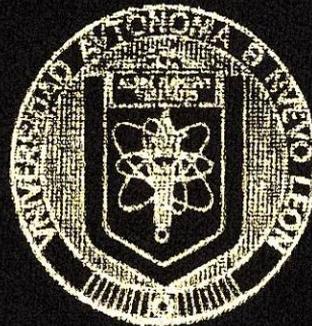


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA  
SOBRE EL VIGOR Y EL RENDIMIENTO DEL  
FRIJOL TEPARY (Phaseolus acutifolius  
Var. latifolius, Freeman)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JOSE PABLO JUVENTINO LUNA GRIMALDO

MARIN, N. L.,

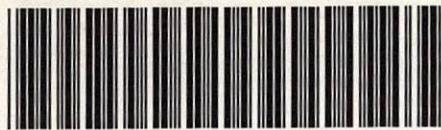
MAYO DE 1986.

T

SB327

L8

c.1



1080061552

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA  
SOBRE EL VIGOR Y EL RENDIMIENTO DEL  
FRIJOL TEPARY (Phaseolus acutifolius  
[Var. latifolius, Freeman])

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JOSE PABLO JUVENTINO LUNA GRIMALDO

MARIN, N. L.,

MAYO DE 1986.

006926

50327  
L8

040.635  
FA 5  
986  
C.5



Biblioteca Central  
Alegria y Solidaridad  
f. 100



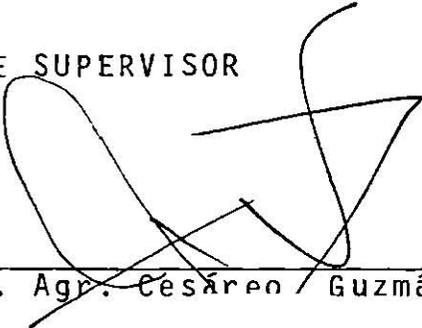
UAY  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

Esta investigación se desarrolló dentro del Programa de Maíz, Frijol y Sorgo, CIA-FAUANL (Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León); aprobada por el comité supervisor de tesis como requisito parcial para optar por el grado de:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR

Presidente:

  
Ing. Agr. ~~César~~ Guzmán Flores

Secretario:

  
Ing. Agr. Gilberto E. Salinas García

Vocal:

  
Ing. Agr. Raúl P. Salazar Sáenz

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres:

Sr. Santiago Luna Delgado

Sra. Sixta Grimaldo de Luna

Con inmenso amor y todo el respeto que se merecen por los consejos que me han manifestado en la vida y por los grandes sacrificios que pasaron para que mis estudios llegaran a su culminación.

A mis hermanos:

Sanjuana

Hilda

Santiago

Pedro

Francisco

Mi más sincero agradecimiento por la confianza y su apoyo moral que siempre me demostraron en los momentos difíciles de mi carrera.

A las familias:

Grimaldo Chapa

Grimaldo Villalobos

Lugo Vargas

Gómez Grimaldo

Con infinito agradecimiento y gran estimación por su hospitalidad brindada.

## AGRADECIMIENTO

A mis asesores:

Ing. Agr. Cesáreo Guzmán Flores

Ing. Agr. Gilberto E. Salinas García

Por su colaboración desinteresada en el trabajo de campo, así como las sugerencias brindadas en la revisión del presente escrito.

Al Pas. Ing. Agr. Daniel Becerra García.

Por su valiosa ayuda en la elaboración del programa para obtener el análisis estadístico del presente trabajo.

A mis compañeros y amigos, que de alguna u otra forma participaron en la culminación de mis estudios y en el desarrollo de la presente investigación.

# INDICE

Pág.

1.	INTRODUCCION.....	1
2.	REVISION DE LITERATURA.....	3
	2.1. Taxonomía del frijol.....	3
	2.2. Estructura de la semilla.....	3
	2.3. Germinación.....	4
	2.3.1. El proceso de la germinación.....	5
	2.4. Condiciones necesarias para la germinación.....	7
	2.4.1. Factores intrínsecos.....	7
	2.4.2. Factores extrínsecos.....	8
	2.4.2.1. Humedad.....	8
	2.4.2.2. Temperatura.....	9
	2.4.2.3. Oxígeno.....	11
	2.5. Plántula.....	12
	2.5.1. Tipos de plántulas.....	12
	2.6. Fenómenos fotomorfogénicos que intervienen en la emergencia.....	14
	2.7. La profundidad de siembra y los factores que in- tervienen en la emergencia.....	15
	2.7.1. Factores que determinan la profundidad de siembra.....	17
	2.7.1.1. Factores intrínsecos.....	17
	2.7.1.1.1. Tamaño de la semilla.	17
	2.7.1.1.2. Tipo de emergencia...	17
	2.7.1.2. Factores extrínsecos.....	18
	2.7.1.2.1. Humedad del suelo....	18
	2.7.1.2.2. Temperatura del suelo	19

INDICE

Pág.

2.7.2. Profundidad de siembra en frijol.....	20
3. HIPOTESIS.....	23
4. MATERIALES Y METODOS.....	24
4.1. Localización geográfica.....	24
4.2. Genotipos utilizados.....	24
4.3. Tratamientos bajo estudio.....	25
4.4. Diseño experimental.....	26
4.5. Método de siembra.....	27
4.6. Toma de datos.....	28
4.7. Variables estimadas y método para su cuantificación.....	28
4.7.1. Morfológicas.....	30
4.7.1.1. Area foliar.....	30
4.7.1.2. Vainas por planta.....	30
4.7.1.3. Vainas normales por planta.....	31
4.7.1.4. Granos por vaina.....	31
4.7.2. Fisiológicas.....	31
4.7.2.1. Días a la emergencia.....	31
4.7.2.2. Porcentaje de emergencia.....	31
4.7.2.3. Peso seco de la parte emergida..	32
4.7.2.4. Peso seco del grano por planta..	33
4.8. Prácticas culturales.....	33
4.9. Análisis estadístico.....	33
5. RESULTADOS.....	34
5.1. Días a la emergencia.....	34
5.2. Porcentaje de emergencia.....	34

## INDICE

Pág.

5.3. Area foliar y peso seco a los 30 días.....	36
5.4. Peso seco a los 54 días.....	36
5.5. Vainas por planta.....	38
5.6. Vainas normales por planta.....	38
5.7. Granos por vaina.....	40
5.8. Peso seco del grano por planta.....	40
5.9. Relaciones entre las variables.....	42
6. DISCUSION.....	44
7. CONCLUSIONES.....	48
8. BIBLIOGRAFIA.....	49
9. APENDICE.....	54

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	TITULO	Pág.
<u>Cuadros del texto:</u>		
1	Efecto de la profundidad sobre la temperatura en suelos con diferente textura (Yakuma, citado por Baver, 1973).....	19
2	Algunas características de las semillas de los genotipos estudiados.....	25
<u>Cuadros del apéndice:</u>		
1A	Análisis de varianza y coeficientes de variación (CV), para las variables estimadoras del vigor de las plántulas de frijol.....	55
2A	Comparaciones de medias de profundidades y genotipos para las variables días a la emergencia y porcentaje de emergencia.....	56
3A	Comparaciones de medias de profundidades y genotipos para las variables área foliar (cm <sup>2</sup> ) y peso seco (g) en el cultivo de frijol tepary, estimados a los 30 y 54 días posteriores a la siembra.....	57
4A	Comparaciones de medias de profundidades y genotipos para las variables vainas por planta, vainas normales por planta, granos por vaina y peso seco del grano por planta; en el cultivo de frijol tepary.....	58

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	TITULO	Pág.
--------	--------	------

Cuadros del apéndice:

5A	Correlaciones entre las variables.....	59
6A	Aleatorización y distribución de los tratamien- tos en el campo.....	60

FIGURA	TITULO	Pág.
--------	--------	------

Figuras del texto:

1	Sección de una semilla de frijol en su madurez..	5
2	Material y procedimiento que se utilizó para de- positar la semilla a la profundidad que requería el tratamiento respectivo.....	29
3	Efecto de la profundidad de siembra sobre los días a la emergencia de los genotipos de frijol teparý ( <u>Phaseolus acutifolius</u> ), PHAACU-102 y PHAACU-125.....	35
4	Efecto de la profundidad de siembra sobre el por- centaje de emergencia de los genotipos de frijol teparý ( <u>Phaseolus acutifolius</u> ), PHAACU-102 y PHAACU-125.....	35
5	Efecto de la profundidad de siembra sobre el á- rea foliar de los genotipos de frijol teparý ( <u>Phaseolus acutifolius</u> ), PHAACU-102 y PHAACU-125, se estimó a los 30 días después de la siembra..	37

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

FIGURA	TITULO	Pág.
<u>Figuras del texto:</u>		
6	Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco de los genotipos de frijol tepary ( <u>Phaseolus acutifolius</u> ), PHAACU-102 y PHAACU-125, se estimó a los 30 días después de la siembra..	37
7	Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco de los genotipos de frijol tepary ( <u>Phaseolus acutifolius</u> ), PHAACU-102 y PHAACU-125, se estimó a los 54 días posteriores a la siembra	39
8	Efecto de la profundidad de siembra sobre las vainas por planta de los genotipos de frijol tepary ( <u>Phaseolus acutifolius</u> ), PHAACU-102 y PHAACU-125.....	39
9	Efecto de la profundidad de siembra sobre las vainas normales por planta de los genotipos de frijol tepary ( <u>Phaseolus acutifolius</u> ), PHAACU-102 y PHAACU-125.....	41
10	Efecto de la profundidad de siembra sobre los granos por vaina de los genotipos de frijol tepary ( <u>Phaseolus acutifolius</u> ), PHAACU-102 y PHAACU-125.....	41
11	Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco del grano por planta de los genotipos de frijol tepary ( <u>Phaseolus acutifolius</u> ), PHAACU-102 y PHAACU-125.....	43

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

FIGURA	TITULO	Pág.
--------	--------	------

Figuras del apéndice:

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo..... | 61 |
|---|---|----|

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

FIGURA TITULO Pág.

Figuras del apéndice:

1	Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo.....	61
---	---	----

## 1. INTRODUCCION

En el noreste del país el medio ecológico es árido, en donde las condiciones de temperatura y sequía provocan inconvenientes en el establecimiento de los cultivos. Específicamente, las regiones bajas del estado de Nuevo León se caracterizan por tener fluctuaciones altas de temperatura y vientos secos, los cuales conducen a un secado rápido de las capas superficiales del suelo. Estos factores deben considerarse al establecer las profundidades de siembra de los diferentes cultivos, ya que si las semillas se depositan en profundidades superficiales quedan expuestas a condiciones adversas a su desarrollo, por el contrario cuando es muy profunda la siembra, se produce el retraso y reducción de la emergencia, debido a que muchas plantas agotan sus reservas antes de salir a la superficie. Es por ésto que se debe establecer la siembra a una profundidad adecuada, ya que esta práctica puede determinar que el establecimiento del cultivo sea adecuado.

En las zonas bajas de Nuevo León los estudios sobre la profundidad de siembra son escasos, por lo que no existe unidad de criterio para definir dicha profundidad de los diferentes cultivos, bajo las diversas condiciones ambientales y de manejo. Es por ésto que el Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León inició investigaciones en su zona de influencia tendientes a generar información adecuada para ampliar el conocimiento en este aspecto. El presente trabajo es una contribución

de las investigaciones mencionadas, específicamente del cultivo de Phaseolus acutifolius. Esta especie es importante por su rusticidad y adaptación a las zonas de bajos regímenes hídricos, por lo que actualmente está bajo estudio en el programa de mejoramiento antes mencionado.

