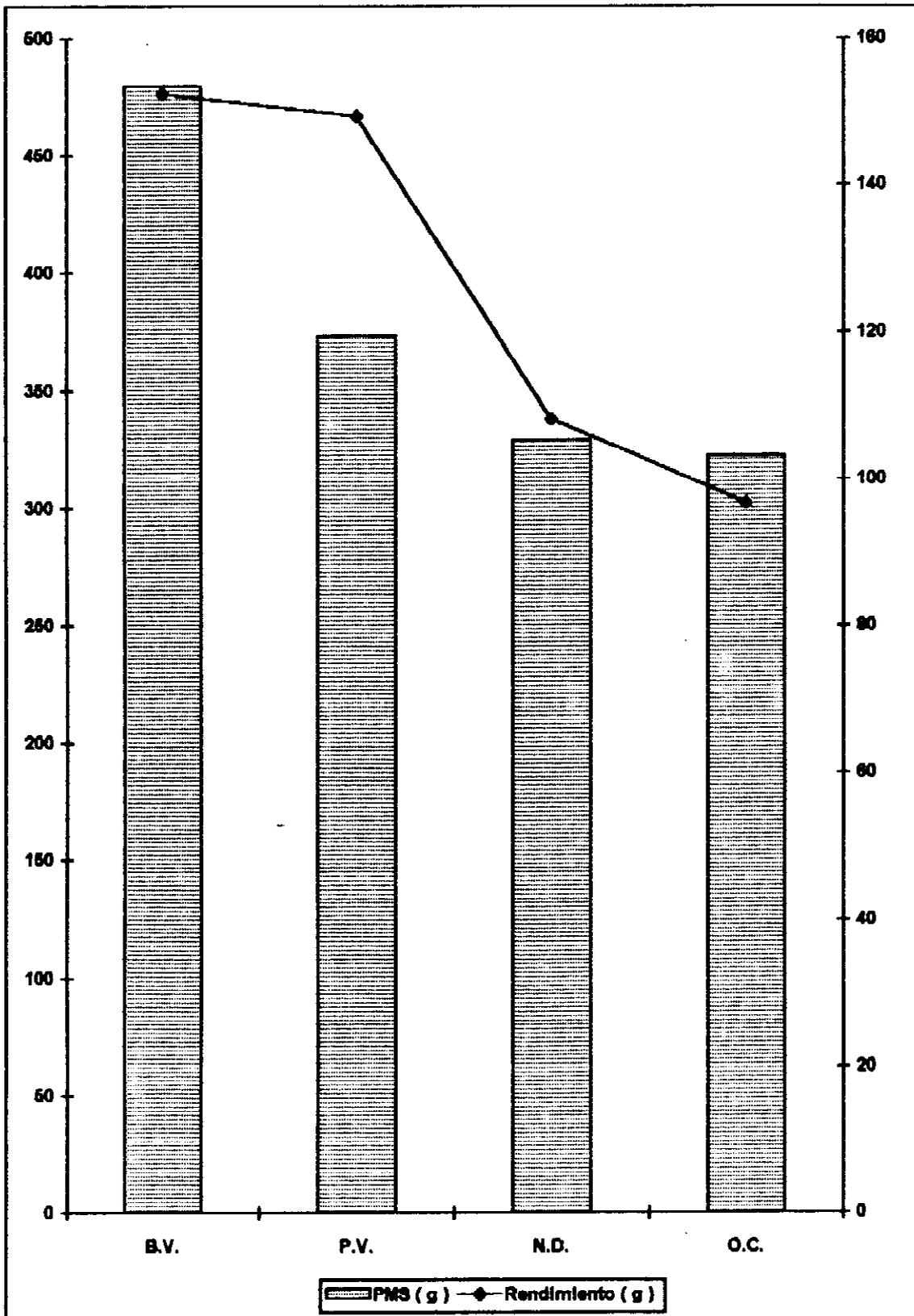
Rendimiento en base a cinco plantas por variedad.

Como podemos observar en el Cuadro 4.20 las variedades con mayores rendimientos fueron Bayo Victoria y Pinto Villa, ambas también fueron las de mayor peso en la variable PMS. Las características de comportamiento de ambas variedades coinciden con lo citado por Egli (1975), él señala que el peso de la semilla es una característica de la variedad, el cual se asocia con el rendimiento. De lo anterior podemos concluir que a mayor PMS mayor rendimiento, (Gráfica 4.12)

Cuadro 4.20 Rendimiento de cuatro variedades de frijol común en base a cinco plantas de cada una de ellas expresado en gramos. UAAAN 1996.

