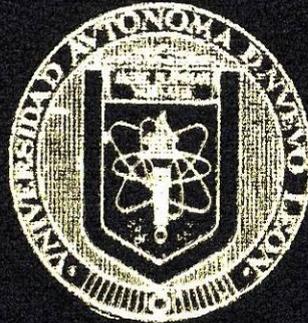


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y ANATOMICAS
(TESTA) DE LA SEMILLA DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)
EN RELACION CON VIGOR, IMIBIBICION Y COCCION.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

MARTIN MANUEL VAQUERA ROJAS

MARIN, N. E.

DICIEMBRE DE 1986

T

SB327

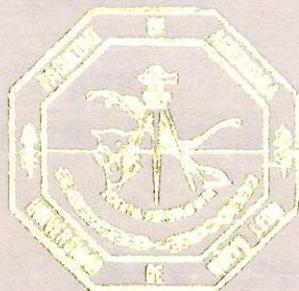
V3

c.1



1080063808

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y ANATOMICAS
(TESTA) DE LA SEMILLA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
EN RELACION CON VIGOR, IMBIBICION Y COCCION.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

MARTIN MANUEL VAQUERA ROJAS

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1986

007004

A handwritten signature or set of initials in dark ink, located at the bottom right of the page next to the number 007004.

T
SB 327
V3

040.635
FA20
1986
C.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

Tesis



UAM
FONDO
TESIS LICENCIATURA

Esta Tesis fue realizada en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo (PMMFS) del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CIA-FAUANL), ha sido aprobada por el Comité Supervisor como requisito parcial para optar por el grado de:

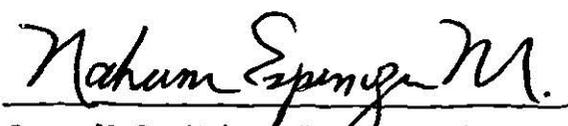
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR


Ing. M.C. Mauro Rodríguez Cabrera
Consejero


Ph. D. Ratikanta Maiti
Director Externo


Biol. M.C. Elizabeth Cárdenas C.
Asesor


Ing. M.C. Nahum Espinoza Moreno
Asesor

A TODOS MIS FAMILIARES:

A MI NOVIA:

Srita. María del Rosario Torres

Por su amor y comprensión

A MIS AMIGOS:

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:

A MIS MAESTROS:

A MI ESCUELA:

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M.C. Mauro Rodríguez Cabrera

Por su acertada dirección y valioso apoyo que me brindó en la realización del presente trabajo.

Al Ph.D. Ratikanta Maiti

Por la ayuda e interés mostrados para el desarrollo de este trabajo.

A la Biol. M.C. Elizabeth Cárdenas Cerda

Por el interés mostrado en la revisión de este escrito.

Al Ing. M.C. Nahum Espinoza Moreno

Por la ayuda brindada en el análisis estadístico y revisión del escrito.

A la Sra. Yolanda Díaz Torres

Por la ayuda desinteresada que me otorgó en la escritura de este trabajo.

C O N T E N I D O

	Página
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Origen y Clasificación.....	3
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Clasificación.....	4
2.2. Morfología y Anatomía.....	4
2.2.1. Raíz.....	4
2.2.2. Tallo.....	6
2.2.3. Hojas.....	7
2.2.4. Flores.....	8
2.2.5. Fruto.....	9
2.2.6. Semillas.....	10
2.2.7. Ciclo Vegetativo.....	12
2.3. Condiciones Ecológicas.....	14
2.3.1. Temperatura.....	14
2.3.2. Clima.....	15
2.3.3. Suelo.....	15
2.3.4. Fotoperíodo.....	16
2.4. Crecimiento y Desarrollo.....	16
2.4.1. Germinación.....	16

	Página
2.4.2. Concepto de Crecimiento.....	17
2.4.3. Hábitos de Crecimiento.....	17
2.4.4. Establecimiento del Cultivo.....	19
2.5. Trabajos Similares.....	20
III. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1. Localización.....	22
3.2. Material.....	22
3.2.1. Material genético.....	22
3.2.2. Material Instrumental y Sustancias para:	23
3.2.2.1. El vigor de la plántula.....	23
3.2.2.2. Imbibición de la semilla.....	23
3.2.2.3. Tamaño y peso a 12% de humedad de la semilla.....	24
3.2.2.4. Maceración química de la testa.....	24
3.2.2.5. Corte transversal de la semilla.....	25
3.2.2.6. La cocción de semillas.....	25
3.3. Metodología para:	25
3.3.1. El vigor de la plántula.....	25
3.3.2. Imbibición de la semilla.....	26
3.3.3. Tamaño de la semilla y peso al 12% de humedad..	27
3.3.4. Maceración química de la testa.....	27
3.3.5. Corte transversal de la testa.....	28
3.3.6. La cocción de semillas.....	28
IV. RESULTADOS.....	30
4.1. Vigor de la plántula.....	30

	Página
4.2. Imbibición de la semilla.....	37
4.3. Tamaño de la semilla y peso al 12% de humedad.....	41
4.4. Maceración y corte transversal.....	42
4.5. Cocción de semilla.....	47
4.6. Análisis de correlación de las variables de los seis ex perimentos.....	47
V. DISCUSION.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. BIBLIOGRAFIA.....	55
VIII. APENDICE.....	58

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Número de orden de los genotipos, nombre, hábito de crecimiento y período de cosecha. Según datos del PMMFS de la FAUANL.....	29
2	Resumen de los análisis de varianza y coeficientes de variación del diseño completamente al azar de 5 características para el vigor de la plántula en frijol.....	31
3	Presentación de medias y resultados de la prueba de Duncan para peso seco y altura de la planta. Experimento de vigor de plántula de frijol.....	32
4	Análisis de varianza para la imbibición de las semillas en un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas.....	33
4A	Datos del porcentaje de humedad para la imbibición de las semillas.....	59
4B	Suma de cuadrados para la temperatura y el error en (a) para la imbibición de la semilla.....	60
4C	Suma de cuadrados para la interacción temperatura genotipo en el diseño completamente al azar en arreglo de parcelas divididas.....	61
4D	Suma de cuadrados total para el diseño completamente al azar en arreglo de parcelas divididas para la imbibición de las semillas.....	62
5	Comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa (Tukey) para la imbibición de las semillas.....	34

Cuadro		Página
5A	Medias para la interacción genotipo temperatura en la imbibición de las semillas.....	64
6	Análisis de regresión en la imbibición de las semillas para el efecto de la temperatura.....	36
7	Tamaño de la semilla (mm), 40 genotipos con media, varianza y desviación estándar tomada de 25 semillas.....	38
8	Tamaño de la semilla (mm) de los 40 genotipos con rango de ordenación mayor a menor.....	39
9	Peso de 100 semillas (g) de cada genotipo, los cuales están ordenados por genotipo y por rango de mayor a menor peso.....	40
10	Tamaño de macro y microesclereidas, cutícula epidérmica cutícula subepidérmica, y el grosor total de la cutícula (testa).....	43
11	Tamaño de las esclereidas (macro y micro), cutícula epidérmica, cutícula subepidérmica y grosor total; ordenadas por genotipo y por rango de mayor a menor del grosor total de la cutícula (testa).....	46
12	Indica el tiempo de cocción de los genotipos ordenados por rango de menor a mayor.....	48
13	Análisis de coeficientes de correlación para los seis experimentos de este trabajo.....	49
Figura		
1	Macroesclereidas en sección transversal y longitudinal (R y Q), microesclereidas en sección transversal y longitudinal (P, O, N) y sección transversal de los cotiledones a nivel embrionario (Esau, 1977 y Fahn, 1979).....	13

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal del Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, ubicado en el Municipio de Marín, N.L. durante el ciclo Primavera-Verano de 1986. El estudio realizado se hizo en las características anatómicas y morfológicas de la semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en relación al vigor de la plántula, imbibición y cocción de semillas. Teniendo como objetivos: relacionar características anatómicas y morfológicas de las semillas con la imbibición, vigor de la plántula y cocción, conocer las características anatómicas de la testa del frijol; identificar aquellos materiales con la propiedad de imbibirse más rápido para usos diversos de pruebas del establecimiento de cultivos. El trabajo consistió básicamente en cinco partes, las cuales son: el vigor de la plántula, imbibición de las semillas, tamaño y peso al 12% de humedad de la semilla, maceración y corte transversal de la testa y cocción de semillas.

Los resultados obtenidos en la imbibición de las semillas bajo un diseño completamente al azar en arreglo de parcelas divididas, mostraron que el efecto de las temperaturas es diferente en los genotipos, lo mismo que los genotipos entre sí son diferentes a una temperatura constante, existiendo también diferencia para la interacción genotipo-temperatura. Los genotipos Canario 101, Black Valentine, Ciataño, Pinto Norteño, Agramejo, Jamapa y II-248-4-1-2-1-1-1, fueron los más sobresalientes.

Para el vigor de la plántula, se utilizó un diseño completamente al azar, donde las variables altura de planta y peso seco fueron las que ob-

tubieron diferencia significativa.

Se observó que la imbibición de la semilla y el vigor de la plántula no se ven afectados por el tiempo transcurrido después de la cosecha de la semilla (debido al envejecimiento sufrido en ese lapso) si ésta es almacenada bajo condiciones normales; ya que la semilla no se vé afectada por cambios fisiológicos, sino estructurales.

El tamaño y peso de la semilla al disminuir no afecta la imbibición de agua en la semillas en relación a su peso, pues esta característica es un comportamiento fisiológico de la semilla, independientemente de su constitución anatómica y morfológica.

Se encontró que la cocción de semillas de frijol está determinada también por la dureza de sus cotiledones.

El peso y tamaño de la semilla, grosor de la testa y tiempo de cocción tienen una relación confiable entre ellos.

Existió una relación directa entre cocción y peso de la semilla, peso de semilla y tamaño de semilla (largo, ancho y diámetro); longitud, ancho y diámetro de la semilla.

I. INTRODUCCION

El cultivo del frijol es de suma importancia, después del maíz, para la dieta alimenticia de los mexicanos, además tiene importancia económica, ya que de él dependen campesinos que se dedican al cultivo. Más sin embargo, las siembras de este cultivo están establecidas en áreas más difíciles para su desarrollo; éstas se caracterizan por un mal temporal, suelos con baja fertilidad, suelos erosionados, infestados de microorganismos que causan enfermedades. Todo esto tiene como consecuencia, rendimientos bastante bajos en las cosechas.

En el estado de Nuevo León, la producción de frijol no es autosuficiente para el consumo poblacional por lo cual es necesario transportarlo de otros estados de la República, haciendo la adquisición más cara al consumidor.

La ventaja del cultivo es que se adapta a diferentes ambientes y se siembra desde la altura del nivel del mar, hasta los 2900 msnm, esto es debido a que tiene una gran diversidad genética.

Un aspecto importante que reduce los rendimientos del frijol es sin duda, el establecimiento del cultivo, en algunos casos los agricultores tienen que volver a sembrar debida a la poca germinación, o bien a la no emergencia de la plántula, producto del poco vigor con el que cuenta las semillas, además de las costras que se forman en suelo. El trabajo propuesto no está encaminado directamente a elevar los rendimientos del cultivo, sino contribuir a la investigación para un mejor establecimiento del mismo, esto nos permitirá ampliar los conocimientos sobre las característi-

ticas internas de las semillas y de esta manera comprender mejor lo que sucede después de la imbibición.

Los objetivos planteados en esta investigación son los siguientes:

1. Relacionar características anatómicas y morfológicas de la semilla en la imbibición, vigor de la plántula y cocción.
2. Conocer las características anatómicas y morfológicas de la testa del frijol.
3. Identificar aquellos materiales con la propiedad de imbibirse más rápido para usos en diversas pruebas del establecimiento de cultivos.

Las hipótesis planteadas a verificar son:

1. Las características anatómicas en la testa del frijol son diferentes en los diversos genotipos.
2. La imbibición será igual en todos los materiales a la misma temperatura.
3. Existen diferencias en el vigor de los diversos tratamientos.
4. Existe relación entre las esclereidas (testa) imbibición de las semillas y la cocción.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen y Clasificación

2.1.1. Origen

Solo cuatro especies de Phaseolus han proporcionado alimento a los pueblos de América desde antes de la llegada de Colón, en la actualidad se cultivan en forma extensiva en todo el mundo como alimento básico, principalmente en la mayoría de los países de América.

Conocer los centros de origen de las especies es de gran interés, no sólo desde el punto de vista académico, sino también por que vinculan a las especies bajo cultivo con sus progenitores silvestres, lo que permite disponer de una fuente de genes útiles que bien ya se perdieron en el cultivo, o nunca se ha contado con ellos, y sería útil introducir. Para el caso del cultivo en cuestión, algunos autores han propuesto y discutido diferentes centros de origen. De acuerdo con Gentry (1969), Vavilov (1949) citados por Miranda (1979) esta especie tiene su centro de origen en el área occidental y sur de México, Guatemala y en Honduras.

Kaplan y Nac Neish (1960) y Kaplan (1965-1967) citados por Engleman (1979), han encontrado restos de Phaseolus vulgaris con antigüedad de 6000 a 7000 años A. de C. en Tehuacán, Puebla; México 1000 a 2300 años A. de C.; 7680 años A. de C. en Callejón de Huayales, Perú. También señalan estos mismos autores al hallazgo de restos de Phaseolus coccineus en 3 localidades; región de Ocampo Tamaulipas, con antigüedad de 7500 a 9000 años A. de C.; 2200 años A. de C. en Río Zape Sonora y 2200 años A. de C. en Tehuacán, Puebla.

Según Rendle (1925) y Hutchinson (1964) citados por Engleman (1979) mencionan que el número de especies que pertenecen al género Phaseolus es desconocido; sin embargo, estos investigadores consideran que podrían contener alrededor de 150.

El número de especies existentes en México fluctúan alrededor de 50 y entre ellas se encuentran las cuatro especies que ha domesticado el hombre: Phaseolus vulgaris L., P. coccineus L., P. lunatus L. y P. acutifolius Gray.

Miranda (citado por Robles, 1978) concluye en uno de sus trabajos de investigación, lo mismo que otros autores, que la planta de frijol se considera autógama; sin embargo, puede tenerse cruzamiento natural de 0-14%.

2.1.2. Clasificación (Bailey, 1966).

Orden	Rasales
Familia	Leguminosae (ahora Fabaceae)
Subfamilia	Papilionidae
Tribu	Faseolas
Subtribu	Faseolineas
Género	Phaseolus
Especie	Vulgaris

2.2. Morfología y Anatomía

2.2.1. Raíz

En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la

raíz principal o primaria, es decir, la primera identificable.