El presente trabajo plantea como objetivos: 1) Estudiar el efecto de la profundidad de siembra en el vigor de las plántulas y 2) observar el efecto de la misma sobre el rendimiento de grano y algunos de sus componentes morfológicos y fisiológicos.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Taxonomía del frijol

La clasificación taxonómica del frijol tepary es la siguiente (Lepiz y Navarro, 1983 y SEP, 1984).

Familia - - - - -	Leguminoseae
Subfamilia- - - - -	Papilionoideae
Tribu - - - - -	Phaseoleae
Subtribu - - - - -	Phaseolineae
Género- - - - -	<u>Phaseolus</u>
Especie - - - - -	<u>acutifolius</u>

### 2.2. Estructura de la semilla

Botánicamente, la semilla de las angiospermas es un óvulo fecundado, transformado y maduro. Encerrado dentro del ovario o fruto (Hartmann y Kester, 1971 y Ruiz, 1977).

Sivori et al. (1980) sostienen que la mayoría de las semillas tienen tres partes básicas: a) el embrión, que posteriormente va a dar origen a una nueva plántula, b) tejidos de almacenamiento o reserva (cotiledones), que van a nutrir al embrión durante su crecimiento inicial hasta que la plántula, al desarrollar hojas y un sistema radical, se independiza nutricionalmente y c) una cubierta o tegumento que encierra y protege a los tejidos anteriores.

El embrión está formado de las siguientes partes: 1) El vástago que consta de a) dos cotiledones carnosos; b) un eje

corto, el hipocotilo, debajo de los cotiledones y c) un eje corto, el epicotilo, por encima de los cotiledones, llevando varias diminutas hojas y terminando en un extremo del vástago; y 2) la raíz o radícula. En conjunto, el vástago y la radícula, van a formar la plántula (Diehl, 1973 y Robbins et al. 1974).

Además en la familia de las leguminosas se deben considerar los tegumentos que forman la cubierta seminal o episperma, donde generalmente se observan dos capas, la testa comunmente derivada de la primina, casi siempre mas dura y resistente, y hacia el interior está el tegmen, mas delgado y producido normalmente por la secundina. Frecuentemente en la testa se encuentran el Hilio y el Micropilo (Valla, 1979).

Los tegumentos o cubiertas de las semillas tienen la misión esencial de proteger al embrión y al albúmen o cotiledones, contra alteraciones que provienen de golpes o acciones mecánicas, haciendo posible manejar la semilla sin dañarla y permitiendo así su transporte a grandes distancias y el almacenamiento por largos períodos de tiempo. Además desempeñan un papel importante al influir en la germinación (Greulach, 1970 y Fuller et al. 1974).

Las partes de la semilla de frijol tepary se pueden apreciar en la Figura 1. (Diehl, 1973).

### 2.3. Germinación

Se llama germinación al fenómeno por el cual el embrión pasa del estado de vida latente en que se encuentra en la semilla

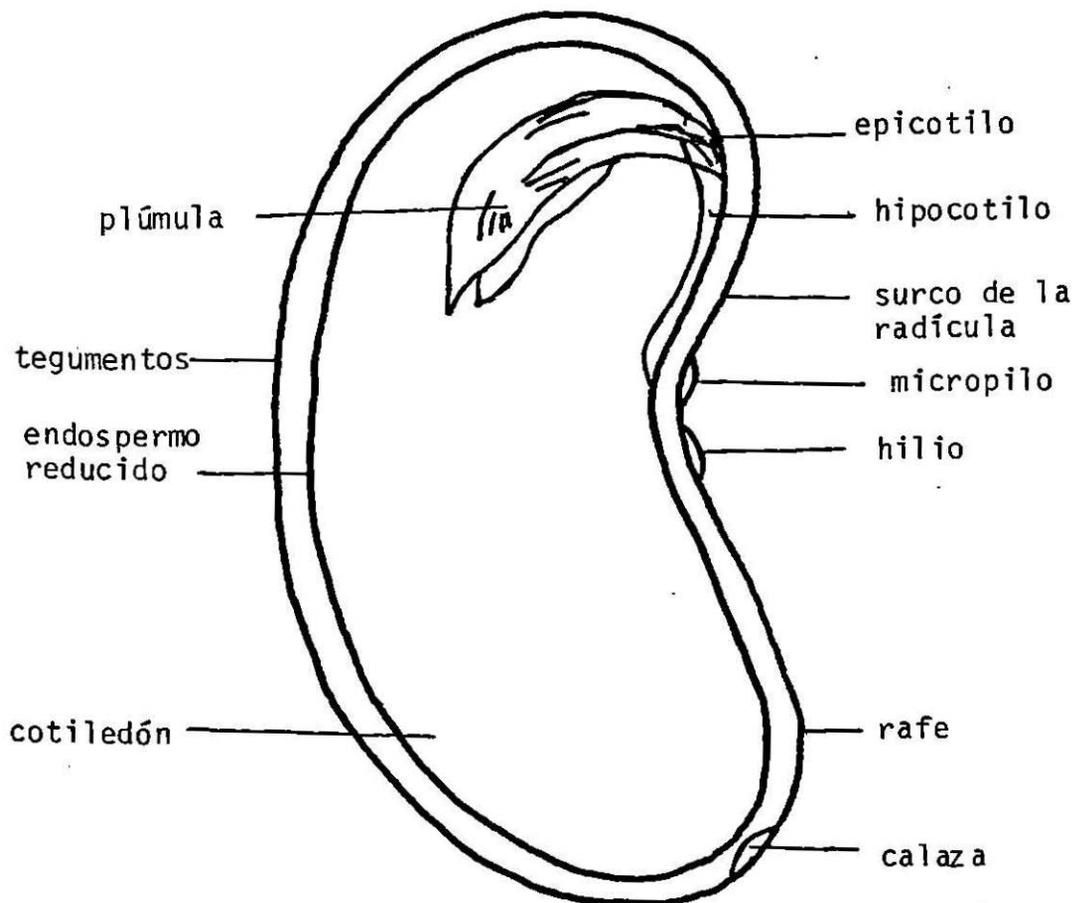


Figura 1. Sección de una semilla de frijol en su madurez

lla, a un estado de vida activa (Ruiz, 1977 y Cronquist, 1977).

Wilson (1968) y Sivori *et al.* (1980) la definen como el proceso por el cual la radícula emerge a través de los tegumentos seminales, hasta que la plántula se establece.

2.3.1. El proceso de la germinación.- Torrey citado por Sivori *et al.* (1980) dividen el proceso de la germinación en tres fases:

La fase inicial en la germinación de la semilla es la imbibición del agua por el embrión y el endospermo, originando un hinchamiento del tegumento y como resultado de ello la rup-

tura de sus cubiertas.

En la segunda fase de la germinación encontramos la hidratación de enzimas hidrolíticas y sintéticas (Sivori et al. 1980).

Hartmann y Kester (1971) encontraron que los componentes del sistema en la sintetización de proteínas de las células (por diversas moléculas de DNA y RNA) son activadas para permitir la continuación de la síntesis de proteínas, generando así enzimas que van a controlar las actividades metabólicas.

Hartmann y Kester (1971) mencionan que la absorción de agua y la respiración continúa a un ritmo constante. Donde los sistemas celulares se han activado y la síntesis de proteínas están funcionando para generar nuevas y diversas enzimas, materiales estructurales, componentes reguladores, ácidos nucleicos, etc. Para efectuar las funciones celulares y sintetizar nuevos materiales.

Además aparecen enzimas que empiezan a digerir materias de reserva contenidas en los tejidos de almacenamiento, transformándolos a compuestos químicos más sencillos. Estos compuestos luego son translocados a los puntos de crecimiento y la formación de nuevas partes de la planta.

La tercera fase de la germinación de las semillas consiste en la división y alargamiento celular Sivori et al. (1980). En los puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguida de la expansión de las estructuras de la plántula. Una vez que principia el crecimiento en el eje embrionario, aumen-

ta el peso fresco y el peso seco de la plántula pero disminuye el peso de los tejidos de almacenamiento. La respiración medida por la absorción de oxígeno, aumenta en forma constante con el avance del crecimiento, finalmente, cesa la actividad metabólica en los tejidos de almacenamiento; según James (1967) la disminución del peso seco es siempre debida a la pérdida de carbono, hidrógeno y oxígeno en el proceso de la germinación de semillas.

#### 2.4. Condiciones necesarias para la germinación

Para que se produzca el fenómeno de la germinación es indispensable la reunión de diversos factores intrínsecos, propios de la semilla, y factores extrínsecos, relativos al ambiente que las rodea (Valla, 1979).

2.4.1. Factores intrínsecos .- Para que una semilla germine y origine una nueva planta debe reunir las siguientes características (Diehl, 1973 y Ruiz, 1977):

- Que sea viable; el embrión debe estar vivo.
- Tener vitalidad; que no haya sobrepasado el límite de longevidad.
- Estar normalmente constituida, con el embrión y reservas intactas.
- Tener tegumentos permeables, que permitan el paso del agua e iniciar así el proceso de la germinación.

2.4.2. Factores extrínsecos.- Son los que debe poseer el ambiente que rodea a la semilla; los principales son tres: 1) humedad; 2) temperatura y 3) oxígeno.

Un cuarto factor es la luz, pero éste no tiene importancia en el caso del frijol. Las semillas de las diferentes especies generalmente requieren diferentes cantidades de cada uno de estos factores, una deficiencia o exceso y la interacción de ellos impediría la germinación de las mismas (Meyer, 1972 y Cronquist, 1977).

2.4.2.1. Humedad.- La absorción de agua por las semillas se realiza en tres etapas: a) Una absorción inicial rápida, en la cual la mayor parte es de imbibición; b) un período lento y c) otro incremento en la absorción, al emerger la radícula y desarrollarse la plántula (Hartmann y Kester, 1971).

Diehl (1973) menciona que esta absorción del agua por las semillas se efectúa por ósmosis a través del tegumento que, por ser más o menos celulósico, retiene cantidades importantes.

Holman (1965) considera que las funciones que lleva a cabo el agua en la germinación de las semillas son las siguientes:

- a) Ablanda las envolturas de la semilla, permitiendo que el embrión las rompa más fácilmente.
- b) Facilita la entrada del oxígeno a la semilla.
- c) Diluye el protoplasma, permitiendo que sus diversas funciones se realicen activamente y transporta el alimento soluble del endospermo o cotiledones a los puntos de crecimiento.

to del embrión, donde son necesarios para formar nuevo protoplasma.

Diehl (1973) sostiene que la velocidad del fenómeno de imbibición depende de la cantidad de agua libre en el suelo, y los puntos de contacto entre las semillas y las partículas térrreas. Después de la completa imbibición, transcurre un tiempo más o menos largo antes de producirse la germinación propiamente dicha, este reposo depende de la semilla y su grado de madurez fisiológica.

Según Sivori et al. (1980) la humedad proporcionada a la semilla en germinación puede afectar el porcentaje de ésta, así como también la velocidad de la misma, una baja disponibilidad de humedad producirá una pobre y lenta germinación.

La mayoría de las semillas germinan mejor cuando el contenido de humedad del suelo está cerca de la capacidad de campo, pero algunas semillas pueden absorber suficiente agua para llevar a cabo la germinación aún cuando el contenido de agua del suelo esté cerca del porcentaje de marchitamiento permanente (Cronquist, 1977).

2.4.2.2. Temperatura.- Las semillas difieren en la temperatura que necesitan para germinar y muchas lo hacen dentro de un amplio intervalo de temperaturas, como es lógico, las de clima cálido requieren mayor temperatura que la de los fríos (Wilson, 1968).

Cronquist (1977) señala que la temperatura óptima para la

germinación varía de acuerdo con las especies y las condiciones ambientales.