Variedad.	Rendimiento (g).
Bayo Victoria.	152.5
Pinto Villa.	149.4
Negro Durango.	108.1
Ojo de Cabra Sta Rita.	96.7

Como podemos observar en el cuadro 4.20 las variedades con mayores rendimientos fueron Bayo Victoria y Pinto Villa, ambas también fueron las de mayor peso en la variable PMS. Las características de comportamiento de ambas variedades coinciden con lo citado por Egli (1975), él señala que el peso de la semilla es una característica de la variedad, el cual se asocia con el rendimiento.

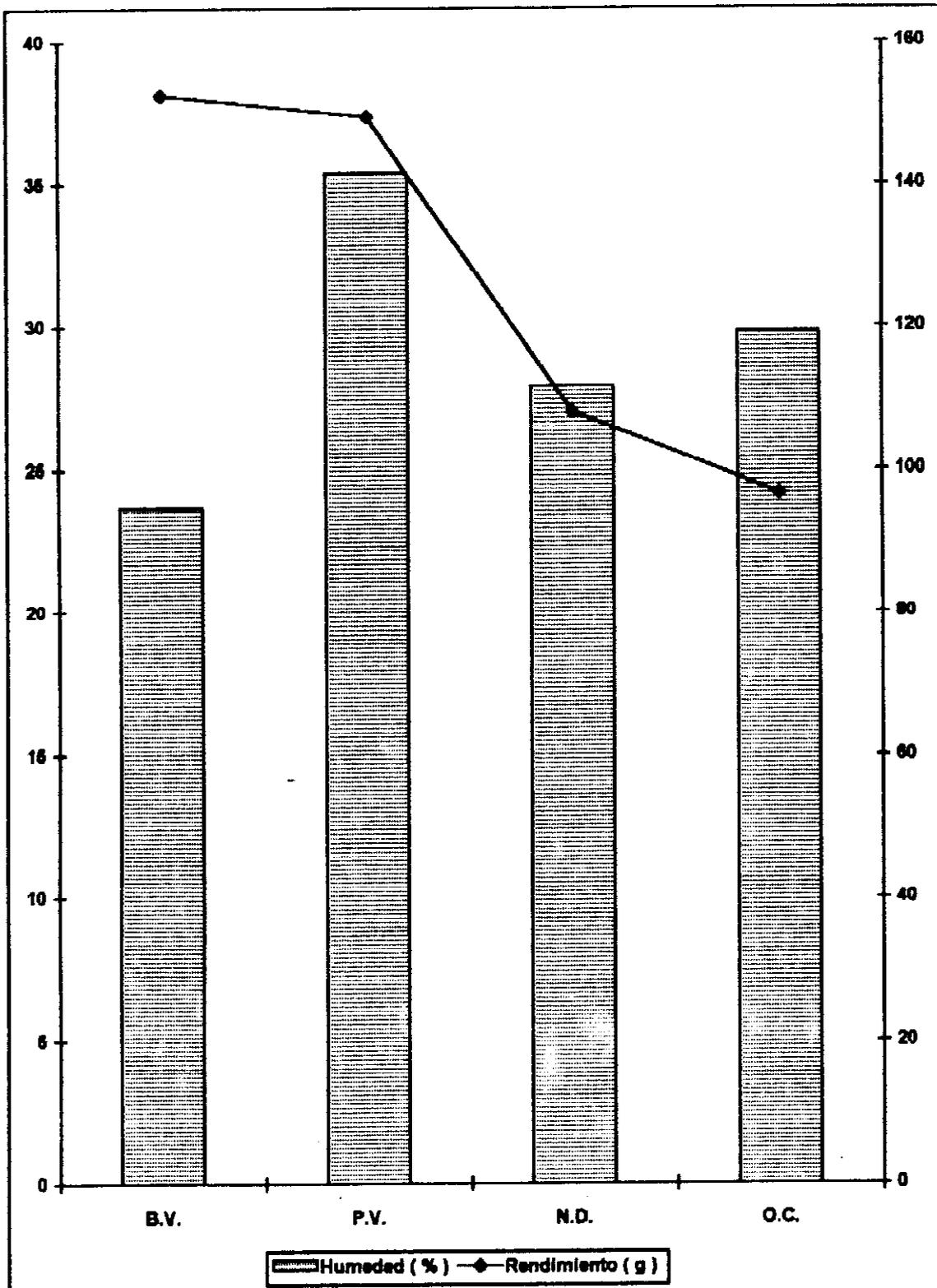


Gráfica 4.12 Correlación de cuatro variedades de frijol común en las variables peso de mil semillas y rendimiento.