A los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal; se encuentran de 3 a 7 en disposición de la corona y tienen un diámetro un poco menor que la raíz principal. Se denominan secundarias debido a que su desarrollo ocurre a partir de la raíz principal o primaria. Existen otras raíces secundarias que aparecen más tarde y más abajo sobre la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales además se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de la raíz se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo (CIAT, 1984).

Las raíces terciarias aparecen lateralmente sobre las raíces secundarias y las cuaternarias sobre las terciarias.

Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radical tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación, incluso dentro de una misma variedad. El tipo pivotante auténtico, se presenta en un bajo porcentaje.

Como miembro de la subfamilia papilionideae, Phaseolus vulgaris L. presenta nodulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical (CIAT, 1984).

2.2.2. Tallo

El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla; desde la germinación y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristemo tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos. Un nudo es el punto de inserción de las hojas (o de los cotiledones) en el tallo. El ángulo formado entre el tallo y el pecíolo de las hojas se denomina axila; en las axilas aparece un complejo de yemas que luego se desarrollan como ramas laterales y/o como inflorescencias.

El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. Tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas. Puede ser erecto, semiprostrado o prostrado, según el hábito de crecimiento de la variedad; pero en general, el tallo tiende a ser vertical, ya sea que el frijol crezca solo o con algún soporte.

Algunas características de la planta relacionadas con el tallo son utilizadas en la identificación de variedades. Dentro de éstas, se pueden mencionar: el color, la pilosidad, el tamaño, el número de nudos, el carácter de la parte terminal, el diámetro, la longitud de los entrenudos, la aptitud para trepar, la filotaxia y los ángulos de inserción de diferentes órganos.

La primera parte del tallo comprendida entre la inserción de las raíces y el primer nudo, se llama hipocotilo. El hipocotilo tiene una longitud apreciable por que el frijol común es de germinación epigea.

Los cotiledones permanecen adheridos al tallo durante las primeras etapas de desarrollo. Después de unas dos semanas caen, quedando dos cicatrices en el tallo.

El siguiente nudo es el de las hojas primarias, las cuales son opuestas. Entre el nudo de los cotiledones y el de las hojas primarias se encuentra un entrenudo real llamado epicotilo (CIAT, 1984).

Los dos primeros nudos, el de los cotiledones y el de las hojas primarias son formados durante la embriogénesis; por lo tanto, existen ya en la semilla (CIAT, 1984).

2.2.3. Hojas

Las hojas del frijol son de dos tipos: simples y compuestas.

Están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. En dichos nudos siempre se encuentran estípulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas.

Las hojas primarias son simples; aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son opuestas, cordiformes, unifoliadas, simples y acuminadas. Estas caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las estípulas son bifidas al nivel de las hojas primarias.

Las hojas compuestas, trifolioladas, son las hojas típicas del frijol. Tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. Tanto el pecíolo como el raquis son acanalados. El folíolo central o terminal es simétrico y acuminado; los dos laterales son asimétricos y también acuminados.

Los folíolos son enteros; la forma tiende a ser ovalada a triangular, principalmente cordiformes, pero sin aurículas; son glabros o subglabros.

Los folíolos tienen peciólulos que pueden ser considerados como púlvínulos y poseen estípelas; dos en el folíolo terminal y una en cada folíolo lateral, colocadas en la base de los peciólulos.

En la base del pecíolo cerca del tallo o de las ramas está el pulvínulo; los pulvínulos están relacionados con los movimientos nictinásticos de las hojas. En la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular y de inserción basifija que siempre son visibles (CIAT, 1984).

2.2.4. Flores

Son de forma amariposada, con color variable en las distintas especies (rojo, blanco, purpura, etc.) y pediceladas. La inflorescencia es un racimo (Robles, 1978).

Cuando ocurre el fenómeno de antesis, la flor se abre. La flor tiene simetría bilateral con las siguientes características:

- Un pedicelo glabro o subglabro con pelos uncinulados y en su base una pequeña bráctea no persistente, unilateral, llamada bráctea pedicelar.
- El cáliz es gamosépalo, campanulado, con cinco dientes triangulares dispuestos como labios en dos grupos en la siguiente forma: dos en la parte alta completamente soldados y tres más visibles en la parte baja. En la base del cáliz hay dos bracteolas ovoides y multinervia-

les que persisten hasta poco después de la floración; ordinariamente de un tamaño equivalente a dos veces la longitud del cáliz.

- La corola es pentamera y papilionacea, con dos pétalos soldados por una base y tres no soldados. En ella se pueden distinguir:
 - * El pétalo más sobresaliente corresponde al estandarte y es uno de los no soldados es glabro, simétrico, con un apéndice ancho y difuso en la cara interna.
 - * Dos alas, cuyo color puede ser muy variado: blanco, rosado o púrpura. En general, las alas son más oscuras que las otras partes de la corola; pero puede ocurrir también lo contrario, que el estandarte sea de un color más intenso que las alas.
 - * La quilla presenta forma de espiral muy cerrada, es asimétrica y está formada por dos pétalos completamente unidos. La quilla envuelve completamente el androceo y el gineceo.
- El androceo está formado por nueve estambres soldados por su base en tubo y por un estambre libre llamado vexilar que se encuentra al frente del estandarte.
- El gineceo es súpero e incluye el ovario comprimido, el estilo encorvado y el estigma lateral terminal (CIAT, 1984).

2.2.5. Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido.

Dos suturas aparecen en la unión de las valvas, una es la sutura dorsal, llamada placenta; la otra se denomina sutura ventral.

Los óvulos que son las futuras semillas, alternan en la sutura dorsal; en consecuencia, las semillas también alternan con las dos valvas.

Las vainas son generalmente glabras o subglabras, con pelos muy pequeños, a veces la epidermis es cerosa.

Puede ser de diversos colores, uniformes o con rayas, existiendo diferencias entre las vainas jóvenes (o estado inmaduro), las vainas maduras y las vainas completamente secas. El color depende de la variedad (CIAT, 1984).

2.2.6. Semillas

La semilla es exalbuminosa, es decir, que no posee albumen, por lo tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones, se origina de un óvulo campilotropo. Puede tener varias formas: cilíndrica, de riñón, esférica y otras.

Las partes externas más importantes de la semilla son:

- La testa o cubierta; que corresponde a la secundina del óvulo.
- El hilum, o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta.
- El micrópilo que es una abertura en la cubierta o corteza de la semilla cerca del hilum, a través de esta abertura se realiza principalmente la absorción de agua.
- El rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo campilotropo.

Internamente, la semilla está constituida sólo por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocotilo, los dos cotiledones y la radícula.

El complejo plúmula-radícula está situado entre los cotiledones, al lado ventral del grano de tal manera que la radícula está en contacto con el micropilo. En el grano seco el complejo plúmula-radícula, ocupa solamente una parte muy reducida del espacio libre entre los cotiledones.

Calculado en base a la materia seca, la testa representa un 9%, los cotiledones un 90% y el embrión el restante 1% (CIAT, 1984).

En la testa seminal de Phaseolus hay una capa de células radialmente alargadas, dispuestas a modo de empalizada, pero carente de espacios intercelulares. Por su forma y por el grosor, estas células se denominan macroesclereidas. El grosor de las paredes es típicamente desigual a lo largo de la célula, los espaciamientos pueden ser solo de celulosa o también de lignina o cutina. El lumen de las macroesclereidas es generalmente más ancho en la base (Fahn, 1978).

En las semillas de frijol se encuentran bajo las macroesclereidas, una o más capas de células radialmente alargadas, dispuestas a modo de empalizada, pero carente de espacios intercelulares. Por su forma y por el grosor, estas células se denominan macroesclereidas. El grosor de las paredes es típicamente desigual a lo largo de la célula, los espaciamientos pueden ser solo de celulosa o también de lignina o cutina. El lumen de las macroesclereidas es generalmente más ancho en la base (Fahn, 1978).

En las semillas de frijol se encuentran bajo las macroesclereidas, una o más capas de células de tamaño no común; estas células pueden tener forma de embudo o de hueso, y por tener la membrana muy gruesa y su forma se han llamado osteoesclereidas. Pueden al igual que las células epidérmicas contener pigmentos, o bien carecer de ellos; estas células contienen también oxalatos en cristales (Netolitzky, 1926; citado por Fahn, 1978) (Figura 1).

2.2.7. Ciclo vegetativo

Ramírez (1981) menciona que existen tres tipos de ciclos para el frijol cultivado, los cuales son: a) precoces de 90 a 95 días; b) intermedio de 100-105 días y c) tardío de 110 a 120 días.

Solórzano (1982) señala que en Phaseolus vulgaris y P. acutifolius se conocen únicamente plantas con ciclo vegetativo anual tanto en cultivados como en silvestres, P. vulgaris en estado silvestre tiene un ciclo vegetativo de 6 meses, en cambio las variedades cultivadas el ciclo varía de 3 a 9 meses. En Phaseolus coccineus, algunas plantas frecuentemente son tratadas como plantas anuales por el manejo dado (Smort, 1968; citado por Solórzano).

Bajo domesticación se han reducido en P. vulgaris el número de ramas número de nudos y longitud de entrenudos, y se han incrementado el tamaño de hojas y el grosor del tallo. Estos cambios se han originado también en P. coccineus y P. lunatus; en P. acutifolius, el tamaño de la hoja y el tallo no se han incrementado significativamente.

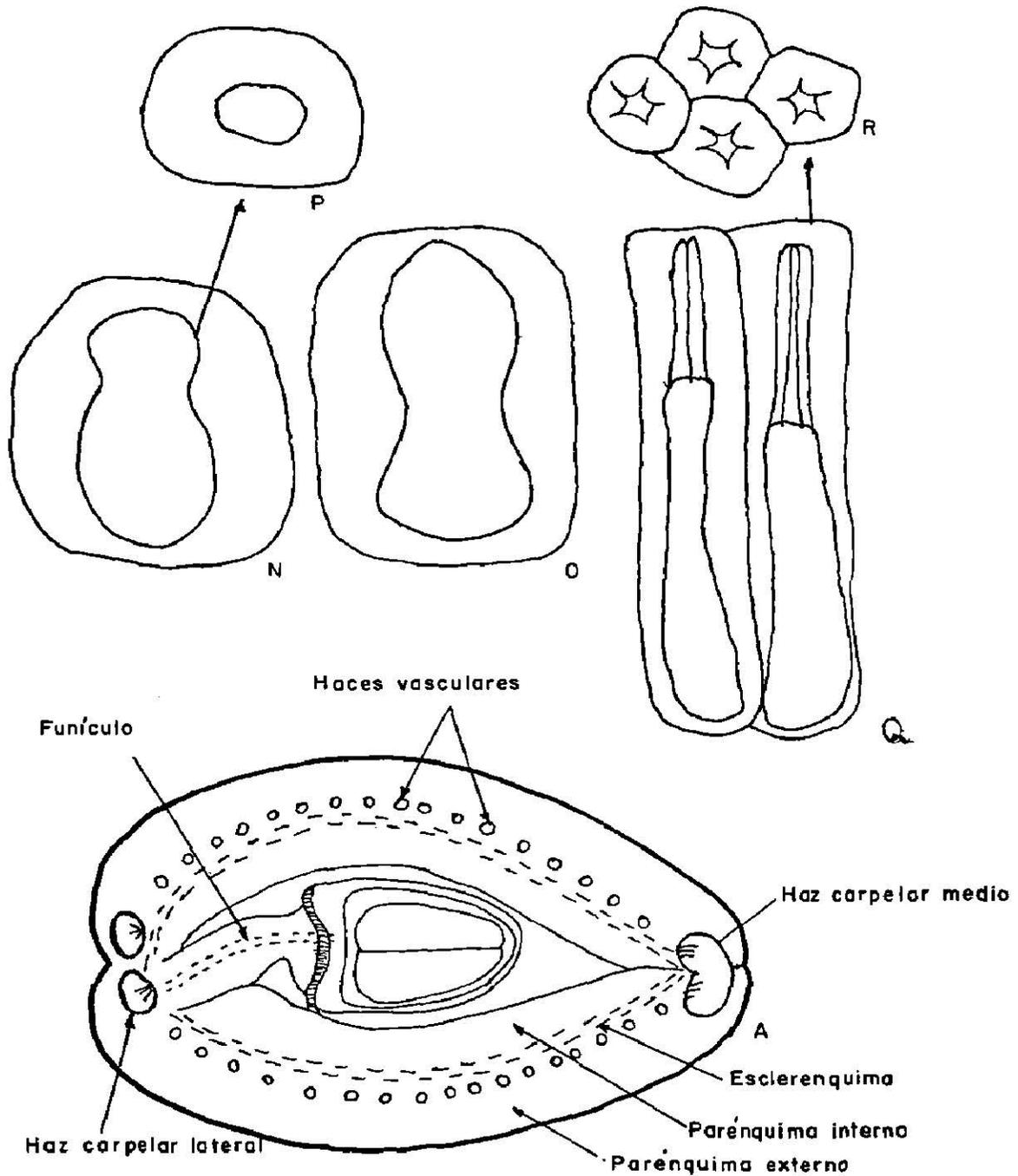


FIGURA 1. Macroesclereidas en sección transversal y longitudinal (R.Q.), microesclereidas en sección transversal y longitudinal (P, O, N), y sección transversal de los cotiledones a nivel embrionario (Esau, 1977 y Fahn, 1979).

2.3. Condiciones Ecológicas para el Crecimiento

2.3.1. Temperatura

Para cada clase de semilla, hay una temperatura de germinación mínima, óptima y máxima. Estas temperaturas cardinales cambian con las distintas variedades de una misma especie (Holman, 1965).

Temperatura óptima. Se define como aquella en la cual la germinación se realiza más rápidamente (Holman, 1965). En el estado de plántula es aquella en la cual la velocidad de crecimiento es máxima (Diehl, 1973). Las plantas originarias del antiguo mundo, tienen el óptimo de germinación entre los 20 y 30°C y para los de origen sudamericano (maíz, frijol, tabaco, etc.) es un poco más elevado, siendo de 22°C en el frijol (Diehl, 1973). Brower citado por Kramer (1974), estudió el efecto de la temperatura del suelo sobre el crecimiento de la raíz y el vástago del frijol, y encontró que el mayor crecimiento se presenta entre los 20 y 30°C, mientras que a 5, 10 y 35°C se producía poco crecimiento, atribuyéndolo a la tensión hídrica causada por la absorción reducida del agua, tanto a temperaturas bajas como altas.