Ruiz (1977) y Cronquist (1977) consideran que para cualquier especie existe un máximo y un mínimo por arriba o por debajo de los cuales la germinación no ocurre. Por lo general, la velocidad de germinación aumenta en forma directa con la temperatura; es decir, la velocidad es muy baja a temperaturas bajas, pero se incrementa en forma progresiva a medida que asciende la temperatura; también arriba de un nivel óptimo, donde la velocidad es mayor, ocurre un descenso a medida que la temperatura se acerca a un límite letal y la semilla es dañada. El porcentaje de germinación baja también a medida que la temperatura llega a niveles extremos.

Las temperaturas óptimas son aquellas más favorables, tanto para la germinación de la semilla como para el crecimiento de las plántulas, quedando en el rango en que se produce el mayor número de plantas con la velocidad mas alta. La temperatura mínima y máxima es aquella en la cual la semilla detiene el proceso de germinación, y a medida que se va acercando la temperatura a estos extremos, se hace más lento el proceso.

Las fluctuaciones de temperatura del día y la noche a veces da mejores resultados que las temperaturas constantes, tanto para la germinación de las semillas como para el desarrollo de las plántulas, se ha sugerido que una de las razones de que las semillas enterradas en el suelo a cierta profundidad no germina, es porque las fluctuaciones de la temperatura del sue

lo desaparecen con la profundidad.

La temperatura ejerce también un marcado efecto sobre la velocidad de entrada del agua tanto más rápida cuanto más alta es la temperatura.

Por otra parte Sivori et al. (1980) encontraron que la suma de temperaturas necesarias para que se produzca la germinación de una semilla se conoce como integral térmica; la cual varía dependiendo del cultivo o clase de semilla. La suma de temperaturas necesarias para la etapa siembra-germinación, para una profundidad de siembra de 5 cm en frijol es de 200°C.

En cuanto a las temperaturas necesarias, específicamente para la germinación del frijol, requiere de 10°C como temperatura mínima, 37°C como máxima y una temperatura óptima de 32°C.

2.4.2.3. Oxígeno.- El oxígeno que lleva el aire es indispensable durante toda la vida del embrión. Mientras éste está en vida latente, su respiración es muy leve, pero en el momento en que se inicia la germinación, dicha función se hace muy intensa, necesitando entonces mucho oxígeno para efectuar las oxidaciones de las sustancias orgánicas, que son la fuente de energía durante el desarrollo del embrión.

Uno de los efectos más importantes, y casi inesperado de la absorción de agua consiste en hacer que las cubiertas seminales se hagan permeables a los gases, y con ello, al oxígeno. Puesto que el contenido de oxígeno disminuye al aumentar la profundidad del suelo, a causa de ello muchas clases de semi-

llas morirán por falta de oxígeno, si se plantan demasiado profundas, es por ésto que el suelo debe tener una buena estructura o se debe preparar bien, a fin de darle a la semilla una buena aereación que permita la respiración de los embriones (Ruiz, 1977).

## 2.5. Plántula

Sinnott (1965) la define como, plantas jóvenes y tiernas que surgen del suelo, habiéndose desarrollado directamente del embrión que depende completamente de sí mismo para la elaboración de su alimento.

Botánicamente el término plántula se refiere al resultado inmediato de la germinación de la semilla, que después seguirá su desarrollo hasta florecer y fructificar (Robbins, 1974).

2.5.1. Tipos de plántulas.- Meyer (1972) y Ruiz (1977) concuerdan en que hay dos tipos de plántulas, en base al tipo de emergencia que presentan.

1. Emergencia hipógea; aquella en las que el cotiledón o cotiledones permanecen bajo el suelo. En este tipo de plántulas el hipocotilo no se alarga o se alarga muy poco, aquí encontramos todos los zacates y algunas dicotiledoneas como el frijol ayocote de la especie coccineus y el chícharo.

2. Emergencia epigea; es propia de plántulas que elevan el cotiledón o cotiledones fuera del suelo, donde pueden funcionar algún tiempo como órganos de fotosíntesis por el alarga

miento del hipocotilo. Está representado por la cebolla en las monocotiledoneas y por el frijol común (P. vulgaris), el frijol tepary (P. acutifolius), la calabaza y el girasol en las dicotiledoneas.

Valla (1979) menciona que en la emergencia epígea del frijol común, la porción superior del hipocotilo se arquea y se alarga, elevando a los cotiledones sobre el suelo. Una vez que el hipocotilo está expuesto a la luz, se endereza y la pequeña plúmula que está entre los cotiledones se expande rápidamente diferenciándose el tallo y las primeras hojas verdaderas de la planta joven. El alargamiento del tallo, a medida que se consume el alimento almacenado en los cotiledones, durante el rápido crecimiento inicial, éstos se arrugan y caen al suelo y el suministro alimenticio de la plántula se obtiene ahora mediante la fotosíntesis, efectuada en las hojas y tallos.

Weier (1979) encontró que al terminar la germinación en el frijol tepary, la plántula continúa creciendo, al principio en forma lenta y después mucho más rápidamente, durante un mes o más, y luego a una tasa reducida. A medida que continúa el crecimiento, la plántula está sintetizando alimento por medio de la fotosíntesis. Gran parte de este alimento es usado en el crecimiento como fuente de energía o para construir las nuevas células, tejidos y órganos.

## 2.6. Fenómenos fotomorfogénicos que intervienen en la emergencia

La fotomorfogénesis comprende todos los procesos dependientes de la luz, distintos a la fotosíntesis, que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esta juega un papel regulador ya que participa en el proceso de fotosíntesis, actuando como regulador e influye en el tamaño, forma y la composición de los distintos órganos, así como el momento en que algunos órganos comienzan a dejar de ser formados (Ray, 1975).

Los procesos fotomorfogénicos son activados por varios mecanismos de las plantas que perciben la composición, duración e intensidad de la luz, por tal motivo que cualquier variación de la luz en sus componentes durante el día, el año, el estrato vegetativo, etc. provoca cambios en la expresión morfológica de las mismas que les permite vivir bajo las condiciones impuestas, por el medio donde se desarrollan (Sivori et al. 1980).

El elemento básico en estos procesos fotoactivados es la sustancia que absorbe la luz, se le conoce como fitocromo, es un pigmento formado por una cromoproteína capaz de absorber luz de los 200 hasta los 800 nanómetros (Viljee, 1974).

Devlin (1975) y Córdoba (1976) afirman que el fitocromo puede encontrarse en dos formas; una con un máximo de absorción de los 660 nm (Pr) que es la forma inactiva, y otra con un máximo de absorción en los 730 nm (Pfr) que es la forma activa.

El fitocromo actúa en una gran cantidad de procesos fisiológicos.

lógicos de las plantas, tales como: germinación, emergencia, síntesis de clorofila, distribución de los productos de la fotosíntesis etc. siendo el principal el ahilamiento. Se dice que una planta esta ahilada cuando al crecer en la oscuridad, presenta las siguientes características: alargada y fusiforme, hojas pequeñas e incoloras, ya que los plastos no se vuelven verdes hasta que están expuestos a la luz cuando el ápice de las plántulas sale a la luz, el crecimiento ahilado se pasa a crecimiento normal. En las dicotiledóneas la plúmula se desarrolla, la velocidad del crecimiento del tallo se aminora algo y empieza el crecimiento foliar. En las monocotiledóneas cesa el crecimiento del mesocotilo, el tallo empieza a alargarse y las hojas se abren (Raven, 1975 y Cronquist, 1977).

Sivori et al. (1980) y Rojas (1981) sostienen que en condiciones naturales de semillas profundamente enterradas y en brotes que se forman de órganos perennes subterráneos tales como: rizomas, tubérculos, bulbos y raíces carnosas o rastreras. El ahilamiento puede tener, por lo tanto, un valor de supervivencia al permitir una emergencia rápida y con pocos daños.

## 2.7. La profundidad de siembra y los factores que intervienen en la emergencia

Edmond (1967) y Hartmann y Kester (1971) concuerdan que la profundidad de siembra es un factor de gran importancia en el establecimiento del cultivo, puesto que determina la velocidad de emergencia y tal vez, la densidad de población. Si es muy somera, la semilla puede quedar en la parte superior que

se seca con mucha rapidez. Si es muy profunda, la emergencia se retrasa.

Una plántula puede no ser capaz de crecer lo suficiente para cuando se le agote el alimento almacenado en el embrión. Al respecto, Treviño y García (1984), señalan que debido a la gran variación de las condiciones climáticas, edáficas y culturales bajo las cuales se desarrolla la agricultura, así como los escasos estudios al respecto, han ocasionado que en la actualidad existan una gran cantidad de criterios para determinar la profundidad de siembra.

Las siembras profundas ocasionan ahilamiento en los tallos, y las plántulas que no alcanzan a emerger muestran los mesocotilos, coleoptilos e hipocotilos enroscados por una excesiva división celular y el agotamiento de las reservas del embrión. Las plántulas que emergen son por lo regular flácidas y poco vigorosas por el mismo agotamiento de las reservas, lo cual repercute en la sensibilidad al acame. Sin embargo, bajo condiciones de alta insolación, suelos arenosos y vientos secos, se provoca una desecación superficial rápida del suelo, permitiendo que las siembras profundas se hagan necesarias. Además, durante el invierno las bajas temperaturas en las capas superficiales del suelo pueden retrasar la germinación y ocasionar daños a las partes más sensibles de las plántulas, una vez que han emergido (Diehl, 1973 y Maití et al. 1984).

2.7.1. Factores que determinan la profundidad de siembra.- La profundidad de siembra se ve influenciada por dos tipos de factores muy importantes que pueden ser: a) Factores intrínsecos, como son el tamaño de la semilla y el tipo de emergencia epígea o hipógea, etc. y b) Factores extrínsecos, propios del ambiente, tales como la humedad y la temperatura del suelo entre los más importantes (Edmond, 1967 y Robles, 1975).

#### 2.7.1.1. Factores intrínsecos.

2.7.1.1.1. Tamaño de la semilla.- Un grano está colocado en las condiciones más favorables para la germinación cuando está recubierto por un espesor de tierra de 5 a 8 veces su diámetro medio (León, 1968).

Por su parte Gondé (1965) y Hartmann y Kester (1971) mencionan que debe ser de 3 a 4 veces su diámetro medio, asegurándose de que se deposita en las capas húmedas del suelo. Mientras tanto Delorit (1970) y SEP (1983 y 84), sugieren que se siembre a profundidades de 2 a 4 veces el tamaño de la semilla y recomiendan profundidades de 3 a 5 cm como las más apropiadas para el frijol, y de 2 a 4 cm para el trigo, cebada, avena, sorgo, arroz, y para el caso del maíz de 4 a 8 cm. Por último Martín (1976) encontró que a mayor tamaño de la semilla se pueden sembrar a mayor profundidad y ésta emergerá en cualquier tipo de suelo arable.

2.7.1.1.2. Tipo de emergencia.- El crecimiento inicial de la plántula sigue dos patrones. En un tipo de germinación epígea,

aquí se requiere comúnmente una siembra más superficial. Que en el otro tipo de germinación hipógea (Hartmann y Kester, 1971).

Según Martín (1976) afirma que dos semillas de igual tamaño, una de chícharo y otra de frijol, la del primer caso podrá emerger de profundidades mayores con respecto a la del frijol, ya que al ser sembradas demasiado profundo tiene, que empujar los cotiledones sobre la superficie y puede suceder que las reservas nutritivas de los cotiledones sean agotadas antes que el tallo llegue a la luz, en este caso la planta muere, pues no puede absorber el carbono para nutrirse mientras que en el del chícharo los cotiledones permanecen bajo tierra y requieren menos energía para emerger.

#### 2.7.1.2. Factores extrínsecos (ambientales)

2.7.1.2.1. Humedad del suelo.- Un suelo debe de disponer de humedad adecuada, para que no se seque con rapidez.

Al mismo tiempo, debe haber buen drenaje para que el agua no se encharque y reduzca la provisión de oxígeno a la semilla. Puesto que el agua y el oxígeno están presentes en los espacios porosos del suelo. Así pues, si los espacios porosos del nivel superior del suelo están casi saturados, la provisión de oxígeno es el factor limitante y se requerirá una siembra relativamente superficial.