La variedad que menor rendimiento obtuvo fue Ojo de Cabra Santa Rita, la cual es reportada por Acosta et al (1995a y 1995b) como precoz , las tres restantes variedades son reportadas por el mismo investigador como intermedias, lo cual coincide con lo citado por Barrales et al (1988), él encontró al trabajar con frijol que las variedades tardías fueron de mayor rendimiento que las precoces.

El contenido de humedad de las semilla juega un papel importante ya que la correlación entre humedad y rendimiento resulta ser negativa, gráfica 4.13. Es decir que a mayor contenido de humedad en la semilla el rendimiento es menor, lo cual se puede apreciar claramente en las variedades Bayo Victoria y Ojo de Cabra Santa Rita, en las variedades Pinto Villa y Negro Durango la correlación es poco significativa.

El CIAT (1982) es por ello que señala que para el establecimiento de lotes de producción es necesario determinar en que fecha se tendrá el menor efecto adverso de los factores ecológicos que inciden en el desarrollo del cultivo a fin de tener máximo rendimiento y calidad de la semilla.



Gráfica 4.13 Correlaciones presentadas en cuatro variedades de frijol común en las variables contenido de humedad y rendimiento.

CONCLUSIONES.

La obtención de semilla de alta calidad, así como rendimientos elevados reviste gran importancia para los semilleristas, por lo que en base al objetivo planteado en el presente trabajo se establecen las presentes conclusiones.

El rendimiento y la calidad de la semilla de frijol está fuertemente influenciada por factores propios de los genotipos, asimismo por los del medio ambiente, específicamente precipitaciones y temperaturas.

La variedad Pinto Villa presenta una correlación positiva en pruebas de calidad fisiológica y componentes de rendimiento.

La correlación de pruebas de calidad fisiológica y componentes de rendimiento para la variedad Negro Durango resultó ser negativa en la estimación de vainas por planta y semillas por vaina. En el Peso de Mil Semillas la correlación es recíproca, es decir que al existir un aumento en esta variable también se presentara en las pruebas de calidad fisiológica.

La variedad Bayo Victoria presenta una correlación negativa en la estimación de germinación y vigor contra el Peso de Mil Semillas debido a la latencia que dicha variedad presenta, en los otros componentes de rendimiento la correlación es poco significativa.

La correlación que presenta la variedad Ojo de Cabra Sta Rita en pruebas de calidad fisiológica y componentes de rendimiento también es negativa en la estimación del Peso de Mil Semillas, en los otros componentes es poco significativa la correlación.

Las oportunidades de cosecha donde se obtuvieron en términos generales los mejores resultados tanto en pruebas de calidad fisiológica como en componentes de rendimiento fueron a 20 y 30 días después de madurez fisiológica

Los contenidos de humedad en las oportunidades de cosecha a madurez fisiológica y 10 días después de madurez fisiológica fueron altos, en las oportunidades a 20 y 30 días después de madurez fisiológica descendieron notablemente, por lo que podemos decir que a menor contenido de humedad en las semillas, mejores resultados son obtenidos en pruebas de calidad fisiológica y componentes de rendimiento.

RESUMEN.

La presente investigación se desarrolló en los campos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el ciclo P - V 1996, con la finalidad de determinar el efecto del medio ambiente y oportunidad de cosecha sobre el rendimiento y calidad de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)

Se utilizaron cuatro variedades de frijol de explotación regional como son, Pinto Villa, Negro Durango, Bayo Victoria y Ojo de Cabra Sta Rita, todas se sembraron el 25 de Junio de 1996. Se realizaron cuatro cosechas para cada variedad a partir de madurez fisiológica espaciándose cada una a siete días. Los tratamientos fueron las variedades y las oportunidades de cosecha evaluándose bajo un diseño factorial 4 X 4 en diseño bloques al azar con tres repeticiones, la información obtenida se sometió al análisis de varianza y prueba de comparación de medias DMS con α .05.