Temperatura mínima. Temperaturas inferiores a 5°C impiden el desarrollo del embrión en el frijol, mientras que las temperaturas de 10 a 15°C durante la imbibición inicial, puede dañar el eje embrionario y ocasionar la producción de plántulas anormales, teniendo influencia sobre la posterior evolución de las plántulas en el campo.

Temperatura máxima. Temperaturas arriba de 40°C detienen el desarrollo del embrión en algunas especies, si ya se había iniciado, impiden el crecimiento de las pequeñas plántulas. Asimismo, temperaturas superiores a la máxima, ocasionan un descenso en la velocidad de germinación y lar-

gas exposiciones daña el embrión provocando su muerte. La temperatura máxima para la germinación del frijol es de 37°C (Diehl, 1973).

2.3.2. Clima

Para el frijol, los requisitos de clima difieren mucho de acuerdo con las especies.

- Frijol común. Se desarrolla bien en regiones templadas y tropicales con lluvias entre los 700 y 1500 mm anuales en promedio. Esta especie no es resistente a las heladas. Las lluvias excesivas durante la floración, pueden provocar la caída de las flores.
- Frijol tepary. Esta especie se adapta bien a las regiones áridas. Soporta climas calurosos secos. No tolera heladas, generalmente no se adapta a las zonas tropicales con lluvias abundantes.
- Frijol ayocote. Es una especie de regiones tropicales altas con lluvias abundantes y un alto porcentaje de humedad. Aunque es una especie que crece en veranos fríos, no soporta las heladas. Por esto, y por que florecen días largos, se cultiva como una planta anual en climas templados.

2.3.3. Suelo

El frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco-limosa a ligeramente arenosa, pero tolera bien suelos franco-arcillosos. El frijol crece bien en suelos con un pH entre 5.5 a 6.5.

Los suelos pesados son compactos y con las lluvias se forman costras impermeables que impiden el proceso de germinación.

007004

Los suelos con un alto contenido de materia orgánica pueden favorecer un excesivo crecimiento vegetativo de la plántula, en perjuicio de su producción de semillas o vainas (SEP, 1983).

2.3.4. Fotoperíodo

Esta planta requiere una corta duración del período de la luz, siendo la mayoría de las variedades que existen actualmente, indiferentes a éste.

Algunos genotipos que se cultivan en lugares de día largo, se ven afectados en forma directa en el rendimiento, ya que se provoca un abundante desarrollo vegetativo, disminuyendo el desarrollo reproductivo (Ramírez, 1981).

2.4. Crecimiento y Desarrollo

2.4.1. Germinación

En el frijol, después de la aparición o protrusión, la radícula y el hipocotilo se alargan y se arquean. Al crecer el hipocotilio, se endereza y levanta ambos cotiledones en el aire, entre tanto la plúmula, ya que está entre los cotiledones, ha empezado a crecer y origina las hojas verdaderas y la porción del tallo que hay sobre los cotiledones. Para emerger del suelo, los cotiledones y la plúmula del frijol no son empujados por el hipocotilo sino que ésta al crecer tira de ellos. Así se evita el daño del ápice vegetativo. Este y otros mecanismos protectores del ápice del tallo, son comunes en la germinación de las semillas (Sinnot, 1965, Wilson, 1968 y Greolouch, 1976).

2.4.2. Concepto de crecimiento

Miller (1967) y Raven (1975) señalan que el crecimiento es un aumento irreversible y puede ser logrado de diferentes maneras; por división celular, por incremento de peso y tamaño sin división celular, o también por la absorción de agua.

Meyer (1972) considera al crecimiento como un sistema coordinado de subprocesos en un organismo viviente, aumentando el desarrollo de sus nuevos órganos y tejidos constitutivos.

Por su parte Wilson (1969) define crecimiento, como el aumento del número y el tamaño de las células en un organismo, es decir, el aumento del tamaño del ser vivo, también comprende el crecimiento, la asimilación, la formación del protoplasma nuevo, la modificación continua de tamaño y el crecimiento del peso, ya sea de toda la planta, o bien de alguno de sus órganos o tejidos.

2.4.3. Hábito de crecimiento

El hábito de crecimiento es definido por Solórzano (1982) como el porte aéreo y apariencia externa de una planta en un medio específico. Otros autores al hablar del hábito en el frijol, basan su descripción principalmente en la forma de crecimiento de la planta, tamaño de guía y capacidad de ésta para trepar.

Cárdenas 1951, (citado por Solórzano, 1982) clasifica el hábito en cinco tipos, tomando en cuenta el tamaño de la guía o altura de planta. Así, señala que las plantas pueden ser de mata (0-15cm), media guía corta (20-60 cm), media guía larga (65-90 cm), guía corta (100-130 cm) y guía larga (135 cm o más).

Tanaka y Fujita (1979) según Solórzano indican que las variedades de frijol utilizadas en su investigación en Japón, se clasifican respecto a su hábito en tres tipos: determinados, semideterminados e indeterminados.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en la Unidad de Recursos Genéticos tomando como criterio la forma de crecimiento, longitud de guía y capacidad de ésta para trepar, reconoce cinco tipos de hábito: 1. Crecimiento determinado (tipo mata); 2. Crecimiento indeterminado de guía erecta corta (arbustivo); 3. Crecimiento indeterminado de guía corta postrada (sin capacidad para trepar); 4) Crecimiento indeterminado de guía media (media capacidad para trepar) y 5. Crecimiento indeterminado de guía larga (con capacidad fuerte para trepar).

En relación a esto, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), maneja cuatro tipos (Ospina et al., 1980):

- Tipo I determinado arbustivo
- Tipo II indeterminado arbustivo
- Tipo III indeterminado postrado
- Tipo IV indeterminado y trepador

Las características sobresalientes de la clasificación de Solórzano (1982), son las siguientes:

- Tipo I determinado, planta erecta de 5-7 nudos, 9-22 ramas y una altura de 16 a 32 cm.
- Tipo II indeterminado, planta erecta de 16-23 nudos, 11-15 ramas guía corta sin capacidad para trepar y altura de 52-76 cm
- Tipo IIIa indeterminado, planta postrada, 17-26 nudos, de 8-20 ra-

mas de 62-98 cm de altura y guía sin capacidad para trepar.

Tipo IIIb indeterminado, de 25-35 nudos, 15-32 ramas, 100-20 cm de altura y guía con capacidad para trepar.

Tipo IIIc indeterminado, de 23-33 nudos, 6-9 ramas, 110-290 cm de altura y guías con capacidad para trepar.

Tipo IV indeterminado, de 35-45 nudos, 28-56 ramas, 260-400 cm de altura y guías con bastante capacidad para trepar.

La clasificación del INIA es intermedia entre las que usa CIAT y las descritas por Solórzano (1982), pues contienen los cuatro tipos del CIAT e incluyen los tipos IIIa y IIIb de Solórzano.

2.4.4. Establecimiento del cultivo

Maiti (1983) afirma que el establecimiento de los cultivos se define como la suma de todas las etapas de desarrollo del cultivo desde su siembra hasta su cosecha. En el cual se distinguen dos fases: I) Etapa que comprende desde la siembra hasta la emergencia y II) De la emergencia a la cosecha. Y considera que la Fase I es la que tiene mayor influencia sobre la producción final del cultivo.

Los factores que influyen en la primera fase en el establecimiento de cultivos, se dividen en dos etapas, siendo como se muestra enseguida:

Etapa	Factores
I Germinación:	a) Viabilidad; b) Humedad del suelo; c) Plagas y enfermedades del suelo
II Emergencia:	a) Humedad del suelo; b) Profundidad de siembra; c) Temperatura; d) Encostramiento; e) salinidad; f) Plagas y enfermedades y g) Vigor de planta.

2.5. Trabajos Similares

Maiti et al. (1983) en su trabajo en la evaluación de la clasificación visual para el vigor de la plántula en el sorgo, hace énfasis en la clasificación visual para el vigor de la plántula, él considera, parece ser un método más eficiente para la determinación del vigor de la plántula que el método más laborioso por la medición directa del peso seco y del área foliar.

Maiti (1985) en su trabajo; "El Establecimiento de los Cultivos en el Trópico Semiárido del Noreste de México", señala que en las técnicas para evaluar el establecimiento del cultivo es necesario saber cómo se comporta la semilla en la imbibición y vigor, para así identificar genotipos capaces de germinar bajo diferentes condiciones.

Cunha et al. (1980) efectúan un estudio en la influencia de la densidad de la semilla de frijol en la germinación y el vigor de la planta. Resumiendo que se separaron semillas de frijoles Rico 23 en 4 clases de acuerdo con su densidad utilizando soluciones de sacarosa con densidad de 1225, 1250, 1275, 1300 y 1325. Las semillas de cuatro clases de densidades y aquellas no seleccionadas (tratamiento testigo) se sembraron en suelo arenoso. El objetivo fue determinar el vigor a través del número de plantas. Los resultados de los análisis llevados a cabo en las condiciones predominantes permitieron concluir que las semillas con densidades por encima de 1275, son más vigorosas debido a que presentaron mayor capacidad de germinación, emergencia más rápida y dieron origen a plantas más vigorosas de mayor productividad.

Varriano-Marston et al. (1981) realizaron un trabajo de investigación sobre el almacenamiento, absorción de agua, germinación, estructura celular y cocción en frijol. Donde indican se hizo un seguimiento del modo de penetración del agua en el frijol envejecido, y determinaron las características estructurales del frijol negro, fresco y almacenado, en su estado seco, durante la imbibición y después de la cocción. El frijol negro almacenado a las altas temperaturas (42°C) y humedades (75 y 100%) durante períodos cortos, mostró alteraciones en los enlaces entre el plasmalema y la pared celular, así como desintegración de orgánulos e inclusiones del citoplasma. Aunque dichos cambios estructurales no afectaron el modo de penetración del agua en frijol envejecido, según se determinó mediante autorradiografía, las micrografías electrónicas revelaron claramente diferencias estructurales entre el frijol fresco y envejecido, durante la imbibición.

Datta y Maiti (1968) elaboran un estudio de la testa de la semilla en 10 papilionaceas en donde señalan la existencia de macro y microescleroides y una capa epidermal en la superficie de la misma; hacen hincapié en los diferentes tamaños, formas y disposiciones en su posible relación para diferencias las especies en base a esto. Las especies fueron: Dolichos lablab L., Cajanus cajan L., Lathyrus sativus L., Cicer arietinum L., Pisum sativum L., Vigna catjang Walp., Glycine soja Sieb., Phaseolus aureus L., P. mungo L., Lens esculenta M.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El presente trabajo se realizó en uno de los Laboratorios del Campo Agropecuario Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, ubicado en el Municipio de Marín, N.L., durante el ciclo Primavera-Verano de 1986.

Su situación geográfica es de 24°23' Latitud Norte y de 100°03' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich con una altura de 367.3 msnm.

3.2. Material

Este trabajo consistió de seis experimentos, los cuales fueron estudiados individualmente para su análisis, siendo los siguientes: vigor de la planta, imbibición de la semilla, tamaño y peso al 12% de humedad de la semilla, maceración química de la testa; corte seccional transversal de la testa; y cocción de semillas.

3.2.1. Material genético

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Canario 101 | 10. LEF-1-R-B |
| 2. Canario 72 | 11. Marco Vinicio |
| 3. Bayo Baranda | 12. Jamapa |
| 4. Canario Castillo | 13. LEF-6-R-B |
| 5. II-386-Mr-Mr-2-M | 14. Ciateño |
| 6. Black Valentine | 15. Agrarista |
| 7. II-386-Mr-Mr-10-M | 16. Pinto Norteño |
| 8. II-386-Mr-Mr-21-M | 17. Pinto Americano |
| 9. Pinto Laguna | 18. Negro Galeana |

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| 19. Pinamerpa | 30. Bayo Ojuelos Jalisco |
| 20. LEF-FAUANL-400-3 | 31. Negro Brillante |
| 21. Toche 440 | 32. Negro Criollo |
| 22. Mantequilla Tropical | 33. Ojo de Cabra Pablillo |
| 23. Selección #4 | 34. Flor de Mayo Pablillo |
| 24. Delicias 71 | 35. Bayo Gordo Pinos Zacatecas |
| 25. Frijol Ayocote* | 36. Bayo Pastilla |
| 26. LEF-25-R-B | 37. Agramejo |
| 27. Pinto Mexicano | 38. Bayo 107 |
| 28. II-248-4-1-2-1-1-1 | 39. PHAACU 102 |
| 29. Frijol piquín | 40. PHAACU 125 <u>P. acutifolius</u> |
- (*) P. coccineus

3.2.2. Material instrumental y sustancias para:

3.2.2.1. Vigor de la plántula

- Estufa de secado
- Balanza analítica
- Papel secante
- Agua destilada
- 160 bolsas de papel (15 x 40 cm)
- 160 bolsas de papel (6 x 11 cm)
- 1 regla para medir (30 cm)
- 1 cinta para medir (2 m)
- 40 hojas de papel Bond de color blanco

3.2.2.2. Imbibición de la semilla

- 120 cajas petri
- Estufa de secado

- Balanza analítica
- , Papel secante
- Agua destilada
- 120 bolsas de papel (6 x 11 cm)

3.2.2.3. Tamaño y peso al 12% de humedad de la semilla

- Nonio o Vernier (pie de rey)
- 40 bolsas de papel (9 x 16 cm)
- Balanza analítica

3.2.2.4. Maceración química de la testa

- Microscopio óptico con aditamento para fotografía
- Micrómetro
- 40 tubos de ensaye
- Estufa de secado
- 40 porta objetos
- 1 rollo fotográfico
- Papel secante
- 80 ml de ácido crómico al 10%
- 80 ml de ácido nítrico al 10%
- Safranina 20 ml
- Glicerina 60 ml
- Agua destilada
- Reloj de pulso
- 40 bolsas de papel (6 x 11 cm)
- Algodón
- Aguja de disección
- Alcohol

3.2.2.5. Corte seccional transversal de la testa

- Microscopio óptico con aditamento para fotografía
- Micrómetro
- 40 frascos de gerber
- Estufa de secado
- 40 porta y cubre objetos
- Papel secante
- 1 rollo fotográfico
- Resina
- Agua destilada
- 40 bolsas de papel (6 x 11 cm)
- Algodón
- 10 Navajas
- Xilol
- Aguja de disección.