Por otra parte, si los espacios porosos del nivel superior contienen bajas cantidades de humedad, la provisión de a-

gua es el factor limitante y se requerirá una siembra relativa mente profunda. Esto explica porqué las semillas se siembran comúnmente a mayor profundidad en el verano que en el otoño, invierno y principios de primavera (Hartmann y Kester, 1971).

2.7.1.2.2. Temperatura del suelo.- La temperatura del suelo es un factor que cambia según la época del año u hora del día, la profundidad y tipo de suelo. En general puede decirse que en el suelo, a medida que la profundidad es menor; la temperatura es mayor, en tanto que a mayor profundidad las variaciones en temperatura resultan ser menores, por esta razón la temperatura del suelo, en el verano disminuye con la profundidad, mientras que en el invierno aumenta. Esto se comprueba con los datos del Cuadro 1 (Gavande, 1972).

Cuadro 1. Efecto de la profundidad sobre la temperatura en suelos con diferente textura (Yahuma, citado por Baver, 1973).

Profundidad cm	Temperatura °C según el tipo de suelo			
	Arena	Marga	Arcilla	Turba
0	40.0	33.6	21.5	23.2
5	19.4	18.5	13.7	13.9
10	12.3	10.7	7.7	5.4
20	4.8	3.0	2.2	0.7
30	1.6	0.7	0.6	0.3

La temperatura del suelo está íntimamente relacionada con la germinación, emergencia y crecimiento de las plantas. Ya que temperaturas desfavorables pueden ocasionar grandes fallas

en la germinación, obteniéndose plantaciones o poblaciones muy bajas y además, pueden retardar el desarrollo disminuyendo fuertemente no sólo el rendimiento sino también la calidad de los productos (Gavande, 1972).

En base a esto Maití et al. (1984) mencionan que tanto las altas como las bajas temperaturas en las capas superficiales del suelo provocan el secado de las semillas que han iniciado su germinación, además hay pérdidas de humedad, lo cual inducirá a la susceptibilidad de las semillas al efecto de altas temperaturas, y a la formación de la costra del suelo, que puede detener el crecimiento de las plántulas antes y después de la emergencia, e incluso ocasionar el secado (muerte de dichas plántulas).

2.7.2. Profundidad de siembra en frijol.- Refiriendonos específicamente a la profundidad de siembra en el frijol. la SEP (1983) recomienda de 2 a 6 cm de profundidad. En suelos húmedos y fríos, de estructura pesada, se siembran a menor profundidad. En suelos ligeros, de menor humedad y de más alta temperatura se siembra a mayor profundidad.

De acuerdo a encuestas realizadas por Guzmán (1984) hechas a los agricultores de las zonas áridas y semiáridas del Estado de Nuevo León, que se caracterizan por la presencia de vientos secos temperaturas extremas que ocasionan un secado rápido de la superficie del suelo, los agricultores que siembran en condiciones de temporal se ven obligados a utilizar mayores profundidades que los que siembran bajo riego, por lo que en

algunas regiones de Nuevo León, el maíz se siembra en un rango de 5 a 10 cm de profundidad bajo riego y de 10 a 25 cm bajo temporal, mientras que el frijol se siembra en un rango de 4 a 6 cm de profundidad bajo riego y de 7 a 20 cm bajo temporal.

Treviño y García (1984) estudiaron diferentes profundidades de siembra en el ciclo tardío (verano-otoño) y los resultados encontrados en cuanto a días a la emergencia y porcentaje de emergencia, muestran que existe una relación lineal directa, en los días a la emergencia con respecto a la profundidad de siembra, esto quiere decir, que a mayor profundidad se tarda mas días para emerger la plántula. Mientras que en el porcentaje de emergencia se encontró una relación lineal inversa con respecto a la profundidad de siembra, es decir, que a mayor profundidad se presentó un menor porcentaje de plántulas emergidas, concluyeron en base a los resultados obtenidos; que el rango para la profundidad de siembra en el frijol común es de 2 a 8 cm y para el frijol ayocote (Phaseolus coccineus), la profundidad óptima es de 15 cm. Similares resultados a los anteriores obtuvo Cuéllar (1985) y encontró que sembrando a tierra venida existe un rango de profundidades de 4 a 8 cm bajo el cual se logra un buen establecimiento del cultivo de frijol común.

Crespo (1985) en un estudio donde sembró 5 variedades de frijol común a diferentes profundidades, en el ciclo otoño-invierno, encontró una relación lineal directa, de la profundidad de siembra y una relación lineal inversa con respecto al porcentaje de emergencia, recomendando un rango de 2 a 10 cm

en donde se logra un buen desarrollo del cultivo del frijol.

### 3. HIPOTESIS

El vigor de las plántulas se verá afectado por la profundidad de siembra, encontrándose una relación inversa entre estos factores.

Lo anterior, se deberá a que las semillas sembradas a mayores profundidades, tendrán que alargar su hipocotilo a una distancia mayor que las sembradas más superficialmente; además, tendrán que vencer la resistencia que una mayor capa de suelo le ofrece al paso de sus cotiledones, perdiendo consecuentemente energía y tiempo para emerger; mientras que las semillas sembradas a menor profundidad, emergerán más rápidamente y aprovecharán antes la energía solar, dedicándola a la formación y desarrollo de órganos como: la radícula, el tallo y las hojas. Se espera también que el porcentaje de emergencia sea menor a profundidades mayores, ya que las plántulas agotarán las reservas de los cotiledones antes de alcanzar la superficie del suelo. Además, estas condiciones repercutirán en el rendimiento del cultivo, es decir, plántulas menos vigorosas inducirán rendimientos menores.

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Localización geográfica

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de temporal en la Estación Agropecuaria Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León; la cual es localizada en el municipio de Marín, Nuevo León, durante el ciclo primavera-verano de 1985.

Marín, N.L., está situado a los 25°53' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste, teniendo una altura de 375 msnm.

La temperatura promedio anual es de 22°C con una media máxima de 28°C y una mínima de 14°C; la precipitación pluvial es de 500 mm anuales.

El clima es BS<sub>1</sub> (h') hx' (e'), según la clasificación de Köppen modificada por García (1973).

Las condiciones ambientales de precipitación y temperatura diarias que se presentaron durante el experimento aparecen en la Figura 1 del apéndice.

### 4.2. Genotipos utilizados

Se trabajó con los genotipos PHAACU-102 y 125 de frijol tepary (Phaseolus acutifolius). Estos genotipos están entre los más sobresalientes de la región, en cuanto a adaptación y rendimiento de grano, según estudios del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. La semilla fué proporcionada por el Banco de Ger-

moplasma del programa antes mencionado; sus características se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Algunas características de las semillas de los genotipos estudiados.

Características	PHAACU-102	PHAACU-125
Color de la testa de la semilla	Beige	Blanco
Forma de la semilla	Cilíndrica	Elíptica
Peso de 100 semillas	15.47 gr.	11.29 gr.
Volúmen por semilla	0.115 gr.	0.085 gr.
Densidad	1.34 gr/cc	1.32 g/cc
Epoca de cosecha	otoño del 84	otoño del 84

#### 4.3. Tratamientos bajo estudio

Los tratamientos se obtuvieron mediante la combinación de los dos genotipos con cuatro profundidades de siembra.

El rango de profundidad de siembra se definió de acuerdo a trabajos previos realizados por el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la FAUANL, y en base a los utilizados por los agricultores de la región. Se formaron 8 tratamientos, agrupándolos de la siguiente manera:

$$T_1 = P_1G_1$$

$$T_2 = P_1G_2$$

$$T_3 = P_2G_1$$

$$T_4 = P_2G_2$$

$$T_5 = P_3G_1$$

$$T_6 = P_3G_2$$

$$T_7 = P_4G_1$$

$$T_8 = P_4G_2$$

En donde:

$P_1, P_2, P_3$  y  $P_4$  = Profundidad de siembra de 3, 6, 9 y 12 cm.

$G_1$  y  $G_2$  = Genotipos PHAACU - 102 y 125

#### 4.4. Diseño experimental

Los tratamientos se aleatorizaron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar bajo un arreglo factorial, con 4 repeticiones, generándose un total de 32 unidades experimentales.

Cada unidad experimental constó de 4 surcos de 5 m de largo con una separación entre ellos de 60 cm y una distancia entre plantas de 20 cm. Como parcela útil se consideró a los 2 surcos centrales, con eliminación de las cabeceras.

El modelo del diseño estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = M + B_i + P_j + V_k + (PV)_{jk} + E_{ijkl}$$

En donde:

$Y_{ijkl}$  = Variable cuantificada para estimar el vigor de la plántula.

$M$  = Media general de todas las observaciones.

$B_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque sobre el vigor de las plántulas.

$P_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas.

$V_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima variedad sobre el vigor de las plántulas.

$(PV)_{jk}$  = Efecto de la  $j$ -ésima profundidad de siembra sobre la  $k$ -ésima variedad.

$E_{jkl}$  = Efecto del error experimental.

El esquema general de la aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo se muestran en el Cuadro 6A del apéndice.

#### 4.5. Método de siembra

La siembra se efectuó a "tierra venida" el 27 de marzo de 1985. Previamente se realizaron labores de roturación, rastreo, surcado y regado. En el momento en que dio "punto el suelo", con azadón se eliminó la costra que se formó en la superficie del lomo del surco. Sobre el mismo se abrió otro surco que es donde se realizó la siembra.

El procedimiento para depositar la semilla a la profundidad requerida en el tratamiento consistió en los siguientes pasos:

1. Se abría el surco a la profundidad que requería el tratamiento, para ello la profundidad era regulada con una regla y un cordón que con dos estacas se disponía paralelamente al fondo del surco y a todo lo largo del mismo (Figura 2).
2. La semilla se colocaba en el fondo del surco recién formado e inmediatamente se tapaba con la tierra húmeda que previamente había sido desalojada. El nivel a que se rellenaba el surco fue el indicado por el cordón instalado. Se depositaron dos semillas por punto a una distancia de 20 cm.

3. Esta operación se repetía en cada surco en los tratamientos respectivos.
4. Cuando las plántulas habían emergido se aclaró dejando una plántula por punto.

#### 4.6. Toma de datos

Las primeras plantas emergieron al cuarto día después de la siembra (31 de marzo de 1985), a partir de esto, en cada repetición se fueron registrando las emergencias diarias, hasta que hubo un 51% de plántulas emergidas en cada uno de los tratamientos.

Durante el ciclo del experimento se realizaron 3 muestros. El primero se realizó a los 30 días posteriores a la siembra, en la etapa de crecimiento vegetativo. El segundo se realizó a los 54 días después de la siembra, en la fase reproductiva y de fructificación. El tercero y último se llevo a cabo hasta la cosecha, 91 días después de la siembra, en la etapa de llenado y madurez del grano.

#### 4.7. Variables estimadas y método para su cuantificación

Debido a que en la literatura revisada no se encontró unidad de criterio para definir en forma práctica el momento en que la plántula se transforma en planta en el presente trabajo el término plántula define un individuo hasta de 30 días posteriores a la siembra.