De manera general los resultados obtenidos en las pruebas de calidad fisiológica y componentes de rendimiento indican que estos son afectados por las condiciones climáticas así como por la capacidad genética de los materiales.

Las oportunidades de cosecha que resultaron ser las óptimas para la región de Buenavista fueron a 20 y 30 días después de madurez fisiológica.

Las variedades que mejor comportamiento presentaron en las pruebas de calidad fisiológica fueron Ojo de Cabra Santa Rita y Pinto Villa, en la evaluación de componentes de rendimiento las variedades que mejor comportamiento observaron fueron Pinto Villa y Negro Durango, en tanto que la de menor respuesta fue Ojo de Cabra Santa Rita.

BIBLIOGRAFIA.

- Abdul-Baki, A. A, and J. D. Anderson. 1972. Physiological and Biochemical deterioration of seeds. Seed Biology Vol. II. Academic Press. New York, USA.
- Abdullahi. A, and Vanderlip, R. L. 1972. Relationships of vigor test and seed source and size to sorghum seedling establishment. Agron. Journal. 64 : 143 - 144.
- Abel, G. H. 1961. Response of soybeans to dates of planting in the Imperial Valley of California. Agronom. Journal . 53 : 95 - 98.
- Acosta, G, J. A et al. 1995a. Bayo Victoria, nueva variedad de frijol de temporal para Durango. Folleto Técnico N^o 8. INIFAP - CIRNOC. C. E. Valle del Guadiana, México.
- Acosta, G, J. A. et al. 1995b. Pinto Villa, nueva variedad de frijol para riego y temporal en Durango. Folleto Técnico N^o 7. INIFAP - CIRNOC. C. E. Valle del Guadiana, México.
- Adams, M. W. 1967. Basic of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean. Crop Sci. 7 : 505 - 510.
- Aggawal, V. D. & Singh, T. P. 1973. Genetic variability in agronomic traits in kidney bean (*P. Vulgaris* L.). Indian Journal of Agriculture Science. 43 (9) : 845 - 848.
- Aguilar, et al. 1977. Effects of plant density and thinning on high yielding dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in México. Exp. Agrícola. 13 : 325 - 336.
- Allard, R. W. 1964. Implication of genotype environmental interactions in applied plant breeding. Crop Sci 1 : 127 - 133.
- Anderson, J. D. 1973. Metabolic changes associated with senescence. Seed Sci and Technol.. 1 : 463 - 492. The Netherlands.
- Andrews, C. H. 1966. Some aspects of pod and seed development in Lee soybeans. Ph. D. Thesis. Mississippi State University; State College.
- Andrews, C. H. 1974. Field deterioration of soybean seed. Meeting Southeastern Soybean Seed Seminar. Mississippi State University. USA.

- Andrews, C. H. 1977. Production and maintenance of high quality soybean seed. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University. Misc. Publication USA 13 P.
- Araujo, E. F; Silva, R. F. DA; Silva, J. DE. S. E; Sedyama, C. S. 1984. Influencia de secagem na germinacao e no vigor de sementes de feijao. Rev. Brasileira de Sementes. 6 (2) : 97 - 110.
- Aryeetey, A. N. & Laing, E. 1973. Inheritance of the yield components and their correlation with yield in cowpea (*Vigna unguiculata*). Walp. Euphytica. 22 (2) : 386 - 392.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigor testing handbook. The seed vigor test committee of the (AOSA). 82 P.
- Azevedo, O. C. F. 1985. Desiccants effects on maturation and soybean seed quality. Thesis (M. S.) Mississippi State University. 48 p.
- Barrales, D. S; S. Molina; D; T. García M; y F. Morteo B. 1988. Ensayo agronómico en la zona temporalera de Sta Maria Zacatepec, Puebla; de un grupo de variedades de frijol con diferente hábito de crecimiento. Resúmenes del XII congreso de fitogenética. SOMEFI. Chapingo, Méx. 1988.
- Bernal, J. E. 1976. Algunos aspectos de fisiología de semillas forrajeras. Investigaciones agropecuarias. Serie de informes de conferencias, cursos y reuniones. No 29. Maracay, Venezuela.
- Bradway, A. D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. Advances in genetics. 12 : 115 - 155.
- Burkart, M. 1952. (Citado por Lepiz, 1983) en : Frijol en el noreste de México. SARH - INIFAP. Sinaloa, México. P 31.
- Camacho, L. H. C. Cardona y S. H. Orozco. 1964. Genotypic and phenotypic correlation of components of yield in kidney beans. Bean Improvement Cooperative Annual Report.
- Carr, D. J; Skene, G. M. 1961. Diauxic growth curves of seeds, with special reference to french beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Australian Journal of Biological Science. 14 : 1 - 11.
- Castellanos, J. Z. et al. 1991a. Efecto de la localidad de siembra sobre la aceptación sensorial y otras características de la calidad del grano de frijol común. En : *Phaseolus*. Resultados de investigación sobre frijol 1991. INIFAP - Michigan State University. Durango, México.