3.2.2.6. Cocción de semillas

- Vaso de precipitado
- Cuchara sopera
- 4 ollas de peltre con tapa de tamaño mediano
- Reloj de pulso
- Estufa de gas butano
- 40 bolsas de papel (9 x 16 cm)

3.3. Metodología para

3.3.1. El vigor de la plántula

En un almácigo de 1.2 m de ancho por 2.2 m de largo, los materiales genéticos se sembraron bajo las mismas condiciones, generándose un Diseño

Completamente al Azar con cuatro repeticiones, donde los tratamientos son cada uno de los materiales genéticos mencionados anteriormente, y la unidad experimental dos semillas. Las variables a medir fueron: altura de la planta, altura del hipocotilo, altura del epicotilo, área foliar de los cotiledones y peso seco a los 15 días después de la germinación.

Para la medición de la altura del hipocotilo, epicotilo y la altura de la planta se hizo con regla de 30 cm para el área foliar se utilizó el método gravimétrico que consiste en: pesar en balanza analítica cierta área conocida de papel (1 cm^2); posteriormente se dibujó la estructura (en este caso las hojas cotiledonares) en el papel del mismo material; recortandose, pesando en la balanza analítica para después realizar la siguiente operación.

$$\begin{array}{r}
 1 \text{ cm}^2 \text{ de papel} \text{ -----} \quad .2240 \text{ g} \\
 X = ? \quad \text{-----} \quad .6720 \text{ g} \\
 X = 3 \text{ cm}^2 \text{ de área foliar}
 \end{array}$$

Donde:

X = equivale al dibujo de las hojas en el papel.

Para obtener el peso seco, se pusieron las plántulas de cada material genético en bolsas de papel y éstas en la estufa de secado a una temperatura de 70 a 80°C por un lapso de 24 horas, posteriormente se pesaron en la balanza analítica.

3.3.2. Imbibición de la semilla

De los cuarenta materiales, se seleccionaron 120 semillas, éstas posteriormente fueron divididas en grupos de 10, formando así 12 grupos. Cada uno de éstos últimos fue puesto en una balanza analítica para después

pasarlas a cajas petri, donde se les agregó agua destilada. Durante 5 hr permanecieron en la estufa de secado a diversas temperaturas. Primeramente, cada grupo de 10 semillas constituyó la unidad experimental, todas las unidades experimentales fueron puestas a 25°C. Después de este tiempo se extrajeron y se evaluó la cantidad de agua imbibida. Se siguió el mismo procedimiento para las otras temperaturas (30, 35 y 40°C). La fórmula para calcular el porcentaje de agua imbibida es la siguiente:

$$\% \text{ de agua} = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

Donde:

Ps = Peso de las semillas secas

Ph = Peso de las semillas imbibidas

El diseño experimental fue un completamente al azar con arreglo en parcelas divididas, en donde la parcela grande fue la temperatura (25, 30, 35 y 40°C) y la parcela chica fue cada material genético, con tres repeticiones.

3.3.3. Tamaño y peso al 12% de humedad de la semilla.

De cada material genético se midieron 25 semillas, el largo, ancho y diámetro. Para hacer estas mediciones, se utilizó el vernier.

De cada material genético fueron pesadas 100 semillas en la balanza analítica.

3.4. Maceración Química de la Testa

Se obtuvo la testa (cáscara) de tres semillas de cada uno de los materiales genéticos y fueron colocadas en tubos de ensaye, agregando pos-

teriormente 3 ml de ácido nítrico y crómico al 10%, e inmediatamente fueron introducidas a la estufa de secado donde permanecieron durante 24 hr algunos debido a su testa blanda, sólo 13 hr a temperatura de 60°C.

A la pasta formada en los tubos de ensaye agregamos un poco de agua, enseguida procedimos a poner parte de la maceración en un porta objetos, para aplicar glicerina y un poco de safranina (tinción), después, encima del porta objetos se colocó un cubreobjetos, con la ayuda del microcopio y micrómetro se obtuvo el tamaño (largo y ancho) de macro y microescleroidas.

3.3.5. Corte seccional transversal de la testa

De cada material genético, seleccionamos cinco semillas colocándolas en frascos de gerber previamente contenían agua, los cuales se introdujeron a la estufa de secado por tres horas a una temperatura de 55 a 60°C. Posteriormente, se extrajeron de la estufa para proceder a hacer cortes transversales de la testa con navajas de afeitar, enseguida procedimos a poner de 3 a 7 cortes en un portaobjetos añadiéndole resina y colocándole el cubreobjetos, con ayuda del microscopio y el micrómetro, se tomó la medida del grosor de la testa y de la epidermis.

3.3.6. Cocción de las semillas

Se pusieron a cocer 100 g de semilla de cada uno de los materiales en ollas de peltre a una temperatura constante.

Para determinar si ya estaban cocidas las semillas, se observó sólo diferencias en el tacto, esto es, ejerciendo presión con los dedos índice y pulgar.

Aquí la variable a medir fue el tiempo de duración para la cocción.

CUADRO. 1. Número de orden de los genotipos, nombre, hábito de crecimiento y período de cosecha. Según datos del PMMFyS de la FAUANL.

Orden	Nombre del Genotipo	Hábito de Crecimiento	Período de Cosecha
01	Canario 101	I	MP-84
02	Canario 72	II	MV-83
03	Bayo Baranda	IV-V	MV-84
04	Canario Castillo	I	MV-85
05	II-386-M-M-2-M	I	MP-84
06	Black Valentine	III	MP-81
07	II-386-Mr-Mr-10M	I	MV-85
08	II-386-Mr-Mr-2-M	I	MV-85
09	Pinto Laguna	III	MP-84
10	LEF-1-R-B	II	MV-85
11	Marco Vinicio	II	MV-85
12	Jamapa	II	MV-85
13	LEF-G-R-B	II	MP-84
14	Ciateño	II	MV-84
15	Agrarista	II	MV-85
16	Pinto Norteño	II	MV-85
17	Pinto Americano	II	MV-85
18	Negro Galeana	II	MV-85
19	Pinamerpa	II	MP-84
20	LEF-FAUANL-400-3	III	MV-85
21	Toche	III	MV-85
22	Mantequilla Tropical	III	MV-85
22	Selección #4	II-III	MV-85
24	Delicias 71	II-III	MP-84
25	Frijol Ayocote	IV	MP-83
26	LEF-25-R-B	III	MV-85
27	Pinto Mexicano 80	II-III	MV-85
28	II-248-4-1-2-1-1-1	II	MP-84
29	F. Piquín	IV	MV-85
30	Bayo Ojuelos Jalisco	IV	MV-85
31	Negro Brillante	V	MV-85
32	Negro Criollo	V	MV-85
33	Ojo de Cabra Pablillo	IV	MV-85
34	Flor de Mayo Pablillo	IV	MV-85
35	Bayo Gordo Pinos Zacatecas	IV	MV-85
36	Bayo Pastilla	IV	MV-85
37	Agramejo	IV	MP-84
38	Bayo 107	IV	MV-85
39	PHAACU 102	II-III	MV-85
40	PHAACU 125	II-III	MV-85

IV. RESULTADOS

Con el propósito de lograr una mayor claridad de este trabajo, los resultados obtenidos se presentan por experimentos, siguiendo la misma secuencia del capítulo Materiales y Métodos. Los materiales genéticos son mostrados en el Cuadro 1 por orden de genotipos y nombre de cada uno de éstos, así como el tipo de hábito de crecimiento, la época y año en que fueron cosechados.

4.1. Vigor de la Plántula

El Cuadro 2 muestra un resumen de resultados de los análisis de varianza efectuados para las cinco variables estudiadas, como apreciamos, existió diferencia altamente significativa en altura de la planta ($P < 0.01$), significancia ($P < 0.05$) para peso seco, las demás variables no resultaron significativas.

Fue necesario hacer la comparación de medias por el método de Duncan en ambas variables, cuyos resultados son presentados en el Cuadro 3. En dicho cuadro puede observarse que para altura de la planta se formaron siete grupos, siendo el primero de 9.13 a 5.6 cm, de 8.6 a 4.8 cm; el segundo de 8.05 a 4.96 cm; el tercero de 8.03 a 4.88 cm, el cuarto de 8 a 4.67 cm, el quinto de 7.3 a 3.83 cm, el sexto de 6.6 a 3.47 cm, el séptimo, donde el grupo mayor es el segundo conteniendo 33 genotipos. Sin embargo, los materiales Bayo Ojuelos Jalisco y Mantequilla Tropical con valores de 9.13 y 3.47 cm respectivamente corresponden al mayor y menor promedio de esta variable; la variable peso seco sólo formó cinco grupos, donde el primero va de .4373 g a 2.118 g, el segundo de .3792 a .1294 g, de .3665 a .1264 el tercero, de .3336 a .1048 g el cuarto, el quinto de

CUADRO 2. Resumen de los análisis de varianza y coeficientes de variación del diseño completamente al azar de cinco características para el vigor de la plántula de frijol.

Variable	C.M. Genotipos	C.M.E.	Significancia	Media General	% de C.V.
Epocotilo	1.6357	1.1984	N.S.	1.6328	59.60225
Hipocotilo	2.7565	1.8367	N.S.	6.0234	22.4974
Altura de la Planta	5.9871	3.0329	**	6.0781	28.65241
Peso seco	2036282.0	1256373.5	*	2327.6496	48.15504
Area foliar Cotiledonar	156.5275	116.656	N.S.	19.2029	56.24551

$$\% \text{ C.V. } = \frac{\text{C.M.E.}}{\text{Media General}} \times 100$$

CUADRO 3. Presentación de medias y resultados de la prueba de Duncan para peso seco y altura de la planta. Experimento de vigor de plántula en frijol.

Media Alt. de Plant.	Genotipo	Media Peso seco	Genotipo
9.1333	30	.4373	35
8.6000	33	.3792	33
8.0500	03	.3665	20
8.0300	08	.3336	08
8.0000	04	.3228	30
7.8000	31	.3194	31
7.3750	36	.3077	02
7.3000	32	.2984	07
7.1500	09	.2893	04
6.8750	07	.2932	26
6.8500	16	.2899	13
6.7600	40	.2895	36
6.6667	13	.2634	05
6.6000	10	.2602	28
6.4500	17	.2585	38
6.3333	37	.2551	17
6.2500	28	.2545	37
6.2250	02	.2533	09
6.1500	05	.2458	32
6.1333	26	.2434	10
5.9000	14	.2397	18
5.7250	34	.2370	14
5.6750	19	.2211	19
5.6000	20	.2202	16
5.4500	18	.2190	21
5.4250	12	.2118	34
5.4000	38	.2101	39
5.3000	21	.1944	22
5.2333	39	.1577	27
5.2000	35	.1537	12
5.1750	23	.1530	46
4.9667	27	.1520	03
4.8750	01	.1518	23
4.8500	25	.1394	15
4.6750	15	.1349	24
4.2250	24	.1271	29
3.9000	29	.1264	25
3.8333	11	.1178	01
3.4750	22	.1098	11
3.4560	06	.1008	06

CUADRO 4. Análisis de varianza para la imbibición de las semillas en un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas.

F. de V.	G. de L.	S. de C.	C.M.	F. cal.	F. teo.
Media	1	1.512343.1			
Temperatura (T)	3	44308.7	14,769.56	16.97	4.76 **
Error (a)	6	5220.1	870.0		
Genotipos (G)	39	341841.6	8765.1	135.88	1.42 **
Interacción TxG	117	42777.9	365.6	5.656	1.30 **
Error (b)	314	20255.6	64.5		
T o t a l		1,966838.0			

CUADRO 5. Comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa (Tukey) para la imbibición de las semillas.

P.Ch. Genotipo	\bar{X} 30°C	Comparación de Medias con Tukey	P.Ch. Genotipo	X 25°C	Comparación de Medias con Tukey
28	116.9	a	28	126.3	a
06	101.4	a b	01	106.5	a b
01	101.1	a b c	37	102.7	b c
16	95.7	a b c	14	99.3	b c d
37	91.6	a b c d	16	96.8	b c d
14	76.4	c d e	09	94.1	b c d
12	70.9	d e f	20	89.1	b c d e
02	60.8	e f g	26	82.1	c d e f
22	57.9	e f g	06	80.2	c d e f g
18	55.6	e f g	12	76.8	d e f g h
40	54.7	e f g	15	76.6	d e f g h
24	54.6	e f g h	40	69.9	e f g h i
34	49.4	f g h i	18	68.0	e f g h i
26	48.3	f g h i	24	61.1	f g h i j
08	48.1	f g h i	23	60.1	f g h i j k
17	47.7	f g h i	08	60.0	f g h i j k
07	47.6	f g h i	39	57.0	f g h i j k
20	44.3	f g h i	02	57.8	f g h i j k
21	44.0	f g h i	17	56.1	f g h i j k
23	42.1	f g h i	21	54.5	f g h i j k
32	41.7	f g h i	22	52.4	f g h i j k l
25	40.9	f g h i	13	52.3	f g h i j k l
15	40.6	f g h i	07	51.8	f g h i j k l m
57	40.1	f g h i	34	50.8	f g h i j k l m
29	39.9	f g h i	25	49.8	f g h i j k l m n
38	39.8	f g h i	19	47.0	f g h i j k l m n
09	38.5	f g h i	29	40.7	f g h i j k l m n o
39	37.6	f g h i	32	40.7	f g h i j k l m n o p
10	33.4	f g h i	31	38.0	f g h i j k l m n o p r
19	30.4	f g h i	10	37.0	f g h i j k l m n o p r r
04	21.6	f g h i	27	30.0	f g h i j k l m n o p r r r
13	20.0	f g h i	04	28.8	f g h i j k l m n o p r r r
11	19.6	f g h i	36	24.7	f g h i j k l m n o p r r r
31	17.6	f g h i	05	23.3	f g h i j k l m n o p r r r
03	16.4	f g h i	03	22.3	f g h i j k l m n o p r r r
33	9.7	f g h i	35	22.3	f g h i j k l m n o p r r r
36	7.1	f g h i	38	22.3	f g h i j k l m n o p r r r
35	6.4	f g h i	11	21.9	f g h i j k l m n o p r r
05	4.5	f g h i	33	16.9	f g h i j k l m n o p r r
30	4.5	f g h i	30	10.6	f g h i j k l m n o p r r

Continúa Cuadro 5.