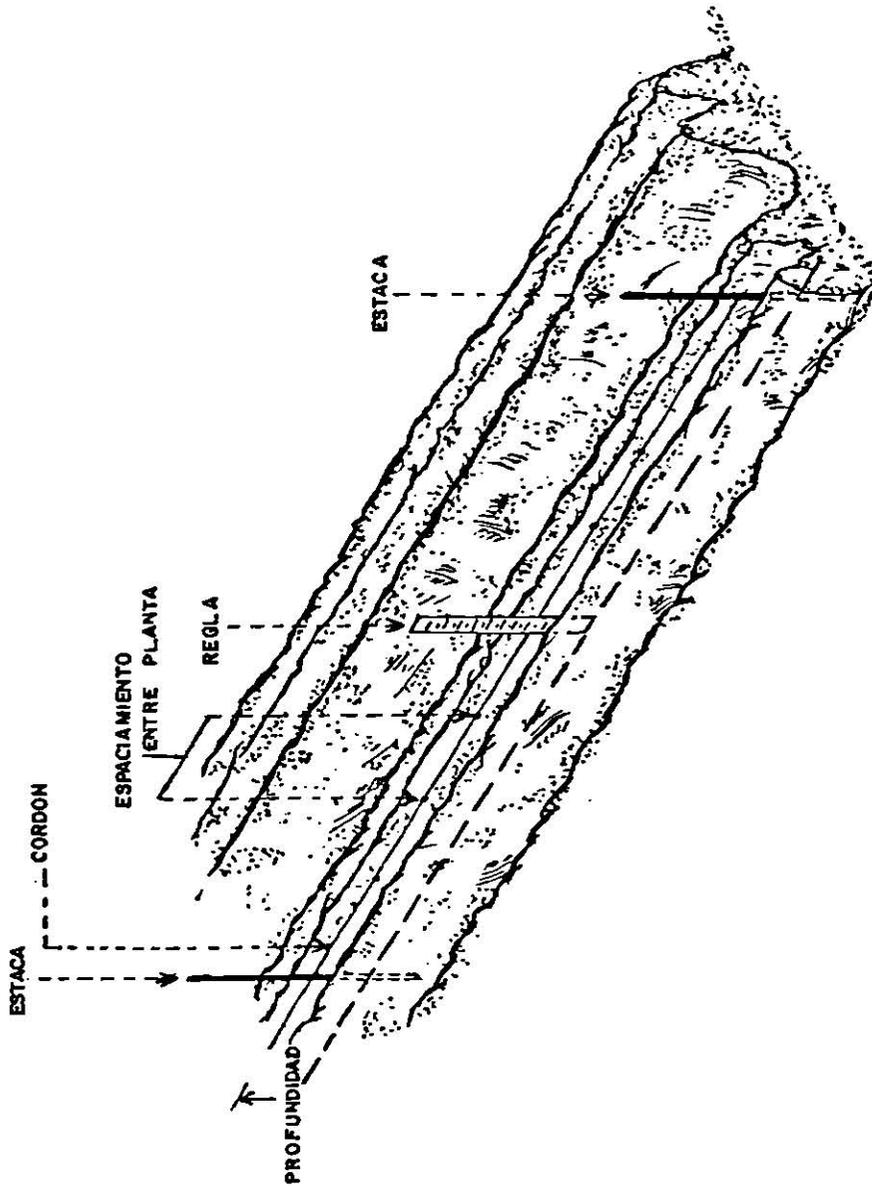


Figura 2. Material y procedimiento que se utilizó para depositar la semilla a la profundidad que requería el tratamiento respectivo.

#### 4.7.1. Morfológicas

4.7.1.1. Area foliar.- Es la superficie foliar total que tiene una plántula. Esta variable se cuantificó a los 30 días después de la siembra, por medio del método gravimétrico que se basa en los siguientes pasos:

1. Se pesa una hoja de papel y se miden sus dimensiones largo y ancho para determinar su área.
2. Sobre hojas de papel del mismo peso se dibujan las hojas de las plántulas individuales, se recortan los dibujos por su contorno, se meten en bolsas de papel glassine previamente identificadas y después se pesan en una balanza.
3. Se determina el área que corresponde al peso de los dibujos recortados de cada plántula por medio de la siguiente ecuación:

$$X = \frac{\text{área de la hoja de papel} \times \text{peso de los dibujos}}{\text{Peso de la hoja de papel}}$$

En donde:

$$X = \text{área de los dibujos recortados} = \text{área foliar de la plántula}$$

4.7.1.2. Vainas por planta.- Representa el total de vainas (normales y vainas vanas) presentes en la planta al momento del muestreo.

Esta variable se cuantificó a los 91 días después de la siembra, para ésto, se cortaron las plantas con competencia completa desde el nivel del suelo. En cada repetición, se procedió a separar de cada planta el total de vainas vanas y nor-

males.

4.7.1.3. Vainas normales por planta.- Es la cantidad de vainas presentes en una planta, que tienen al menos una semilla normal.

Esta variable se cuantificó en forma similar a la anterior.

4.7.1.4. Granos por vaina.- Es la cantidad de granos normales producidos por vaina. Se estimó dividiendo el total de granos por planta entre las vainas normales de la misma. Para cuantificar esta variable se utilizaron las mismas plantas que en las variables anteriores.

#### 4.7.2. Fisiológicas

4.7.2.1. Días a la emergencia.- Es el intervalo de tiempo expresado en días, que comprende desde el día de la siembra hasta el día en que por lo menos el 50% de las plántulas de cada unidad experimental estuvieron emergidas. Se consideró como plántula emergida a aquella cuyo gancho plumular se pudo observar sobre la superficie del suelo. Esta variable se cuantificó desde el día que emergió la primera plántula hasta los siete días posteriores a la siembra.

4.7.2.2. Porcentaje de emergencia.- Es el cociente multiplicado por 100, del número de plántulas emergidas entre el número de semillas sembradas.

A los genotipos PHAACU-102 y 125 se les determinó el porcentaje de emergencia, presentando un 98% y 96% respectivamente, se procedió a ajustar su porcentaje de germinación por la siguiente fórmula:

$$X = \frac{NPE \times 10^4}{NSS \times PSEG}$$

En donde:

- X = Porcentaje de emergencia  
 NPE = Número de plántulas emergidas  
 NSS = Número de semillas sembradas  
 PSEG = Porcentaje de semillas que se espera que germinen  
 $10^4$  = Constante

Las plántulas que emergieron después de los 7 días de la siembra no se tomaron en cuenta para cuantificar esta variable.

4.7.2.3. Peso seco de la parte emergida.- Esta variable se cuantificó a los 30 y 54 días después de la siembra. Se cortaron a nivel del suelo 4 plántulas por unidad experimental, estas se eligieron aleatoriamente, considerando que tuvieran competencia completa. No se consideraron las 3 plantas de las cabeceras del surco.

Las plantas muestreadas se metieron en bolsas de papel previamente identificadas, colocándose para su secado en una estufa (marca Thelco modelo 26) en donde se deshidrataron por un período de 48 horas a una temperatura de 70°C; posteriormente se pesaron en una balanza analítica (marca Sartorius, mode-

lo 2842) registrándose el peso de cada plántula.

4.7.2.4. Peso seco del grano por planta.- Es el peso seco total de los granos normales por planta. Esta variable se cuantificó a los 91 días después de la siembra, siguiendo la metodología descrita en el punto anterior (4.7.2.3.).

#### 4.8. Prácticas culturales

Se eliminaron las malezas que aparecieron en las parcelas experimentales. Además, se realizó una aplicación de Sevin 80% P.H. Cuando el cultivo estaba en floración, para controlar el ataque de diabrotica (Baltea spp. y Undecimpunctata spp.), ya que estaba destruyendo los órganos florales de las plantas de frijol.

#### 4.9. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron agrupados en tablas, se les calculó la media por unidad experimental; éstas fueron ordenadas y codificadas para ser procesadas posteriormente en el Centro de Cómputo y Estadística de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Se utilizó el paquete SPSS-11 (Statistical Package for the Social Sciences), solicitando los análisis de varianza y las correlaciones simples entre las variables bajo estudio.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Días a la emergencia

Se presentaron diferencias altamente significativas del efecto de la profundidad de siembra sobre los días a la emergencia y significativas del genotipo sobre la misma variable (Cuadro 1A).

Las semillas depositadas a 9 y 12 cm de profundidad requirieron entre 5.32 y 6.04 días para emerger, siendo las que más tardaron, mientras que las de 3 y 6 cm; fueron las más rápidas ya que emergieron en 4.39 y 4.72 días (Cuadro 2A). Lo anterior originó una relación directa entre la profundidad de siembra y los días a la emergencia, es decir, a mayor profundidad se requiere de más tiempo para emerger (Figura 3).

Aunque se detectó diferencias significativas entre ambos genotipos, éstas no se consideran de gran importancia, puesto que dichas diferencias son de horas y no de días (Cuadro 2A).

### 5.2. Porcentaje de emergencia

De la misma manera que en la variable anterior, solamente hubo diferencias significativas entre los efectos de las profundidades de siembra sobre el porcentaje de emergencia, no presentándose dichas diferencias por efecto de los genotipos (Cuadro 1A).

La profundidad de siembra de 3 cm fué donde se presentó el mínimo porcentaje de emergencia de 91.96%, y en cambio a las profundidades intermedias de 6, 9 y 12 cm se obtuvieron

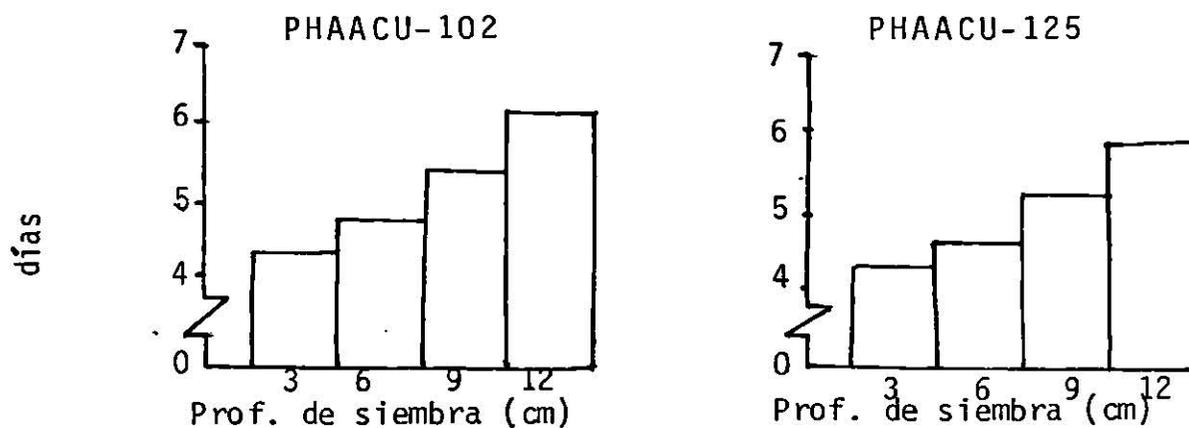


Figura 3. Efecto de la profundidad de siembra sobre los días a la emergencia de los genotipos de frijol tepary (Phaseolus acutifolius), PHAACU-102 y PHAACU-125.