- Castellanos, J. Z. et al. 1991b. Evaluación del tiempo de cocción y la absorción de agua de 28 genotipos de frijol en cinco localidades de siembra del altiplano semiárido. En : *Phaseolus*. Resultados de investigación sobre frijol 1991. Proyecto colaborativo INIFAP - Michigan State University. Durango, México.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT). 1982. Etapas de desarrollo de las plantas de frijol común. Guía de estudio. CIAT, Cali, Colombia. 26 p.
- Copeland, L. O, and Mc Donald. 1985. Principles of Seed Science and Tecnology. 2 edic. Minnesota, USA. 321 P.
- Crispin, M. A. 1968. Variedades de frijol con amplio rango de adaptación. Agricultura Técnica en México. Vol II. N^o 9. INIA, SAG. México.
- Debouck, G. D, y R. Hidalgo. 1985. Morfología de la planta de frijol común. CIAT, Cali, Colombia. P 417.
- Delouche, J. C. 1963. Seed deterioration. Seed world. 92 : 14 - 15.
- Delouche, J. C. 1968. Physiology of seed storage. Prec 23 rd corn and sorghum rese. Conf. American Seed Trade Association (ASTA). USA. 8 P.
- Delouche, J. C. 1972. Harvesting, handling and storage of soybean seed. Seed Tecnology Laboratory. Mississippi State University. USA.
- Delouche, J. C. 1973. Seed processing and storage. FAO International. Seed symposium. Viena, Austria. 29 P.
- Delouche, J. C. 1974. Soybean production, protection and utilization. Prec. Conf. Scient. of África, Middle east and South Asia. Adis, Abeba Ethiopia.
- Delouche, J. C. 1978. Preceptos para el almacenamiento de la semilla en : Boyd, A. H, y R. Echandi Z. (comp). Seminario internacional sobre tecnología de semillas para Centroamérica, Panamá y el Caribe. Universidad del Estado de Mississippi, USA.
- Departamento de Agrometeorología. 1996. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ingeniería.
- Duarte, R. A, and M. W. Adams. 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans. Crop Sci. 5 : 579 - 582.
- Egli, D. B. 1975. Rate of accumulation of dry weight in seed of soybean and its relationship to yield. Canadian Journal of Plant Science (Can) 55 : 215 - 219.

- Evans, L. T. 1975. Day length and the flowering of plants. Benjamin, Menlo Park, California.
- García, M. E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Germ, H. 1960. Methodology of the vigour test for wheat, maize and barley in roller filter paper. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 25 : 515 - 518.
- Germond, H. 1978. Physiological aspects of seed germination. Seed Sc. And Tech. Vol 6. The Netherlands.
- Gómez, L, y L. Araya. 1986. Evaluación de épocas de siembra y cultivares arbustivos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) intercalado con café (*Coffea arabica*). Agronomía costarricense. 10 : 1 - 11.
- Gutiérrez, C; M. A. 1986. Resistencia a la sequía : cotejo de un marcador fisiológico de sequía que se relaciona con el rendimiento agronómico en frijol.
- Harrington, J. F. 1959. Drying, Storing and Packaging Seeds to Maintain Germination and Vigor. Proc. Short Course for Seedmen. Mississippi State University. USA.
- Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity. Seed Biology Vol III. Academic Press. New York, USA.
- Heydecker, W. 1972. Vigor: In. E. H. Roberts, ed. Viability of seed. Syracuse University Press, Syracuse, N.Y. 209 - 252.
- Inoue, Y; Suzuki, Y. 1962. Studies on the effect maturity and after - ripening of seed upon the seed germination in Snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of the Japanese Science for Horticultural Sci 31, pp 146 - 150.
- International Seed Testing Association. 1976. International Rules for Seed Testing. Seed Sci Technol. 4 : 3 - 177.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International Rules for Seed Testing. Seed Sci and Technol. 13 (2) : 366 - 520.
- Izquierdo, J. A; Hosfield, G. L. 1983. The relationship of seed filling periodic to yield among dry beans with differing architectural forms. Journal of American Societe for Horticultural Science. 108 : 106 - 111.
- Justice, O. L, and L. N. Bass. 1978. Principles and practices of seed storage. Agricultura handbook N^o 506. Sci and Education Administration. United States Department of Agriculture (USDA). Washington, USA. 289 P.