P.Ch. Genotipo	X̄ 40°C	Comparación de		P.Ch. Genotipo	X̄ 35°C	Comparación de	
		Medias con Tukey	Medias con Tukey			Medias con Tukey	Medias con Tukey
28	151.0 a			28	123.3 a		
09	115.6	b		06	108.1 a b		
37	114.4	b		01	10.68 a b c		
01	110.0	b c		14	99.9 b c d		
12	108.4	b c d		08	87.6 c d e		
16	106.3	b c d		16	83.5 c d e f		
06	104.1	b c d e		37	82.8 d e f g		
26	102.4	b c d e f		15	74.9 e f g h		
14	98.6	b c d e f g		12	74.0 e f g h i		
39	90.9	c d e f g h		09	73.5 e f g h i j		
02	90.7	c d e f g h i		20	63.7 e f g h i j k		
40	87.5	c d e f g h i j		02	63.2 e f g h i j k l		
24	85.6	c d e f g h i j k		23	60.1 e f g h i j k l m		
29	85.4	d e f g h i j k l		18	59.6 e f g h i j k l m n		
22	81.2	e f g h i j k l m		17	55.2 e f g h i j k l m n o		
36	76.9	f g h i j k l m n		24	55.1 e f g h i j k l m n o p		
27	73.7	g h i j k l m n o		22	54.2 e f g h i j k l m n o p q		
23	71.4	h i j k l m n o p		25	54.1 e f g h i j k l m n o p q r		
19	70.0	i j k l m n o p q		40	52.9 e f g h i j k l m n o p q r s		
13	69.6	j k l m n o p q r		29	51.5 e f g h i j k l m n o p q r s t		
20	66.6	k l m n o p q r s		26	50.8 e f g h i j k l m n o p q r s t u		
17	65.6	l m n o p q r s t		34	43.1 e f g h i j k l m n o p q r s t u v		
10	64.5	m n o p q r s t u		39	41.7 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w		
30	64.3	n o p q r s t u v		07	41.0 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x		
07	63.3	o p q r s t u v w		11	37.0 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y		
21	62.8	p q r s t u v w x		21	34.2 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
08	62.5	q r s t u v w x y		13	33.6 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
15	60.6	r s t u v w x y z		04	30.7 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
25	58.3	s t u v w x y z		38	30.6 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
18	56.5	t u v w x y z		19	29.6 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
31	34.3	u v w x y z		32	27.0 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
11	50.7	v w x y z		03	25.9 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
33	45.5	w x y z		31	25.6 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
04	43.1	x y z		35	21.5 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
03	40.1	y z		27	20.1 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
32	39.4	z		33	19.3 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
05	36.1			10	16.9 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
38	29.1			30	15.3 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
35	20.9			05	12.5 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		
36	15.2			36	3.0 e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z		

CUADRO 6. Análisis de regresión en la imbibición de las semillas para el efecto de la temperatura.

Genotipo	% de γ^2	M o d e l o		$\beta_2 t^2$	F. cal.	F tab.	Signific
		β_0	$\beta_1 t$				
01	85.15	186.8489	-5.5099	.89998	2.86765	20.0	N.S.
02	95.84	247.1964	-13.5597	.23999	11.53029	20.0	N.S.
03	98.70	200.0128	-12.3898	.209997	38.0981	20.0	**
04	97.15	200.3975	-11.9798	.199997	17.0664	20.0	N.S.
05	11.44	-248.2517	15.6350	.20709	.12925	19.0	N.S.
06	68.23	50.2142	1.4142	.259995	2.14793	16.1	N.S.
07	82.62	297.4957	-16.2997	.129996	2.37757	20.0	N.S.
08	17.83	-98.2458	9.3492	.979987	.10850	20.0	N.S.
09	89.09	1020.787	-61.7391	.519991	4.08294	20.0	N.S.
10	74.32	528.8912	-32.5194	.149998	1.4476	20.0	N.S.
11	95.10	117.2484	-7.6498	.599990	9.7198	20.0	N.S.
12	90.06	-427.9898	34.9993	.079991	4.5309	20.0	N.S.
13	98.25	698.8908	-42.9194	.219998	28.0977	20.0	**
14							
15	15.81	297.0988	-14.5799	.239995	.09390	20.0	N.S.
16	60.22	329.2956	-15.2392	.189997	.75705	20.0	N.S.
17	93.08	227.7475	-11.6498	.09999	6.73261	20.0	N.S.
18	72.57	182.7989	-7.13992	.57999	1.32290	20.0	N.S.
19	96.94	594.2415	-36.3394	.37999	15.8546	20.0	N.S.
20	68.65	589.9941	-32.1996	.21999	1.0952	20.0	N.S.
21	83.70	428.8939	-24.4196	.25999	2.5675	20.0	N.S.
22	86.77	231.8963	-12.6197	.36999	3.2810	20.0	N.S.
23	78.63	322.3464	-17.8297	.42999	1.8404	20.0	N.S.
24	96.50	395.5440	-22.5896	.859987	13.7986	20.0	N.S.
25	96.84	72.6995	-1.9599	.42999	15.3330	20.0	N.S.
26	99.52	911.6874	-54.6592	.37999	103.841	20.0	**
27	66.56	410.6421	-25.7695	.34999	.9956	20.0	N.S.
28	99.88	465.1941	-23.0596	.54999	432.416	20.0	**
29	99.70	316.9446	-19.8096	.499993	170.978	20.0	**
30	99.03	474.5426	-32.2895	.109997	51.057	20.0	**
31	99.59	509.5931	-31.3795	.329995	121.82	20.0	**
32	34.71	160.5470	-7.4898	.339994	.2654	20.0	N.S.
33	99.99	297.4456	-19.5097	.149998	6936.26	20.0	**
34	84.99	356.1947	-20.6596	.28999	2.8314	20.0	N.S.
35	35.31	165.1486	-9.5694	.42999	.27297	20.0	N.S.
36	99.82	329.6456	-19.4697	.17999	248.80	20.0	**
37	86.76	520.4432	-27.4095	.68999	3.278	20.0	N.S.
38	60.91	-162.2980	11.9398	.49999	.7629	20.0	N.S.
39	98.73	696.5403	-42.7893	.49999	38.98	20.0	**
40	96.34	544.1921	-31.4595		13.19	20.0	N.S.

de .3228 a .1178 g, siendo los grupos mayores el segundo y cuarto, conteniendo cada uno 37 genotipos. Los promedios mayor y menor, .4373 y .1048 gramos, corresponden a los genotipos Bayo Gordo Pinos Zacatecas y Marco Vinicio, respectivamente.

4.2. Imbibición de las Semillas

El Cuadro 4 presenta el análisis de varianza para la imbibición de la semilla, notándose en él que la temperatura, los genotipos y la interacción temperatura-genotipo obtuvieron alta significancia ($P < 0.01$). Los resultados anteriores indican que el efecto de la temperatura en la imbibición de las semillas es diferente en cada uno de los genotipos. De acuerdo con esto, se procedió a efectuar una comparación de medias y un análisis de regresión, ambos fueron necesarios para interpretar mejor los resultados.

La comparación de medias para los tratamientos en cada temperatura, son presentados en el Cuadro 5, aquí se aprecia claramente que a la temperatura de 40°C se formaron 20 grupos diferentes; a 35°C 19; a 30°C 15 y a 25°C 17. También se puede visualizar al material 28 (II-248-4-1-2-1-1) como el de mayor porcentaje de agua imbibida a las cuatro temperaturas, de igual manera, el material 5 (II-386-Mr-Mr-2-M) casi siempre fue el más bajo. Los genotipos más sobresalientes en mayor porcentaje de agua imbibida a las cuatro temperaturas son el 1, 12, 14, 16 y 37, los genotipos menos sobresalientes son el 3, 33, 35 y 36.

Los análisis de regresión de cada genotipo para ver el efecto de la temperatura son presentados en el Cuadro 6, observándose solo significancia estadística en los genotipos 3, 13, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 36 y 39.

CUADRO 7. Tamaño de la semilla (mm), 40 genotipos con media, varianza y desviación estandar, tomada de 25 semillas.

Genotipo	Largo			Ancho			Diámetro		
	\bar{X}	S	S	\bar{X}	S	S	\bar{X}	S	S
01	125.1	224	14.9	090.2	31.4	5.6	52.1	33.8	5.8
02	135.8	102	10.1	069.9	27.0	5.1	51.0	29.2	5.4
03	113.2	84.8	9.2	078.2	58.9	7.6	56.8	20.5	4.5
04	122.9	617.5	24.8	069.8	26.1	5.1	50.8	18.4	4.2
05	140.6	170.4	13.0	075.2	37.8	6.1	37.2	39.0	6.2
06	136.4	201.4	14.2	070.5	29.9	5.4	54.7	25.4	5.0
07	136.8	182.5	13.5	077.7	37.6	6.1	59.2	43.0	6.3
08	144.2	149.3	12.2	078.4	25.5	5.0	61.8	40.2	6.3
09	116.0	127.7	11.3	069.7	18.7	4.3	56.2	30.4	5.5
10	098.0	25.5	5.0	060.8	10.7	3.7	46.2	5.6	2.3
11	101.1	33.7	5.8	061.6	8.9	2.9	48.3	28.3	5.3
12	091.8	95.3	9.7	060.6	27.3	5.2	43.9	19.2	4.4
13	100.4	84.3	9.1	063.5	8.8	2.9	49.1	16.2	4.0
14	092.8	59.4	7.7	039.0	11.7	3.4	41.9	13.7	3.7
15	100.1	55.1	7.4	059.1	6.9	2.6	44.7	12.2	3.4
16	098.2	80.2	8.9	061.6	11.7	3.4	46.9	34.1	5.8
17	120.8	61.2	7.8	079.0	23.8	4.8	50.2	30.0	5.7
18	099.4	120.6	10.9	063.3	15.9	3.9	47.0	16.7	4.0
19	114.6	505.4	22.4	076.3	41.9	6.4	35.9	22.7	4.7
20	132.5	187.5	13.6	076.6	37.8	6.1	57.4	33.9	5.8
21	124.1	132.0	11.5	072.6	10.9	3.3	51.7	20.9	4.5
22	108.7	172.2	13.1	065.5	35.5	5.9	51.1	28.9	5.3
23	101.9	42.7	6.5	063.1	7.6	2.7	47.1	15.7	3.9
24	092.16	37.8	6.1	061.9	12.2	3.49	47.5	24.5	4.9
25	184.2	39.32	19.8	120.2	145.0	12.0	78.2	44.9	6.7
26	126.0	60.6	7.7	082.9	47.8	6.9	58.0	12.7	3.5
27	112.0	214.9	14.6	070.2	64.3	8.0	51.0	50.4	7.1
28	095.5	65.7	8.1	062.4	21.6	4.6	44.4	15.9	3.9
29	091.0	55.8	7.4	064.0	24.2	4.9	52.4	29.2	5.4
30	121.9	152.2	12.3	087.5	20.1	4.4	62.4	60.4	7.7
31	114.6	112.6	10.6	071.3	25.2	5.0	51.7	152.7	12.3
32	115.1	145.4	12.0	070.9	36.5	6.0	56.1	56.8	7.5
33	120.0	128.7	11.3	079.4	42.6	6.5	57.7	28.8	5.3
34	108.8	89.3	9.4	069.0	179.1	13.3	51.0	101.2	10.0
35	136.0	93.7	9.6	088.5	287.0	16.9	59.4	17.8	4.2
36	113.5	67.6	8.2	078.1	26.1	5.1	58.7	26.3	5.1
37	095.0	58.8	7.6	058.3	10.6	3.2	39.6	71.5	8.4
38	133.3	100.3	10.0	072.2	28.4	5.3	53.3	19.1	4.3
39	085.3	61.7	7.8	065.2	25.6	5.0	39.0	7.7	2.7
40	075.3	20.5	4.5	055.1	11.0	3.3	34.4	11.7	3.4

CUADRO 8. Tamaño de la semilla (mm) de los 40 genotipos con rango de ordenación de mayor a menor.

Genotipo	Tamaño (mm)			Grupos
	Largo	Ancho	Diámetro	
25	184.2	120.2	78.2	a
08	144.2	78.4	61.8	b
05	140.6	75.2	57.2	b
07	136.8	77.7	59.2	b
06	136.4	70.5	54.7	b
35	136.0	85.5	59.4	b
02	135.8	69.9	51.0	b
38	133.5	72.2	53.3	b
20	132.5	76.6	57.4	b
26	128.0	82.9	58.0	c
01	125.1	70.2	52.1	c
21	124.1	72.6	51.7	c
04	122.9	69.8	50.8	c
30	121.9	87.5	52.4	c
17	126.8	79.0	50.7	c
33	120.0	79.4	51.7	c
09	116.0	67.7	56.2	d
32	115.1	70.9	56.0	d
19	114.6	76.3	35.9	d
31	114.6	71.3	51.7	d
36	113.5	78.1	58.7d	d
03	112.2	78.2	56.8	d
27	112.0	70.2	51.0	d
34	108.8	69.0	51.0	e
22	108.7	65.5	51.1	e
23	101.9	63.1	47.1	e
11	101.1	61.6	48.3	e
13	100.4	63.5	49.1	e
15	100.1	69.1	44.7	e
18	99.4	63.3	47.0	f
16	98.2	51.6	49.1	f
10	98.0	60.8	46.2	f
28	95.5	62.4	44.4	f
37	95.0	58.3	39.6	f
14	92.8	39.1	44.7	f
24	92.1	61.9	47.5	f
12	91.8	60.6	43.9	f
29	91.0	64.0	52.4	f
39	85.3	65.2	39.0	g
40	75.3	55.1	34.4	h

CUADRO 9. Peso de 100 semillas (g) de cada genotipo, los cuales están ordenados por genotipo y por rango de mayor a menor peso.

Genotipo	Peso (g)	Grupos
25	110.71	a
35	049.07	b
07	047.60	b
08	046.65	b
05	045.67	b
20	041.32	b
30	040.07	b
02	038.49	c
32	037.51	c
33	037.05	c
26	036.72	c
38	034.22	c
17	034.15	c
21	033.96	c
06	033.71	c
19	033.71	c
36	031.88	c
04	031.67	c
31	030.56	c
09	029.81	d
01	027.46	d
03	027.36	d
27	027.00	d
22	026.88	d
34	025.03	d
13	024.05	d
29	023.99	d
11	023.56	d
16	022.60	d
10	021.40	d
23	020.11	d
18	019.87	e
24	019.87	e
12	018.68	e
15	018.55	e
28	016.52	e
37	016.25	e
39	015.41	e
14	014.12	e
40	009.32	f

Notándose un rango alto para el porcentaje de r^2 que va de 98.25 a 99.99% incluyendo solo genotipos con significancia estadística que es de índole cuadrática.

4.3. Tamaño de la Semilla y Peso al 12% de Humedad

Para el tamaño de la semilla se obtuvieron: largo, ancho y diámetro con su media, varianza y desviación estándar mostradas en el Cuadro 7.