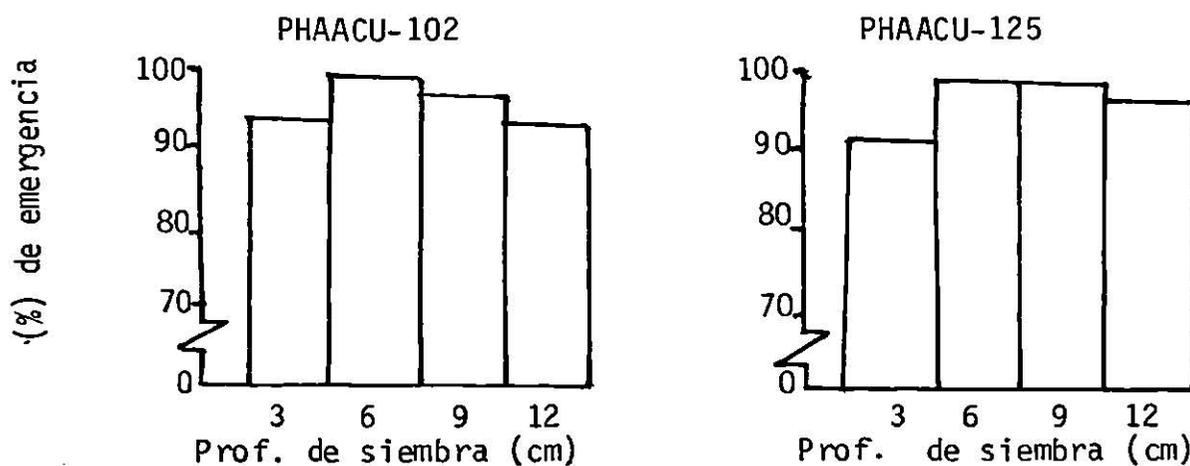


Figura 4. Efecto de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia de los genotipos de frijol tepary (Phaseolus acutifolius) PHAACU-102 y PHAACU-125.

los mayores porcentajes de éstas, variando en un rango de 99.33 a 95.96% respectivamente (Cuadro 2A).

Los porcentajes de emergencia que presentaron ambos genotipos siguieron un comportamiento similar (Figura 4).

### 5.3. Área foliar y peso seco a los 30 días

No presentaron diferencias significativas los efectos de la profundidad de siembra, genotipos e interacción de ambos, sobre las variables área foliar y peso seco a los 30 días (Cuadro 1A y Figura 5 y 6).

### 5.4. Peso seco a los 54 días

A los 54 días de la siembra, se encontraron diferencias altamente significativas de los efectos de la profundidad de siembra sobre el peso seco y significativas del genotipo sobre la misma variable (Cuadro 1A).

La profundidad de siembra de 3 cm fué la que produjo el menor peso seco a los 54 días (8.76 g), mientras que en las profundidades de 6, 9 y 12 cm se observaron los mayores pesos secos (11.11, 10.50 y 9.42 g) respectivamente (Cuadro 3A).

El máximo peso seco a los 54 días lo presentó el genotipo PHAACU-125 (10.52 gr), por el contrario el menor se observó en el genotipo PHAACU-102 con 9.37 gr (Cuadro 3A).

En general, a los 54 días, ambos genotipos manifestaron un comportamiento semejante, en cuanto al peso seco producido en las diferentes profundidades de siembra (Figura 7).

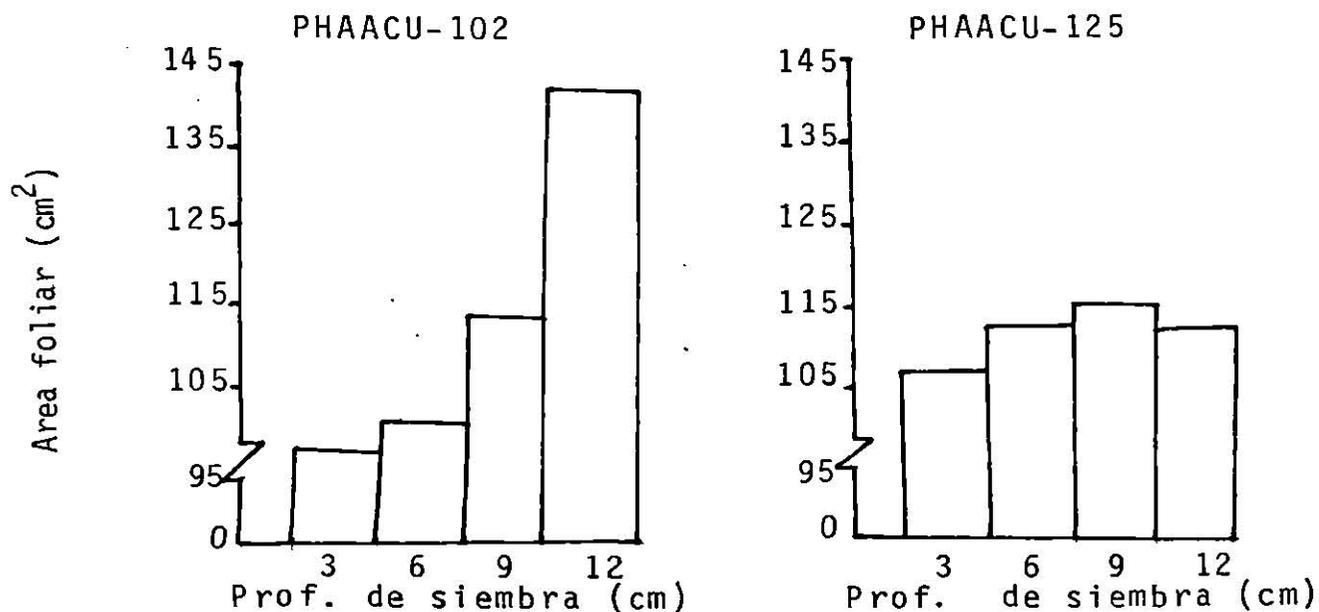


Figura 5. Efecto de la profundidad de siembra sobre el área foliar de los genotipos de frijol tepary (Phaseolus acutifolius PHAACU-102 y PHAACU-125. Se estimó a los 30 días después de la siembra.

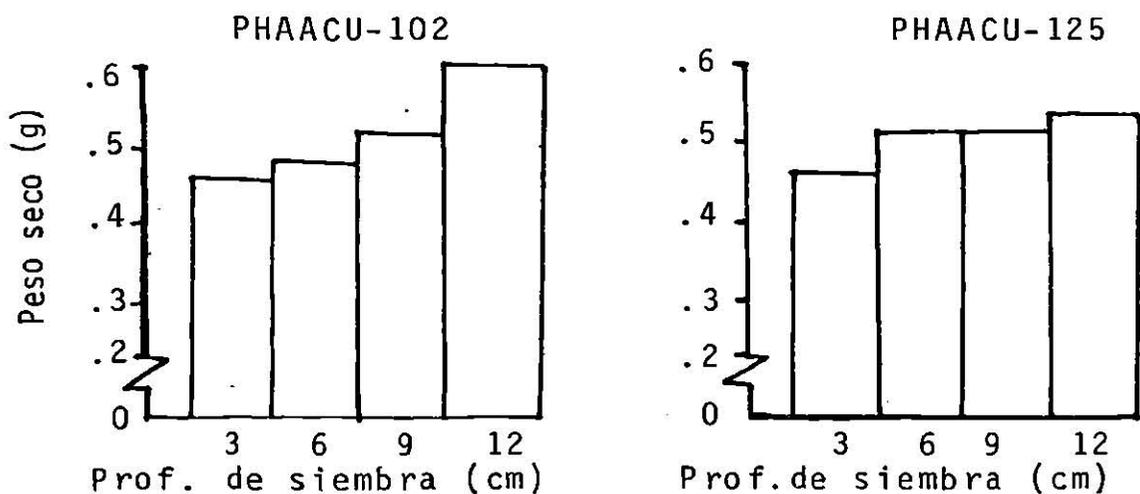


Figura 6. Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco de los genotipos de frijol tepary (Phaseolus acutifolius PHAACU-102 y PHAACU-125. Se estimó a los 30 días después de la siembra.

### 5.5. Vainas por planta

Se observaron diferencias significativas del efecto de la profundidad de siembra sobre las vainas por planta, no así en el efecto del genotipo en esta variable (Cuadro 1A).

En general para ambos genotipos, las profundidades de siembra de 6, 9 y 12 cm, estadísticamente fueron las que mayor producción de vainas por planta presentaron, fluctuando en un rango de 23.78 a 26.08. Se observó la menor cantidad de vainas por planta en la profundidad superficial de 3 cm con 19.89 (Cuadro 4A).

Ambos genotipos presentaron el mismo comportamiento en las vainas producidas por planta, en las diferentes profundidades de siembra (Figura 8).

### 5.6. Vainas normales por planta

De la misma manera que en la variable anterior solamente hubo diferencias significativas entre los efectos de las profundidades de siembra sobre las vainas normales por planta, no presentándose dichas diferencias por efecto de los genotipos (Cuadro 1A).

La profundidad de siembra superficial de 3 cm es donde se encontró la mínima cantidad de vainas normales por planta (18.75); sin embargo, en las profundidades de 6, 9 y 12 cm fué donde se observó la mayor producción de vainas normales por planta: 22.43, 23.12 y 24.47 respectivamente (Cuadro 4A).

Ambos genotipos siguieron tendencias similares en la pro-

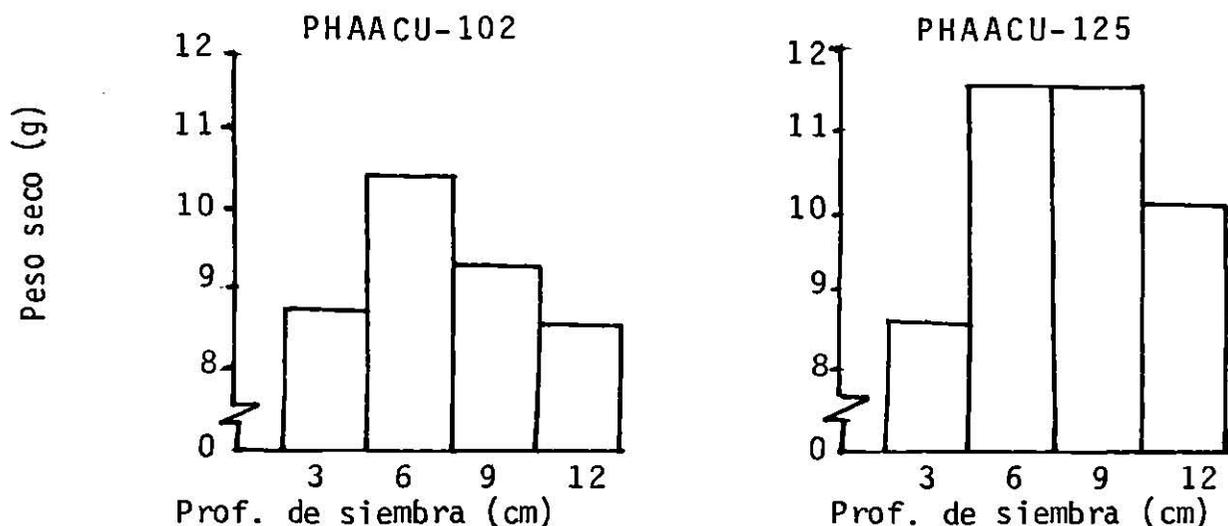


Figura 7. Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco de los genotipos de frijol tepary (Phaseolus acutifolius PHAACU-102 y PHAACU-125). Se estimó a los 54 días posteriores a la siembra.