- Kalton, R. R; C. R. Weber, and J. C. Eldredge. 1949. The effect of injury simulating hail damage to soybeans. Iowa Agric. Home Econ. Exp. Stn. Res. Bull. 359.
- Kersting, J. F; F. C. Stickler, and A. W. Pauli. 1961. Grain sorghum caryopsis development, I. Changes in dry weight, moisture percentage and viability. Agron. Journal. 53 : 36 - 38.
- Keygley, P. J, and R. E. Mullen. 1986. Changes in soybean seed quality from high temperature during seed fill and maturation. Crop Sci. 26 (6) : 1212 - 1216.
- Kramer, P. J. 1963. Water stress and plant growth. Agronomy Journal. 55 : 31 - 35.
- Kueneman, E. A. 1981. Genetic differences in soybean seed quality : Screening methods for cultivar improvement. Colombo, Srilanka.
- Lepiz, I. R. 1982. Logros y aportaciones de la agricultura en el cultivo del frijol. Publicación especial N^o 83. INIA, SAG, SARH México.
- Leyva, R. O. R. 1977. Herencia y mejoramiento de la precocidad del frijol en el trópico. Tesis. Mst. Sc. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. ICA.
- Mackay, D. B. 1972. The measurement of viability. In : Viability of seeds. Roberts, E. H. (edit). Syracuse Univ. Press. Syracuse, N.Y. PP 172 - 208.
- Mc Donald, M. B. Jr. 1975. A review and evaluation of seed vigor. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 65 : 109 - 137. USA.
- Mc Donnell Tu, J. C; Dirks, V. A. 1988. Factors affecting seed quality of navy bean in the field. In Southwestern Ontario Seed Sci & Technol. 16 : 371 - 381.
- Miranda, F. M. 1977. Influence of some seed borne phatogens and field weathering on soybean seed quality. Tesis (M. S.). Mississippi State University. 103 P.
- Miranda. Colin, S. 1966a. Mejoramiento del frijol en México. Folleto misceláneo No 13. INIA, SAG, México. 36 P.
- Miranda. Colin, S. 1967a. Origen de Phaseolus vulgaris L. Agrociencia. Vol 1 (2) : 99 - 109.
- Mojarro Dávila, Fco. 1977. Efecto de la sequía en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Tesis de maestria en ciencias. C.P. Chapingo, México. 141 P.
- Nangju, D. 1977. Effect of date of harvest on seed quality and viability of soya beans. J. Agr. Sci. 89 : 107 - 112. Great Britain.