En el Cuadro 8 el tamaño de la semilla se ordena por rango de mayor a menor tamaño en donde se establecieron ocho grupos, variando 10.6 mm de diferencia aproximadamente, en ese mismo orden, a excepción del primero con 40 mm. El grupo mayor en genotipos es el f con 9, teniendo un rango de 91.8 a 99.4 mm de largo. Los grupos menores en tamaño es el a (84.2 mm), g (85.3 mm) y el h (75.3 mm) teniendo un solo genotipo cada uno. En términos generales, a medida que disminuye el largo disminuye el ancho y diámetro de la semilla, por esta razón solo se tomó como criterio el largo.

El peso de las semillas está indicado en el Cuadro 9, donde el genotipo 25 (Frijol Ayocote) tiene un mayor peso (110.21 g) y el genotipo 40 (PHAACU 125) un menor (9.32 g). Los genotipos ordenados de mayor a menor rango, se acomodaron en seis grupos, donde fueron los mayores c (de 38.49 a 30.56 g) y d (de 29.81 a 20.11 g) comprendiendo 12 genotipos cada uno, La diferencia entre grupos es de 8 a 10 g aproximadamente, siguiendo la misma ordenación que al principio, excepto los dos primeros (a-b) con 61 g.

4.4. Maceración y Corte Transversal.

Para medir el tamaño de macro y microesclereidas, cutícula epidérmica y cutícula subepidérmica, se hicieron diez mediciones diferentes de cada característica, obteniéndose la media, varianza y desviación estándar; presentadas en el Cuadro 10, donde se puede mostrar que los genotipos 8, 10, 13, 20, 30, 31 y 35 tienen una varianza cero en las macroesclereidas; y los genotipos 4, 10, 14, 17, 18, 21, 31, 35 y 40 tienen también varianza 0 en las microesclereidas. Esto nos señala que si obtenemos una medida de cualquier esclereida o grupo de ellas de un genotipo con varianza cero, la medida será siempre la misma en todas las esclereidas.

En el Cuadro 11 se puede apreciar el tamaño de las esclereidas por orden de genotipo y de mayor a menor tamaño en el grosor total de la cutícula, para ésta última el genotipo 25 (Frijol Ayocote) con 145 micras y el genotipo 11 (Marco Vinicio) el menor con 41.6 micras. Las macroesclereidas mayor y menor, 102.2 y 22.6 micras, corresponden a los genotipos 25 (Frijol Ayocote) y el 11 (Marco Vinicio) respectivamente; la microesclereidas mayor-menor, tienen valores de 33.3 y 13.0 micras, corresponden a los genotipos 25 (Frijol Ayocote) y 15 (Agrarista).

En el grosor total de la cutícula (Cuadro 11), se formaron seis grupos donde el grupo que reúne mayor cantidad de genotipos es el d (15), los grupos con menor número de genotipos es el d y f (con 1 cada uno). La diferencia entre grupos es de 10 micras aproximadamente, siguiendo la ordenación inicial de mayor a menor excepto los grupos a-b con 55 micras.

CUADRO 10. Tamaño de macro y mciroesclereidas, cutícula epidérmica, cutícula subepi dérmica y el grosor total de la cutícula (testa) en micras.

Genotipo		Macro		Micro		Epider.	Cutícula		Grosor
		Largo	Ancho	Largo	Ancho		Subepider		
1	\bar{X}	41.3	11.7	14.7	11.7	3.83	1.34	61.1	
	σ^2	.0069	.022	.053	.022	0	0		
	σ	.083	.159	.229	.150	0	0		
2	\bar{X}	49.8	10.7	17.6	15.3	3.06	1.72	72.7	
	σ^2	.6	.61	.22	.32	.04	.002		
	σ	.77	.78	.47	.72	.20	.05		
3	\bar{X}	40.2	11.10	18.3	8.8	2.87	1.53	62.8	
	σ^2	.016	.42	.11	.005	.002	0		
	σ	.128	.65	.34	.07	.05	0		
4	\bar{X}	42.9	6.5	17.2	11.5	1.95	1.34	63.3	
	σ^2	.290	.27	.000	0	.001	0		
	σ	.530	.52	0	0	.04			
5	\bar{X}	40.6	8.0	15.7	11.1	2.9	1.53	60.7	
	σ^2	.042	.13	.026	.012	.02	0		
	σ	.20	.37	.16	.11	.14	0		
6	\bar{X}	50.5	10.7	13.4	13.4	3.44	2.29	69.8	
	σ^2	.066	.032	.028	0	.006	0		
	σ	.258	.178	.170	0	.67	0		
7	\bar{X}	48.6	27.9	14.1	11.5	4.58	2.29	69.4	
	σ^2	.355	1.21	.09	0	.03	.24		
	σ	.59	1.1	.3	0	.19	.48		
8	\bar{X}	38.3	11.5	25.7	13.4	3.56	1.53	69	
	σ^2	0	0	.168	.320	.01	0		
	σ	0	0	.410	.560	.11	0		
9	\bar{X}	43.6	10.7	33.7	16.8	4.97	1.91	89.1	
	σ^2	.500	.024	.250	.008	.006	0		
	σ	.700	.155	.50	.09	.08	0		
10	\bar{X}	34.5	11.5	13.4	11.5	3.14	1.91	52.9	
	σ^2	0	0	0	0	.004	0		
	σ	0	0	0	0	.09	0		
11	\bar{X}	22.6	11.5	13.9	15.3	3.44	1.72	41.6	
	σ^2	.040	.0	0	0	0	0		
	σ	.200	0	0	0	0	0		
12	\bar{X}	53.23	8.73	21.83	1.0	4.59	2.29	81.7	
	σ^2	.52	.55	.06	.41	.01	0		
	σ	.72	.74	.24	.64	.10	0		
13	\bar{X}	34.5	9.6	13.8	11.5	4.21	2.29	54.7	
	σ^2	0	0	.04	0	1.56	0		
	σ	0	0	.20	0	1.24	0		
14	\bar{X}	34.9	9.6	19.2	19.2	3.06	1.53	58.6	
	σ^2	.19	0	0	0	.01	0		
	σ	.43	0	0	0	.11	0		

Continua Cuadro 10.

Genotipo	Macro		Micro		Epider.	Cutícula		Grosor
	Largo	Ancho	Largo	Ancho		Subepider.		
15	\bar{X}	51.7	8.8	13.0	11.5	3.44	1.53	69.6
	σ^2	.37	.11	.02	0	.006	0	
	σ	.66	.34	.14	0	.08	0	
16	\bar{X}	34.1	6.5	21.8	8.4	4.59	1.91	62.3
	σ^2	1.1	.019	.064	.04	.006	0	
	σ	1.4	.140	.250	.20	.08	0	
17	\bar{X}	41.3	4.9	19.2	11.5	4.21	2.29	66.9
	σ^2	.036	.037	0	0	.03	0	
	σ	.190	.170	0	0	.17	0	
18	\bar{X}	51.7	4.7	13.4	13.4	4.59	1.91	71.5
	σ^2	.203	.010	0	0	.014	0	
	σ	.450	.100	0	0	.11	0	
19	\bar{X}	50.2	8.8	20.6	19.2	4.97	2.0	77.7
	σ^2	1.056	.034	.005	0	.49	0	
	σ	1.027	.18	.074	0	.70	0	
20	\bar{X}	45.9	10.7	34.1	14.6	3.83	1.91	85.7
	σ^2	0	.011	.009	.034	0	1.21	
	σ	0	.107	.092	.185	0	1.1	
21	\bar{X}	44.8	3.1	19.15	15.32	6.51	1.91	72.3
	σ^2	.164	.29	0	0	.89	.48	
	σ	.406	.53	0	0	.94	.69	
22	\bar{X}	37.9	7.6	17.2	13.0	2.91	1.53	59.5
	σ^2	1.22	0	.102	.048	.006	0	
	σ	1.106	0	.319	.221	.08	0	
23	\bar{X}	37.1	6.5	18.0	12.6	3.83	1.53	61.2
	σ^2	.210	.041	.050	0	0	0	
	σ	.450	.203	.223	0	0	0	
24	\bar{X}	39.1	5.4	18.8	11.10	3.06	3.06	63.9
	σ^2	.860	.028	.050	.04	.008	.03	
	σ	.927	.107	.223	.300	.08	.17	
25	\bar{X}	102.26	11.5	33.3	19.9	6.12	3.44	145.0
	σ^2	.41	0	.288	.146	30.2	.69	
	σ	.64	0	.530	.382	5.49	.83	
26	\bar{X}	37.5	9.9	22.9	21.4	3.83	3.63	67.8
	σ^2	.046	.046	0	.121	0	0	
	σ	.216	.216	0	.347	0	0	
27	\bar{X}	33.7	4.5	33.7	15.3	3.83	2.29	73.4
	σ^2	.124	.022	.126	0	0	.49	
	σ	.353	.148	.355	0	0	.70	
28	\bar{X}	34.9	6.9	19.5	18.4	4.59	2.10	61.0
	σ^2	.24	.062	.016	.036	.23	.24	
	σ	.48	.155	.126	.192	.48	.48	
29	\bar{X}	46.7	10.7	24.1	15.3	3.83	1.91	76.5
	σ^2	.102	.030	.038	0	0	0	
	σ	.320	.174	.194	0	0	0	

Continúa Cuadro, 10.

Genotipo	Macro		Micro		Cutícula		Grosor
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Epider.	Subepider.	
30	\bar{X} 49.8 0 0	11.5 0 0	34.5 0 0	15.3 0 0	3.6 .4 .48	2.02 .25 .48	89.9
31	\bar{X} 49.4 .165 .406	3.8 0 0	15.3 0 0	15.3 0 0	3.10 .49 .70	1.53 .66 .77	64.3
32	\bar{X} 46.7 .06 .24	11.9 .028 .167	25.7 .06 .24	32.5 .06 .24	3.83 0 0	1.64 0 0	77.8
33	\bar{X} 49.0 .210 .450	6.1 .019 .140	22.2 .032 .180	13.8 .049 .221	5.36 1.21 1.1	2.48 1.21 1.1	78.9
34	\bar{X} 39.1 .232 .481	7.7 0 0	26.4 .040 .220	13.8 .008 .09	4.59 .44 .66	1.53 .24 .48	71.5
35	\bar{X} 49.8 0 0	11.5 0 0	34.5 0 0	15.3 0 0	3.6 .24 .48	2.02 0 0	89.9
36	\bar{X} 50.65 .200 .447	7.3 .008 .090	27.6 .052 .229	18.4 .03 .175	5.36 2.25 1.5	2.56 1.81 1.30	86.0
37	\bar{X} 38.7 .189 .435	8.8 .009 .04	16.5 .062 .250	14.2 .018 .283	4.59 0 0	1.52 0 0	61.2
38	\bar{X} 54.0 .04 .20	7.3 .016 .126	21.8 .053 .231	18.8 .04 .20	4.97 .61 .78	2.48 0 0	83.1
39	\bar{X} 34.5 2.9 1.71	10.7 .014 .118	21.5 .052 .220	19.2 0 0	2.29 .96 .97	1.72 .45 .67	59.9
40	\bar{X} 32.6 .4 .03	8.0 .016 .128	19.2 0 0	17.23 0 0	2.29 .8 .89	1.92 0 0	55.9

CUADRO 11. Tamaño de las esclereidas (macro y micro), cutícula epidérmica, cutícula subepidérmica y grosor total de la cutícula (testa) en tal; ordenados por genotipo y por rango de mayor a menor del grosor total de la cutícula (testa) en micras.

Genotipo	Esclereidas				Cutícula			Grosor Total de la Cutícula	Genotipo	Grosor Total de la Cutícula
	Macro Largo	Macro Ancho	Largo	Micro Ancho	Epider.	Subepider.	Grosor			
01	41.30	11.70	14.7	11.7	3.8	1.3	61.1	25	145.0	a
02	49.80	10.70	17.6	15.3	3.1	1.7	72.7	30	89.9	b
03	40.21	11.70	18.3	8.8	2.8	1.5	62.8	35	89.9	b
04	42.90	6.50	17.2	11.5	1.9	1.3	63.3	36	86.0	b
05	40.60	8.0	15.7	11.1	2.9	1.50	60.7	20	85.7	b
06	50.5	10.7	13.7	13.4	3.41	2.2	69.8	09	84.1	b
07	48.6	27.9	14.1	11.5	4.5	2.2	69.4	38	83.1	b
08	38.3	11.5	25.7	13.4	3.5	1.5	69.0	12	81.7	b
09	43.6	10.7	33.7	16.8	4.9	1.9	84.1	33	78.9	c
10	34.5	11.5	13.3	11.5	3.1	1.9	52.9	32	77.8	c
11	22.6	15.3	13.9	11.5	3.4	1.7	41.6	19	77.7	c
12	53.2	8.7	21.8	18.5	4.5	2.2	81.7	29	76.5	c
13	34.5	9.6	13.8	11.5	4.2	2.2	54.7	27	73.4	c
14	34.9	9.6	19.2	19.2	3.0	1.5	58.6	02	72.7	c
15	51.7	8.8	13.0	11.5	3.4	1.5	69.6	21	72.3	c
16	34.1	6.5	21.8	8.4	4.5	1.9	62.3	18	71.5	c
17	41.3	4.9	19.2	11.5	4.2	2.2	66.9	34	71.5	c
18	51.7	4.7	13.4	13.4	4.5	1.9	71.5	06	69.8	d
19	50.2	8.8	20.6	19.2	4.9	2.0	77.7	15	69.6	d
20	45.9	10.7	34.1	14.6	3.8	1.9	85.7	07	69.4	d
21	44.8	3.1	19.1	15.3	6.5	1.9	72.3	31	69.3	d
22	37.9	7.6	17.2	13.0	2.9	1.5	59.5	08	69.0	d
23	37.1	6.5	18.8	12.6	3.8	1.5	61.2	26	67.8	d
24	39.1	5.1	18.8	11.1	3.0	3.0	63.9	17	66.9	d
25	103.2	11.5	33.3	19.9	6.1	3.4	145.0	24	63.9	d
26	37.5	9.9	22.9	21.4	3.8	3.6	67.8	04	63.3	d
27	33.7	4.5	33.7	15.3	3.8	2.2	73.4	03	62.8	d
28	34.9	6.9	19.5	18.4	4.5	2.1	61.9	16	62.6	d
29	46.7	10.7	24.1	15.3	3.8	1.9	76.5	37	61.2	d
30	41.8	11.5	34.5	15.3	3.6	2.0	89.9	23	61.2	d
31	49.4	3.8	15.3	15.3	3.1	1.5	69.3	01	61.1	d
32	46.7	11.9	25.7	32.5	3.8	1.64	77.8	28	61.0	d
33	49.0	6.1	22.2	13.8	5.3	2.4	78.9	05	60.7	d
34	39.1	7.7	26.4	13.8	4.5	1.5	71.5	39	59.9	e
35	49.8	11.5	34.5	15.3	3.6	2.0	89.9	22	59.5	e
36	50.6	7.3	27.6	18.4	5.3	2.5	86.0	14	58.6	e
37	38.7	8.8	16.5	14.2	4.5	1.5	61.2	40	55.9	e
38	54.0	7.3	21.8	18.8	4.9	2.4	83.1	13	54.7	e
39	34.5	10.7	21.5	19.2	2.2	1.7	59.9	10	52.9	e
40	32.6	8.0	19.2	17.2	2.2	1.9	55.9	11	41.6	f

4.5. Cocción de Semillas

Los resultados obtenidos son mostrados en el Cuadro 12, visualizándose la ordenación de menor a mayor tiempo de cocción. El genotipo que tomó más tiempo en cocerse es el 25 (Frijol Ayocote), con 147 minutos; y el genotipo con menos tiempo es el 10 (LEF-1-R-B), teniendo 65 minutos.