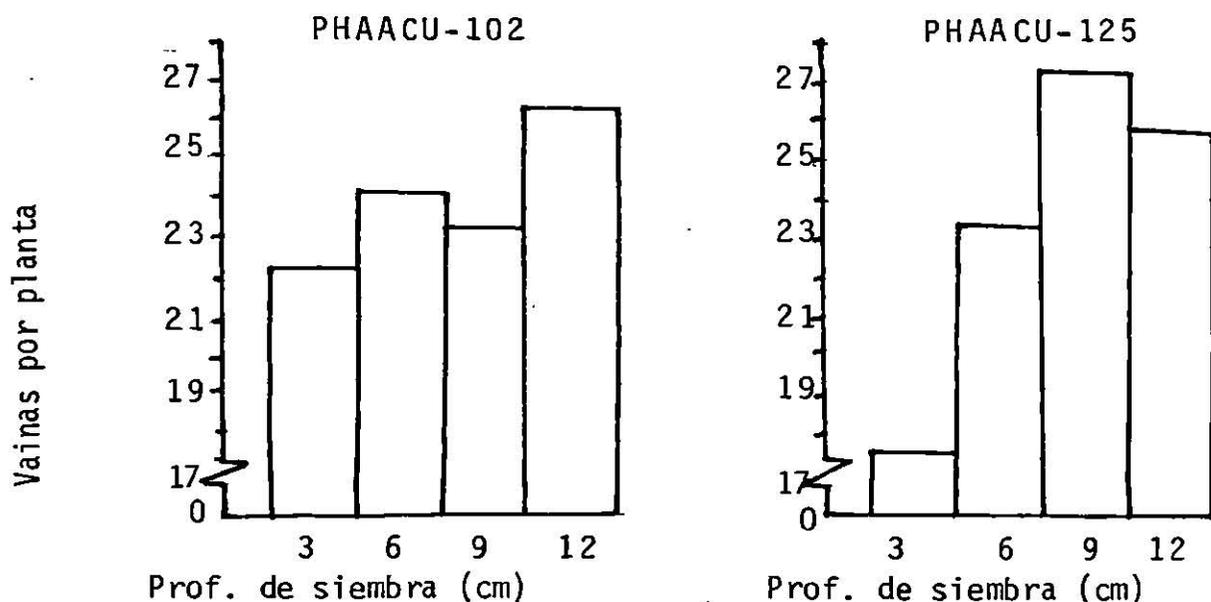


Figura 8. Efecto de la profundidad de siembra sobre las vainas por planta de los genotipos de frijol tepary (Phaseolus acutifolius, PHAACU-102 y PHAACU-125).

ducción de vainas normales por planta en los diferentes tratamientos (Figura 9).

#### 5.7. Granos por vaina

Se presentaron diferencias significativas del efecto de genotipos sobre los granos por vaina, no así en el efecto de la profundidad de siembra sobre esta variable (Cuadro 1A).

La producción de granos por vaina de ambos genotipos siguió la misma tendencia en su comportamiento a las profundidades de siembra estudiadas (Figura 10).

En general el mayor número de granos por vaina lo presentó el genotipo PHAACU-102 (4.57), siendo el genotipo PHAACU-125 el que mostró la menor cantidad de granos por vaina de 4.35 (Cuadro 4A).

#### 5.8. Peso seco del grano por planta

De la misma manera que en la variable anterior solamente se observaron diferencias altamente significativas en el efecto de los genotipos sobre el peso seco del grano por planta, no encontrándose dichas diferencias por el efecto de las profundidades de siembra (Cuadro 1A).

El máximo peso seco del grano por planta, se observó en el genotipo PHAACU-102, con un promedio de 12.42 g, por el contrario el mínimo peso seco lo expresó el genotipo PHAACU-125 con un valor de 8.6 g (Cuadro 4A).

En las diferentes profundidades de siembra, ambos genoti-

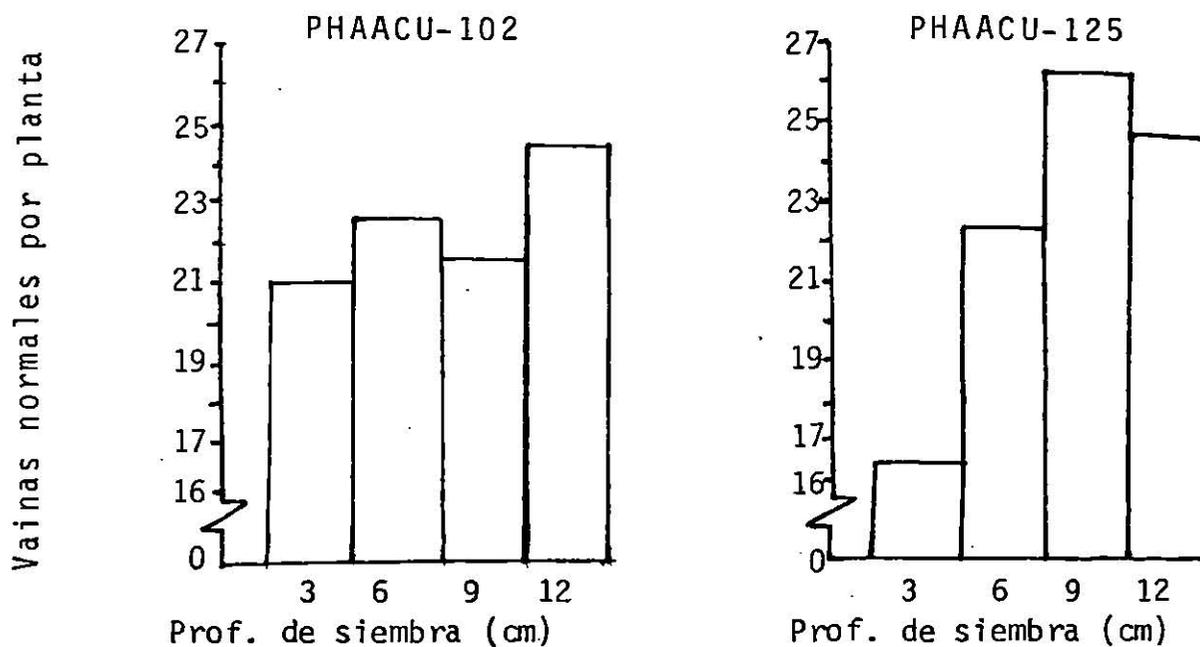


Figura 9. Efecto de la profundidad de siembra sobre las vainas normales por planta de los genotipos de frijol tapary (Phaseolus acutifolius), PHAACU-102 y PHAACU-125.

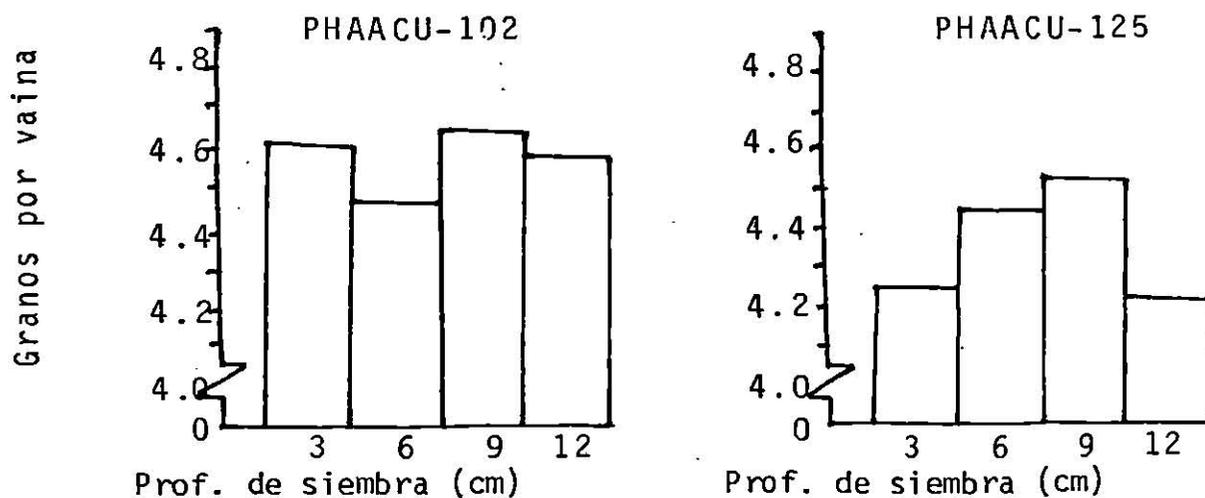


Figura 10. Efecto de la profundidad de siembra sobre los granos por vaina de los genotipos de frijol tapary (Phaseolus acutifolius, PHAACU-102 y PHAACU-125).

pos presentaron un comportamiento similar en la producción de peso seco del grano por planta (Figura 11).

#### 5.9. Relación entre las variables

Unicamente se tomaron en cuenta el peso seco a los 30 días y su relación con los días a la emergencia debido a que de todas las variables estudiadas éstas fueron las que presentaron coeficientes de correlación significativos (Cuadro 5A).

Se encontró que el peso seco a los 30 días dependió de los días en que las plantas tardaron en emerger.

Y no obstante que no se estimó el tipo de regresión entre las variables días a la emergencia y el área foliar, podemos decir, en base a la tendencia que los resultados indican (Figura 3 y 5), que se presentó una relación directa entre ambas variables.

Peso seco del grano por planta (g)

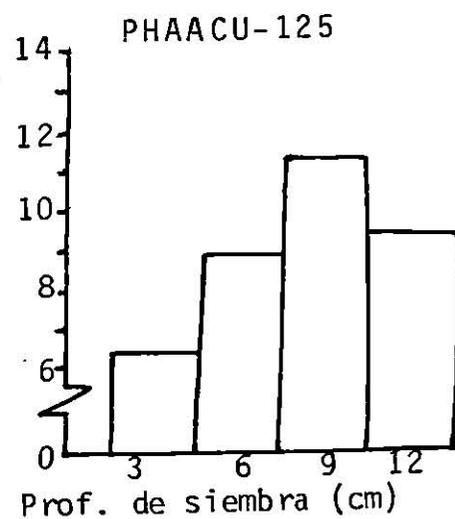
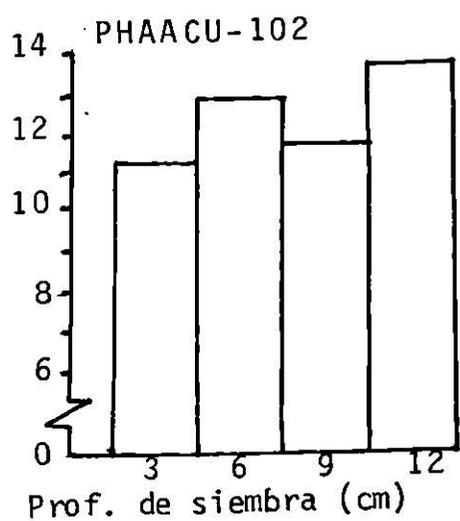


Figura 11. Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco del grano por planta de los genotipos de frijol tepary (Phaseolus acutifolius, PHAACU-102 y PHAACU-125).

## 6. DISCUSION

En base a los resultados obtenidos podemos establecer que la profundidad de siembra no afectó a las variables relevantes para estimar el vigor de las plántulas, como son el área foliar y peso seco (Cuadro 1A), no obstante, se puede afirmar que ella influyó en el establecimiento del cultivo, considerando que la velocidad y porcentaje de emergencia sí fueron afectados (Cuadro 1A).

La velocidad de emergencia disminuyó en relación directa a la profundidad de siembra, ésto se explica en base que a mayor profundidad de siembra la plántula tiene que desplazar sus tejidos una distancia mayor para emerger, además, debe vencer la resistencia que el suelo opone al paso de los cotiledones, por lo que estas plántulas requirieron de mucho más tiempo para emerger a mayores profundidades, repercutiendo ésto en un mayor gasto de energía y por lo tanto explica el porqué en las mayores profundidades disminuyó, aunque en un grado reducido, el porcentaje de emergencia, dado que las plántulas que no llegaron a emerger se les agotó el alimento almacenado antes de llegar a la superficie (Gondé et al. 1965 y Hartmann y Kester, 1971); esto concuerda con los resultados obtenidos por Treviño y García (1984) y Crespo (1985). En el caso de la profundidad superficial (3 cm), la única que presentó diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos y en comparación con éstos presentó el menor porcentaje de emergencia, se puede explicar dado que esta capa de suelo se deseca más rá

pidamente provocando que la semilla se vacíe dificultando su emergencia.