- Oliker, M; Poljakoff - Maiber, A; Mayer, A. M. 1978. Changes in weight, nitrogen accumulation, respiration and photosynthesis during growth and development of seeds and pods of *Phaseolus vulgaris* L. *American Journal of Botany*. 65 : 366 - 371.
- Pandey, J. P, and J. H. Torrie. 1973. Path coefficient analysis of seed yield components in soybeans. *Crop. Sci* 13 : 497 - 586.
- Parodi, P. C. 1971. Teoria y funcionamiento de los componentes de rendimiento. XXII Jornadas agronómicas. Temuco, Chile.
- Parodi, P. C. e Isabel M. Nebreda. 1981. Comportamiento de la soya en la zona central de Chile. *Ciencia e Investigación Agraria* (en prensa).
- Parrish, D. J, and A. C. Leopold. 1978. On the mechanism of aging in soybeans seeds. *Plant physiol*. 61 (3). Nebraska, USA.
- Perry, D. A. 1972. Seed vigor and field establishment. *Hort. Abst*. 42 (2) 334 - 342. United Kingdom.
- Perry, D. A. 1981. Manual de ensayos de vigor. Inst. Nal, de Semillas y Plantas de Viveros. 56 P. Madrid Spain.
- Perry, D. A. 1981. Methodology and applications of vigor test and seedling growth and evaluation test. In : *Handbook of Vigour Tests Methods*. Perry, D. A. (ed.) Int. Seed. Test. Assoc. Pp 3- 20.
- Pola, J. N. 1985. Effect of delayed harvest upon germination vigor and health condition of soybean seed. *Seed Technology Thesis Abstracts*. Brazil. 22 p.
- Popinigis, F. 1985. *Fisiología da semente*. Agiplan, Brasilia, D.F. 289 P.
- Roberts, E. H. 1972. Dormancy : a factor affecting seed survival in the soil in : *Viability of seeds*.
- Rodríguez de Leon, C. A. Aldana de Leon, L. F; y Masaya, S.P. 1981. Caracterización de variedades de frijol usadas en el sur - oriente de Guatemala. In : PCCMCA 27a. Sto Domingo, Republica Dominicana.
- Rojas, G. A. Bravo y P.C. Parodi. 1975. Efecto de la distancia de siembra sobre los componentes morfológicos de rendimiento en cuatro variedades de frijol. *Cien. Inv. Agric*. 2 : 163 - 168.
- Ross, E. E. 1980. Physiological, Biochemical and Genetic Changes in Seed Quality During Storage. *Hort. Sci* 15 (16) : 781 - 783.
- SARH - INIFAP- CIFAC. 1990. Guia para la producción de frijol en el estado de Coahuila. Folleto para productores N^o 1. México. 9 p.

- Saterlee, L. D; Koller, H. R. 1984. Response of soybean fruit respiration to changes in whole plant light and CO₂ environment. *Crop Science*. 24 : 1007 - 1009.
- Sayers, R. 1982. Pruebas de germinación. Asociación mexicana de semilleros. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN. 129 - 136.
- Scarisbrick, D. H; Gomez - Barona, J. A. 1976. Conclusiones finales sobre los efectos de época de siembra sobre la producción de grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) durante los años 1972 - 1976. INIA / Ser. Prod. Veg. Vol 10, 1979.
- Siddique, M. A; Somerset, G; Goodwing, P. B. 1978. Time of harvest, prethreshing treatment and quality In Snap bean (*Phaseolus vulgaris* L). Seed Crop Australian Journal of Experimental Agriculture 27 (1) : 179 - 187. En; Sum; En; 18 refs. II (Depto of agriculture Bangladesh). Agriculture Univ. Mymensingh, Bangladesh.
- Singh, K. B. & Malhotra, R. S. 1970. Interrelationship between yield and yield components in mung bean. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 30 (1) : 244 - 250.
- Singh, K. B. & Mehndiratta, P. D. 1970. Path analysis and selection indices for cowpea. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 30 (2) : 471 - 475.
- Soplin, V. H. 1981. Enfoques al problema de deterioro en el campo. Publicación Miscelánea. Dpto académico de fitotecnia. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú. 21 P.
- Swanson, A. F, and Hunter, R. 1936. Effect of germination and seed size sorghum stands. *J. Amer. Soc. Agron*. 28 : 997 - 1004.
- Tekrony, D. M, and A. D. Phillips. 1980. Effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seed. *Agron. J.* 72 (5). Kentucky, USA.
- Valdés, R. V, y H. Faiguenbaum M. 1991. Efecto del hilerado de plantas de frijol sobre la calidad de la semilla. *Ciencia e investigación agraria*. 18 (22) : 53 - 56.
- Valdivia, B. V, y C. L. Madariaga. 1968. Influencia de la época de siembra sobre el rendimiento y otros caracteres de la soya. *Agric. Téc. (Chile)* 28 : 158 - 161.
- White, W. J. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. CIAT, Cali, Colombia. P 417.
- Wood, D. W; Longden, P. C; and Scott, R. K. 1977. Seed size variation; its extent, source and significance in field crops. *Seed Sci and Technol*. 5 : 337 - 352.
- Woodwing, P. B; Siddique, M. A. 1984. Seed development and quality in bean. Control of Productivity. Ed. By Pearson, C. J. School of Agriculture, the University of Weastern, Australia.