Se formaron nueve grupos, correspondiéndole al f (de 90 a 99 minutos) el mayor, incluye 11 genotipos; el grupo a (147 minutos) presenta sólo 1 genotipo. La diferencia entre grupos fue de 10 minutos aproximadamente siguiendo la ordenación inicial.

4.6. Análisis de Correlación

Puede apreciarse en el Cuadro 13 que incluye las variables de los seis experimentos, observándose que la altura de la plántula y peso de la plántula; ancho y largo de la semilla; largo, ancho y diámetro de la semilla; peso de la semilla y tamaño (largo, ancho y diámetro); cocción de semilla y ancho de semilla; grosor de la testa y tamaño de la semilla (largo, ancho y diámetro); grosor de la testa y cocción obtuvieron una alta significancia entre ellos. Para largo de la semilla y peso seco de la plántula; cocción y peso de la semilla; imbibición y peso seco de la plántula; imbibición y altura de la plántula; imbibición y ancho de la semilla; imbibición y diámetro de la semilla se obtuvo solo significancia. Sin embargo, para las demás relaciones entre ellas, no existió significancia.

CUADRO 12. Tiempo de cocción de los 40 genotipos ordenados por rargo de menor a mayor tiempo.

Genotipo	Tiempo (minutos)	Grupo
10	65	i
11	68	i
23	70	h
24	73	h
15	77	h
18	80	g
01	83	g
27	84	g
19	84	g
06	88	g
26	89	g
21	89	g
20	90	f
09	91	f
38	92	f
08	94	f
37	95	f
16	95	f
17	97	f
13	98	f
30	99	f
14	99	f
04	99	f
07	100	e
05	100	e
12	102	e
36	104	e
32	105	e
03	105	e
33	109	e
34	114	d
31	118	d
35	123	c
28	123	c
40	124	c
22	124	c
02	128	c
39	128	c
29	138	b
25	147	a

CUADRO 13. Análisis de Coeficientes de Correlación para los 6 experimentos de este trabajo.

	PPL	ALP	LSE	ASE	DSE	PSE	CCC	ESC	IMB
PPL									
ALP	.5498 P=.000 **								
LSE	.3061 P=.027 *	.1303 P=.211 NS							
ASE	.2460 P=.063 NS	.1872 P=.124 NS	.8475 P=.000 **						
DSE	.2558 P=.056 NS	.1880 P=.123 NS	.8345 P=.000 **	.8279 P=.000 **					
PSE	.1771 P=.137 NS	.0606 P=.355 NS	.9167 P=.000 **	.9254 P=.000 **	.8398 P=.000 **				
CCC	.1070 P=.256 NS	.0618 P=.357 NS	.1781 P=.136 NS	.3564 P=.012 *	.2463 P=.063 NS	.3335 P=.018 *			
ESC	.1318 P=.209 NS	.0385 P=.407 NS	.6491 P=.000 **	.8036 P=.000 **	.6646 P=.000 **	.8069 P=.000 **	.4137 P=.004 **		
IMB	-.0359 P=.027 *	-.02955 P=.032 *	-.01814 P=.127 NS	-.03542 P=.012 *	-.03125 P=.025 *	-.02628 P=.051 NS	-.0150 P=.178 NS	-.01532 P=.173 NS	

PPL = Peso seco de la plántula
 ALP = Altura de la plántula
 LSE = Longitud de la Semilla
 ASE = Ancho de la semilla
 DSE = Diámetro de la semilla
 PSE = Peso de la semilla
 CCC = Cocción de semilla
 ESC = Grosor de la testa
 IMB = Imbibición de las semillas
 ** = Alta significancia
 * = Significancia
 NS = No significancia

V. DISCUSION

En el análisis de varianza para el vigor de la plántula de frijol de las variables epicotilo, hipocotilio y área foliar cotiledonar, probablemente no hubo significancia estadística (con % de C.V. de 59, 22 y 56 respectivamente) por tener la tendencia los genotipos a ser homogéneos; debido a que las plántulas solo estuvieron durante 15 días y no fue posible que estas características se manifestarán, o bien a que los genotipos en estudio tienen diferentes hábitos de crecimiento y/o también debido al tamaño de muestra (2 plántulas). Más sin embargo, las variables altura de la plántula y peso seco, con significancia estadística, no son recomendables para determinar el vigor de la plántula por el método directo, ya que es un método un tanto laborioso y no más rápido que el método visual. Esto último se reafirma por lo dicho por Maiti (1983) en su trabajo de La Clasificación Visual para el Vigor de la Plántula de Sorgo.

Los genotipos Bayo Ojuelos Jalisco, Ojo de Cabra Pablillo, Bayo Baranda, II-386-Mr-Mr-2-M, Negro Brillante, Bayo Pastilla y Agramejo, muestran una relación inversa entre el vigor de la planta y la imbibición de la semilla, observándose en estos que tienen poca capacidad para imbibir agua; sin embargo, presentaban muy buen vigor por el método directo.

La tendencia de los genotipos a tener mayor diferencia entre ellos a temperaturas de 20 y 40°C en la imbibición de agua, se debe a que éstos se aproximan a las mínimas y máximas temperaturas, ya que algunos genotipos son más tolerantes que otros a éstas. En esto último, también hacen énfasis Brower (1974) y Diehl (1973).

Se esperaba que los genotipos con mayor tiempo después de cosechados tuvieron una menor imbibición y vigor debido al envejecimiento sufrido en ese lapso, pero no fue así porque en ambos casos mostraron condiciones normales. Lo anterior es explicado también por Varriano-Marston (1981) al afirmar que en semillas envejecidas, los cambios sufridos son casi siempre cambios estructurales y muy pocas veces cambios fisiológicos (Cuadro 13).

Se notó que los genotipos Jamapa, Ciateño, Negro Galeana, Delicias-71, II-248-4-1-2-1-1-1, Agramejo y PHAACU 125 presentaron un peso reducido pero imbibieron mayor cantidad de agua: La explicación más lógica a esto es una relación inversa entre el peso e imbibición de la semilla en cada genotipo, pues a medida que disminuye su tamaño, se incrementa el porcentaje de agua imbibida (en base al peso de la semilla).

Las características peso de la semilla, tamaño de esclereidas y tiempo de cocción, tienen una correlación bastante alta entre ellos y en forma particular, ya que el frijol Ayocote sobresalió por tener mayor período de cocción, mayor tamaño de esclereidas, mayor peso y tamaño de semilla (Cuadro 13). Esto nos señala que el peso de la semilla influye para que un genotipo pueda cocerse en un mayor o menor tiempo, lo mismo sucede para los genotipos en el tamaño de esclereidas. Sin embargo, durante la cocción de semillas, se observó en los genotipos que la dureza de los cotiledones influye también en el tiempo de cocción, pudiéndose apreciar esto mejor en los genotipos Canario 101, Canario 72, LEF-1-R-B, Marco Vinicio, Agrarista, Negro Galeana, Mantequilla Tropical, Selección #4, Delicias 71, Pinto Mexicano 80, Frijol Piquín, Frijol Ayocote, PHAACU 102 y PHAACU 125.

El análisis de correlación hecho para el tamaño y peso de la semilla, mostró un alto grado de asociación entre las variables, de tal modo que si el tamaño aumenta, el peso de la semilla tiende a incrementarse más.

VI. CONCLUSIONES

Conforme a los resultados obtenidos, objetivos e hipótesis bajo las cuales se desarrolló el presente trabajo, y de acuerdo a las condiciones que se presentaron durante el desarrollo del mismo, es posible derivar las conclusiones siguientes:

1. El tamaño de macroesclereidas y microescleridas, grosor de la testa son diferentes en los diversos materiales, sobresaliendo el frijol Ayocote con 102 micras en macroesclereidas, 33 micras en microescleridas y 145 micras del grosor total (testa). De tal manera que se acepta la primera hipótesis.
2. La imbibición de las semillas es diferente en todos los genotipos a temperaturas de 25, 30 , 35 y 40°C sobresaliendo en estas los genotipos: Canario 101, Black Valentine, Jamapa, II-248-4-1-2-1-1-1, Cia teño, Pinto Norteño y Agramejo, rechazándose la segunda hipótesis.
3. Las variables altura de planta y peso seco en el vigor de la planta de frijol es diferente en cada uno de los genotipos, siendo los mejores los genotipos Bayo Ojuelos Jalisco, Ojo de Cabra Pablillo, Bayo Baranda, II-386-Mr-Mr-2-M, Negro Brillante, Bayo Pastilla y Agramenjo, aceptándose la tercera hipótesis planteada.
4. Semillas con poca capacidad de imbibirse en relación a su peso, mantuvieron muy buen vigor bajo condiciones normales de campo.
5. En general, los genotipos con mayor tiempo después de cosechados no disminuyeron su capacidad normal de imbibirse ni tampoco su vigor.

6. No existe relación a nivel general, entre la imbibición de las semillas y tamaño de esclereidas; imbibición de las semillas y tiempo de cocción, rechazándose parcialmente, por lo anterior la cuarta hipótesis.
7. Existe una relación directa entre peso y tamaño de la semilla, grosor de la testa y tiempo de cocción, en lo anterior el frijol Ayocote fue el más sobresaliente, ya que tiene mayor tiempo de cocción (147 minutos), mayor tamaño de esclereidas (147 micras), mayor peso y tamaño de la semilla (110 g y 184 mm respectivamente).
8. Hay una relación directa entre cocción y peso de la semilla y longitud, ancho y diámetro de la semilla.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Bailey, L.H. 1966. Manual of cultivated plants. MacMillan Company N.Y. E.U.A. pp. 373-574.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1984. Morfología de la planta de frijol común. Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico Debouck Daniel G.; Hidalgo Rigoberto, Producción: Ospina O., Hector F., Flor M., Carlos A., Cali Colombia. CIAT. 56 p. (Serie 04SB-09.01) pp. 9-17, 32-46.
- Cunha, J. 1980. Influencia de la densidad de la semilla de frijol en la germinación y el vigor de la planta. Resúmenes analíticos del frijol CIAT. Cali, Colombia. pp. 8.
- Datta, P.C. y R.K. Maiti. 1968. Estructure of seloreids in the testa of common indian pulses. Dep. of Botany University Calcutta Indian. pp. 43-48.
- Diehl, R., J.M. Mateo B. y P. Urbano T. 1973. Fitotecnia General. Mundi-Prensa. España. pp. 17-20, 306-307.
- Engleman, E.M. 1979. Contribuciones al conocimiento del frijol en México. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México. pp. 241-264.
- Esau, J. 1972. Anatomía Vegetal. Ed. Omega. Segunda edición. Barcelona España. pp. 241-246.
- _____. 1977. Anatomy of seed plants. John Willey and Sons. New York. E.U.A. pp. 73 y 434.
- Fahn, A. 1979. Anatomía y Morfología Vegetal. Primera edición español. H. Blume Ediciones Madrid España. pp. 583-602.
- Greulach, G. 1976. Introducción a la Botánica CECSA. Segunda edición. México, D.F. pp. 235-236.

- Holma, R.M. y W.W. Robbins. 1965. Botánica General. Traductor Beltrán. UTEHA. México. p. 632.
- Kramer, P.J. 1974. Relaciones hídricas del suelo y plantas. L. Tejeda. Agencia para el desarrollo internacional. Edatex. México. 538 p.
- Little, T.M. y F.J. Hills. 1983. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trillas. Cuarta reimpression en español. México, D.F. pp. 67-69, 87-91. 53-57.
- Loera M., E.N. 1985. Algunos aspectos morfológicos, anatómicos y de desarrollo en cultivares de frijol bajo condiciones de riego y castigo. Tesis profesional. Facultad de Biología UANL. México. pp. 88-93.
- Maiti, R.K., P.S. Raju y F.R. Bidinger. 1983. Evaluación de la clasificación visual para el vigor de la planta en el sorgo. UANL Facultad de Agronomía. pp. 3, 13.
- Maiti, R.K., H. González R. y C.O. Alanís L. 1984. El establecimiento de los cultivos en el Trópico Semiárido del Noreste de México; Una Síntesis Práctica. Facultad de Agronomía, UANL. México.
- Meyer, B.S., D.B. Anderson y R.H. Böhmig. 1972. Introducción a la fisiología vegetal. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. p. 434.
- Miller, E.U. 1967. Fisiología Vegetal. UTEHA. Primera edición en español. México, D.F. p. 188.
- Miranda, C.S. 1966. Identificación de las especies mexicanas y cultivadas del género Phaseolus. Serie de Investigación #8, Colegio de Postgrado ENA. Chapingo México. pp. 15-17'
- Ramírez C., L. 1981. Efecto del Sulfato Ferroso sobre los componentes del rendimiento de una variedad de hábito semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris L.) creciendo en suelos alcalinos. Facultad de Biología, UANL. México pp. 10-12.

- Raven, P.H. 1975. *Biología Vegetal*. Omega. Barcelona, España. 122 p.
- Robles S., R. 1976. Producción de granos y forrajes. LIMUSA. México, D.F. pp. 621-623.
- Ruiz O., M.D. 1975. *Tratado elemental de Botánica*. ECLALSA. México, D.F. pp. 621-623.
- Secretaría de Educación Pública. 1978. *Frijol y Chícharo Manual*. Trillas. México, D.F. pp. 21-22.
- Sinnot, E.W. 1966. *Botánica*. CEGSA. Primera edición. México, D.F. pp. 308.
- Solórzano V., R. 1982. Tipos de hábitos de crecimiento. Tesis de Maestría Colegio de Postgrado. Chapingo, México, D.F. pp. 2-8.
- Torres H., J. 1985. Adaptación y rendimiento de ocho variedades comerciales y dos líneas experimentales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cd. Anáhuac, N.L. Ciclo Primavera-Verano 1983. Tesis Profesional Facultad de Agronomía, UANL. pp. 6-12.
- Varriano-Marston, E. y G.M. Jackson. 1981. Fenómeno de la cocción difícil en frijol: cambios estructurales durante el almacenamiento y la imbibición. Resúmenes analíticos sobre el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT. Cali, Colombia. pp. 5.
- Wilson, C.L. 1986. *Botánica*. UTEHA. Primera Edición. México, D.F. pp. 243.

VIII. APENDICE

CUADRO 4A. Datos del porcentaje de humedad para la imbibición de las semillas.

Genotipos	T e m p e r a t u r a											
	40°C			35°C			30°C			25°C		
	Repetición			Repetición			Repetición			Repetición		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
01	114	113	102	114	84	121	104	103	95	108	117	93
02	66	90	115	85	41	62	57	81	43	54	66	53
03	44	31	44	35	27	14	11	8	29	19	20	27
04	27	45	36	32	30	28	27	20	17	31	30	24
05	46	31	30	15	13	9	10	3	2	27	17	25
06	86	119	106	109	98	115	105	87	111	86	68	85
07	44	60	85	48	41	33	49	51	41	58	41	55
08	87	50	49	93	95	74	56	53	34	54	56	69
09	119	114	112	78	76	64	50	49	15	81	100	99
10	87	55	50	23	13	13	41	29	29	32	44	33
11	61	31	59	59	22	29	14	21	22	20	23	21
12	104	113	107	90	69	62	89	65	57	68	73	88
13	71	65	71	44	31	24	21	22	16	51	41	64
14	116	115	62	119	87	93	92	49	86	94	113	90
15	58	50	73	87	71	66	36	34	50	89	84	55
16	96	113	109	92	80	77	96	102	88	104	102	83
17	89	59	52	63	56	45	58	24	59	52	61	54
18	38	65	65	61	56	61	62	62	41	60	80	62
19	65	81	63	32	36	20	27	44	18	41	51	48
20	56	71	71	70	37	83	55	38	38	71	101	93
21	42	65	79	40	31	30	71	28	31	49	54	59
22	87	73	82	82	38	41	64	69	39	37	59	60
23	72	67	71	81	56	41	53	33	38	43	63	73
24	96	70	90	48	45	71	71	45	45	67	59	66
25	67	44	63	61	38	62	44	41	37	54	53	41
26	129	91	86	50	48	53	57	41	46	80	89	76
27	72	95	73	16	26	17	50	39	30	35	33	20
28	143	166	142	121	142	106	129	93	127	125	122	131
29	89	81	85	46	61	46	48	35	35	43	38	40
30	28	10	27	15	18	12	7	1	42	14	9	8
31	33	78	51	21	26	29	26	12	13	38	38	37
32	50	32	35	25	29	25	27	58	39	42	47	31
33	42	41	51	29	14	13	15	6	7	13	22	14
34	92	64	74	64	11	52	57	37	52	40	60	51
35	22	17	22	15	22	26	6	7	4	21	23	22
36	25	7	12	4	1	3	3	6	11	20	22	31
37	106	133	103	97	92	59	93	78	103	102	114	91
38	38	39	11	36	33	21	41	30	47	20	28	18
39	101	84	87	44	56	24	48	39	25	66	43	63
40	113	70	79	57	55	45	55	55	52	71	62	75

CUADRO 4B. Suma de cuadrados para la temperatura y el error en (a) para la imbibición de la semilla.

P.Ch. Genotipo	Parcela Grande				Total
	40	35	30	25	
1	330	320	303	319	1273.
2	272	189	182	173	818.
3	120	77	49	67	314
4	129	92	64	86	373
5	108	37	16	69	232
6	312	324	304	240	1182
7	190	123	142	155	611
8	187	263	144	180	755
9	347	220	115	282	965
10	193	50	100	111	455
11	152	111	58	65	387
12	325	222	212	230	990
13	208	100	60	156	526
14	294	299	229	298	1122
15	181	224	121	229	757
16	319	250	287	290	1147
17	197	165	143	168	674
18	169	178	166	204	719
19	210	88	91	141	531
20	199	191	132	267	791
21	188	102	132	163	586
22	243	162	173	157	737
23	214	180	126	180	701
24	256	165	163	193	778
25	174	162	122	149	609
26	307	152	144	246	851
27	221	60	120	90	492
28	453	370	350	378	1552
29	256	154	119	122	652
30	66	45	13	32	158
31	163	76	53	114	407
32	118	81	125	122	446
33	136	58	29	50	274
34	230	129	148	152	661
35	62	64	19	67	214
36	45	9	21	74	150
37	343	248	275	308	1174
38	89	91	119	66	367
39	272	125	112	173	684
40	262	158	164	209	795
T o t a l:	8558	6132	5461	6791	26943

P.G: T°C	Repet.	I	II	III	TOTAL
40°C		2936.	2797.	2823.	8558.
35°C		2318.	1925.	1889.	6132.
30°C		2044.	1719.	1697.	5461.
25°C		2201.	2346.	2243.	6791.
T O T A L:		9500.	8987.	8649.	26943.

CUADRO 4C. Suma de cuadrados para la interacción temperatura genotipo en el diseño completamente al azar en arreglo de parcelas divididas.

P.Ch. Genotipo	Parcela Grande S.C. (TyyxGyy) Temperatura °C				S.C.Gyy Total
	40	35	30	25	
01	108 900	102 784	90 661	102 208	1 621 547
02	74 092	36 024	33 306	30 102	669 124
03	14 472	6 052	2 430	4 502	98 910
04	16 744	8 519	4 212	7 464	139 502
05	11 750	1 406	265	4 886	53 870
06	97 656	105 235	92 592	57 984	1 397 124
07	36 138	15 153	20 420	24 180	374 054
08	35 231	69 169	20 851	32 400	570 176
09	120 409	48 708	13 340	79 693	932 190
10	37 480	2 570	10 060	12 387	207 662
11	23 134	125 888	3 469	4 316	150 466
12	105 755	49 284	45 283	53 176	981 288
13	43 513	10 160	3 600	24 586	276 886
14	86 966	89 940	52 578	88 804	1 259 108
15	33 087	50 535	14 641	52 808	573 806
16	101 824	62 800	82 426	84 448	1 316 526
17	38 809	27 456	20 534	41 656	454 680
18	28 798	31 969	27 822	19 909	517 536
19	44 184	7 885	8 353	71 556	282 492
20	39 920	36 557	17 662	26 732	626 313
21	35 494	10 567	17 424	24 711	344 216
22	59 389	26 438	30 171	28 324	543 463
23	45 924	32 508	15 951	32 580	491 961
24	65 946	27 324	26 666	37 364	606 373
25	30 590	26 373	15 055	22 350	371 490
26	94 433	23 225	20 996	60 712	724 201
27	48 973	3 660	14 496	8 118	242 359
28	205 209	136 974	122 990	143 413	2 410 256
29	65 689	23 932	14 352	14 908	426 278
30	4 422	2 106	184	1 024	24 964
31	26 601	5 898	2 809	13 018	165 649
32	13 994	6 577	15 675	14 932	199 630
33	18 632	3 364	852	2 570	75 295
34	53 314	16 718	21 992	23 256	436 921
35	3 956	4 186	376	4 489	45 796
36	2 088	81	453	5 505	22 560
37	117 923	61 702	75 625	94 925	1 389 390
38	7 974	8 445	14 256	4 475	135 056
39	74 419	15 650	12 723	30 241	468 677
40	69 011	25 185	26 928	44 016	632 502
T O T A L:	2 142 858	1 235 721	1 014 501	1 431 005	22 251 309

Continúa Cuadro 4D.

Genotipo	P.G. 30°C			P.G. 25°C		
	I	II	III	I	II	III
01	10 836	10 691	9 139	11 837	13 900	8 649
02	3 271	6 625	1 927	2 937	4 369	2 830
03	132	67	876	388	416	729
04	729	420	302	979	948	590
05	106	14	4	750	295	640
06	11 151	7 638	12 387	7 499	4 705	7 327
07	2 420	2 693	1 747	3 422	1 697	3 113
08	3 169	2 851	1 204	2 937	3 226	4 761
09	2 590	2 401	243	6 658	10 180	9 960
10	1 747	846	864	1 082	1 971	1 142
11	219	453	519	428	552	462
12	8 082	4 290	3 294	4 651	5 461	7 832
13	441	501	275	2 601	1 738	4 108
14	8 574	2 490	7 534	8 930	12 791	8 172
15	1 303	1 169	2 570	8 046	7 157	3 080
16	9 292	10 485	7 796	10 938	10 424	7 005
17	3 433	620	3 540	2 724	3 769	2 992
18	3 893	3 943	1 730	3 672	6 496	3 956
19	767	1 936	357	1 722	2 621	2 342
20	3 113	1 459	1 513	5 155	10 363	8 817
21	5 169	817	992	2 490	2 926	3 540
22	4 147	4 858	1 592	1 383	3 576	3 624
23	2 872	1 142	1 513	1 918	4 019	5 372
24	5 169	2 088	2 0 88	4 583	3 504	4 408
25	1 953	1 697	1 391	3 003	2 883	1 681
26	3 271	1 738	2 116	6 496	8 010	5 821
27	2 560	1 576	906	1 267	1 149	424
28	16 822	8 686	16 332	15 700	14 932	17 213
29	2 361	1 281	1 253	1 900	1 474	1 608
30	56	3	17	198	90	70
31	718	163	179	1 459	1 489	1 391
32	745	3 422	1 552	1 831	2 275	1 004
33	234	46	50	193	501	207
34	3 317	1 436	2 787	1 640	3 708	2 611
35	44	62	23	445	556	497
36	12	39	129	408	524	967
37	8 686	6 193	10 629	10 465	13 087	8 353
38	1 689	924	2 294	432	789	324
39	2 352	1 528	635	4 475	1 900	4 019
40	3 080	3 102	2 798	5 169	3 931	5 655
TOTAL:	140 544	102 412	107 112	152 871	174 422	157 309

CUADRO 4D. Suma de cuadrados total para el diseño completamente al azar en arreglo de parcelas divididas para la imbibición de las semillas.

Genotipo	P.G. 40°C			P.G. 35°C		
	I	II	III	I	II	III
01	13 041	12 904	10 444	13 087	7 123	14 835
02	4 382	8 134	13 432	7 361	1 747	3 868
03	1 944	1 004	1 980	1 281	767	204
04	772	2 079	3 192	1 069	954	823
05	2 134	998	936	225	169	90
06	7 551	14 256	11 278	12 012	9 781	13 432
07	1 953	3 636	7 327	2 313	1 713	1 128
08	7 603	2 590	2 460	8 667	9 101	5 550
09	14 328	13 202	12 633	6 225	5 913	4 212
10	7 708	3 113	2 500	556	182	104
11	3 769	979	3 258	3 516	510	858
12	10 836	12 836	11 620	8 244	4 774	3 856
13	5 155	4 225	5 155	2 007	985	605
14	13 642	13 294	3 943	14 208	7 638	8 704
15	3 410	2 530	5 358	7 603	5 112	5 112
16	9 312	12 759	11 924	8 519	6 496	6 037
17	7 259	2 564	2 714	4 006	3 214	2 088
18	1 497	4 290	4 290	3 733	3 214	3 721
19	4 329	6 593	3 994	1 056	1 296	412
20	3 169	5 097	5 198	4 900	1 376	6 955
21	1 840	4 303	6 384	1 656	1 017	912
22	7 656	5 402	6 839	6 740	1 505	1 738
23	5 314	4 858	5 140	6 674	3 214	1 755
24	9 254	4 900	8 172	2 332	2 106	5 055
25	4 515	1 944	4 044	3 769	1 505	3 868
26	16 770	8 317	7 499	2 540	2 342	2 872
27	5 299	5 670	5 358	256	707	320
28	20 678	27 722	20 363	14 762	20 164	11 363
29	8 064	6 609	7 259	2 199	3 733	2 180
30	784	118	761	231	331	156
31	1 128	6 155	2 631	441	707	852
32	2 560	1 030	1 267	665	870	665
33	1 840	1 755	2 676	888	210	184
34	8 500	4 160	5 505	4 212	139	2 766
35	484	316	524	225	524	718
36	670	50	161	16	1	14
37	11 320	17 902	10 650	9 447	8 500	3 481
38	1 489	1 560	125	1 324	1 128	479
39	10 302	7 056	7 621	2 016	3 147	580
40	12 769	4 942	6 304	3 483	3 080	2 160
TOTAL:-	246 202	242 948	233 202	158 011	127 012	124 756

CUADRO 5A. Obtención de medias para la interacción genotipo temperatura en la imbibición de las semillas.

P.Ch. Genotipo	Parcela Grande Temperatura \bar{X} para cada tratamiento				Genotipo X del % H° a T° de 25-40°C
	40°C	35°C	30°C	25°C	
1	110	106	101	106	106
2	90	63	60	57	68
3	40	25	16	22	26
4	43	30	21	28	31
5	36	12	5	23	19
6	104	108	101	80	98
7	63	41	47	51	50
8	62	87	48	60	64
9	115	73	38	94	80
10	64	16	33	37	37
11	50	37	19	21	32
12	108	74	70	76	82
13	69	33	20	52	43
14	98	99	76	99	93
15	60	74	40	76	63
16	106	83	95	96	95
17	65	55	47	56	56
18	56	59	55	68	59
19	70	29	30	47	44
20	66	63	44	89	65
21	62	34	33	54	48
22	81	54	57	52	61
23	71	60	42	60	58
24	85	55	54	61	64
25	58	54	40	49	50
26	102	50	48	82	70
27	73	20	40	30	41
28	151	123	116	126	129
29	85	51	39	40	54
30	64	15	4	10	13
31	54	25	17	38	33
32	39	27	41	40	37
33	45	19	9	16	22
34	76	43	49	50	55
35	20	21	6	22	17
36	15	3	7	24	12
37	114	82	91	102	97
38	29	30	39	22	30
39	90	41	37	57	57
40	87	52	54	69	66

007004