Por otra parte, a los 30 días después de la siembra, el comportamiento del área foliar y el peso seco emergido fué muy similar entre los diferentes tratamientos, sugiriendo que el vigor de las plántulas emergidas no se vió afectado por las diferentes profundidades de siembra, no obstante, se presentó una tendencia que sugiere que las mayores profundidades de siembra incrementan el área foliar y el peso seco emergido (Figura 5 y 6). Estos resultados difieren con los encontrados por Treviño y García (1984), Cuéllar (1985) y Crespo (1985), quienes encontraron una relación inversa del peso seco emergido y el área foliar con las profundidades de siembra, los mismos obtuvieron plantas más vigorosas a 2.5 cm de profundidad y disminuyó el vigor a mayores profundidades (15 y 20 cm). Esto se puede explicar en base al tamaño de la semilla ya que la semilla de esta especie, (acutifolius), es mucho más pequeña que la semilla del vulgaris, por lo que el desplazamiento de sus cotiledones encuentran menos resistencia a través del suelo. Según Maití (1983), una mayor área cotiledonal ocasiona un mayor gasto de energía en las plántulas con emergencia epigea como el frijol común, por lo que se reduce aún más el número de plántulas emergidas en las semillas de mayor tamaño que en las más pequeñas, aún cuando éstas tienen menor cantidad de reservas nutritivas para emerger que las semillas grandes. Además, es necesario considerar que no se dió ningún riego hasta el momento de la cosecha, no obstante lo anterior,

a los 54 días la relación directa entre el área foliar, el peso seco y la profundidad de siembra cambió, siendo las profundidades intermedias en donde se obtuvo el máximo peso seco, coincidiendo en este caso con lo mencionado por Cuéllar (1985) y Crespo (1985), aunque ellos reportan dicha tendencia en una época más temprana (a los 38 días posteriores a la siembra). Ellos explican sus resultados en base al equilibrio que se dá entre la raíz y el vástago en las profundidades intermedias. En nuestro caso dicha explicación no es correcta debido a que al último no recibió ningún riego después de la siembra por lo que el comportamiento de las plántulas en las profundidades intermedias consideramos difícil de interpretar.

Por otra parte, las vainas por planta y vainas normales por planta presentaron una relación directa con respecto a la profundidad de siembra, ésto podría explicarse en base a las condiciones hídricas en que se desarrolló el cultivo. Así, durante el inicio del ciclo la disponibilidad de agua fué mayor, y aunque las variables días a la emergencia y el porcentaje de emergencia presentaron diferencias estadísticas (aunque en grado reducido) no sucedió así con el área foliar y el peso seco a los 30 días de la siembra, época en la cual el cultivo tenía a su disposición suficiente agua, puesto que a los 15 días posteriores a la siembra se presentó una precipitación de 140 mm. Aunque no tenemos antecedentes de la especie en estudio podríamos pensar que las plantas sembradas a mayor profundidad se vieron favorecidas por el agua almacenada en las capas mas profundas, en comparación con las que se sembraron más su-

pérficialmente, ya que como se mencionó anteriormente no se aplicó ningún riego desde que se presentó dicha precipitación hasta la cosecha.

Por otra parte, no obstante que se presentaron diferencias de vainas por planta y vainas normales por planta, ésto no fué suficiente para que se reflejara en una diferencia entre el rendimiento de los diferentes tratamientos. Además es necesario mencionar que casi en todos los tratamientos los granos por vaina fueron similares.

Todo lo anterior nos lleva a sugerir que bajo las condiciones en que se desarrolló el cultivo las plantas sembradas a mayor profundidad hicieron un mejor aprovechamiento de la humedad ya que sus raíces se desarrollaron en capas del suelo más profundas y por lo tanto mas protegidas de la desecación como sucedió en las capas superficiales.

Podríamos decir que la hipótesis planteada en el presente experimento, de que el vigor de las plántulas se verá afectado en relación inversa por la profundidad de siembra, se rechaza ya que los resultados sugieren lo contrario. Por lo tanto la profundidad de siembra influyó en una relación directa con el vigor de las plántulas, y también favoreció en la misma relación el establecimiento del cultivo. Sin embargo estas relaciones no se reflejaron en el rendimiento final del cultivo.

Es necesario continuar con estos estudios, por una parte para verificar los resultados obtenidos y por otra observar el comportamiento en otras condiciones de siembra, como podrían ser buena humedad y diferentes épocas de cultivo.

## 7. CONCLUSIONES

1. La profundidad de siembra influyó en el establecimiento del cultivo al afectar en una relación directa la velocidad y el porcentaje de emergencia; es decir, éstas fueron mayores a medida que la profundidad de siembra aumentó.
2. Considerando al peso seco y el área foliar como estimadores del vigor de las plántulas, éste no fué afectado en una forma significativa por la profundidad de siembra.
3. Se rechaza la hipótesis de que a mayor profundidad de siembra se ocasiona mayor gasto de energía en la emergencia de las plántulas, lo cual repercute en un menor vigor de las mismas, reflejándose esto en el rendimiento.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Baver, L.D., W.H. Gardner y W.R. Gardner. 1973. Física de suelos. J.M. Rodríguez, traductor. UTEHA. México 529 p.
- Crespo M., I.J. 1985. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de la plántula de cinco variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Cronquist, A. 1977. Introducción a la Botánica. A. Marino A., traductor. Segunda edición. CECSA. México. 848 p.
- Cordóba, C.V. 1976. Fisiología Vegetal. H. Blume ediciones. Rosario, Madrid. 439 p.
- Cuéllar D., G. 1985. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Delorit, R.J. y H.L. Ahlgren. 1970. Producción Agrícola. A Marino A., traductor. CECSA. México. 783 p.
- Devlin, R.M. 1975. Fisiología Vegetal. X. Llimona P., traductor. Segunda edición. Omega, S.A. Barcelona. 468 p.
- Diehl, R., J.M. Mateo B. y P. Urbano T. 1973. Fitotecnia General. Mundi-Prensa. España. 814 p.
- Edmond, J.B., T.L. Senn, y F.S. Andrews. 1976. Principios de Horticultura. F. Garza F., traductor. Tercera edición. CECSA. México. 575 p.

- Fuller, H.J., Z.B. Carothers, W.W. Payne y M.K. Balbach. 1974. Botánica. C. Gerhard O., traductor. Quinta edición. Interamericana. México. 512 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. Segunda edición. Editado en la U.N.A.M. México. 246 p.
- Gavande, S.A. 1972. Física de Suelos, Principios y Aplicaciones. Limusa, S.A. México. 351 p.
- Greulach, V.A. y J.E. Adams. 1970. Las plantas, introducción a la Botánica Moderna. Limusa-Wiley, S.A. México. 679 p.
- Gondé, H., G. Carré y Ph. Jussiaux. 1965. Lecciones de agricultura. J. Ramírez., traductor. Aguilar, S.A. Madrid España. 645 p.
- Guzmán B., G. 1984. Problemática en la producción de cultivos básicos en la sub-región de lomeríos suaves de las zonas bajas de Nuevo León. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Hartmann, H.T. y D.E. Kester 1971. Propagación de plantas, principios y prácticas. A. Marino A., traductor. CECOSA. México. 814 p.
- Holman, R.M. y W.W. Robbins. 1965. Botánica General. E. Beltrán., traductor. UTEHA. México. 632 p.
- James, W.O. 1967. Introducción a la fisiología vegetal. X. Llimona P., traductor. Sexta edición. EOSA, Barcelona. 328 p.

- León, G.A. 1968. Fundamentos científico-naturales de la producción agrícola. Segunda edición. Salvat, S.A. Barcelona, España. 814 p.
- Lepiz, I.R. y F.J. Navarro S. 1983. Frijol en el noreste de México; tecnología y producción. SARH. México. 218 p.
- Maití, R.K. 1983. Evaluación del sorgo bajo condiciones de "stress" múltiple en los trópicos semiáridos del noreste de México. Centro de Investigaciones Agropecuarias. Folleto N° 1. Editado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Maití, 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. Editado en la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 77 p.
- Martin, J.H. 1976. Principles of field crop production. Third edition. MacMillan publishing co. New York pp. 203-204.
- Meyer, B.S., D.B. Anderson y R.H. Böhning. 1972. Introducción a la fisiología vegetal. L. Guibert y R. Pitterbarg., traductor. Tercera edición. EUBA Argentina, 579 p.
- Raven, P.H. y H. Curtis 1975. Biología vegetal. X. Llimona P. y A.M. Hernández C., traductor. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 716 p.
- Ray, P.M. 1975. La planta viviente. A. Marino A., traductor. CECSA. México. 272 p.

- Robbins, W.W., T.E. Weier y C.R. Stocking. 1974. Botánica. Limusa. México. 608 p.
- Robles S., R. 1975. Producción de granos y forrajes. Limusa. México. 591 p.
- Rojas G., M. y M. Rovalo M. 1981. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. Calypso, S.A. México. 262 p.
- Ruiz O., M., D. Nieto R. y I. Larios R. 1977. Tratado elemental de botánica. Decimacuarta edición. ECLALSA. México. 730 p.
- Secretaría de Educación Pública. 1983. Frijol y chícharo. Manual para la educación agropecuaria. Area producción vegetal. Trillas, S.A. México. 58 p.
- Secretaría de Educación Pública 1984. Cultivos básicos. Manual para la educación agropecuaria. Area producción vegetal. Trillas, S.A. México. 72 p.
- Sinnott, E.W. y K.S. Wilson 1965. Botánica, principios y problemas O.H. Brauer, traductor. CECSA. México. 584 p.
- Sivori, E.M., E.R. Montaldi y O.H. Caso. 1980. Fisiología vegetal. Hemisferio sur, S.A. Buenos Aires, Argentina. 681 p.
- Treviño del R., E. y E. García S. 1984. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas de maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus spp.). Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Valla, J.J. 1979. Botánica, morfología de las plantas superiores. EHSSABA. Argentina. 332 p.

- Villee, C.A. 1974. Biología. V. Agust A., traductor. Sexta edición. Interamericana. México, S.A. 820 p.
- Weier, T.E., C.R. Stocking y M.G. Barbour. 1979. Botánica. Quinta edición. Limusa. México, S.A. 741 p.
- Wilson, C.L. y W.E. Loomis, 1968. Botánica. I.L. de Coll., traductor. UTEHA. México. 682 p.

## 9. APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza y coeficientes de variación (CV) para las variables estimadores del vigor de las plántulas de frijol.

Variables	Días a la emergencia		Porcentaje de emergencia		Area foliar a los 30 días		Peso seco a los 30 días		Peso seco a los 54 días	
	G.L.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.
Fuente de variación										
Profundidad	3	0.508**	530.319*	2881.089NS.	0.041NS.	26.812**				
Variedad	1	0.012*	25.532NS.	39.118NS.	0.001NS.	10.500*				
Prof x Var.	3	0.001NS.	27.549NS.	2337.412NS.	0.012NS.	6.689NS.				
Error	21	0.042	805.759	12323.205	0.236	33.045				
Total	31	0.573	1506.134	34470.199	0.425	91.278				
CV (%)		5.43	7.63	21.52	20.56	12.60				

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

N.S. No Significativo

Cuadro 1A. Continuación

Variables	Vainas por Planta		Vainas normales por planta		Granos por vaina		Peso seco del grano por planta	
	G.L.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.	S.C.
Fuente de variación								
Profundidad	3	1.776*	1.621*	0.003NS.	0.003NS.	30.988NS.		
Variedad	1	0.028NS.	0.016NS.	0.015*	0.015**	104.232**		
Prof x Var.	3	0.354NS.	0.511NS.	0.006NS.	0.006NS.	5.151NS.		
Error	19	2.764	2.506	0.037	0.037	110.805		
Total	29	6.033	5.764	0.085	0.085	300.755		
CV(%)		7.72	18.16	1.11	1.11	22.69		

Cuadro 2A. Comparaciones de medias de profundidades y genotipos para las variables días a la emergencia y porcentaje de emergencia.

	Días a la emergencia		Porcentaje de emergencia	
Profundidad	Media	DMSH(.05)=0.30	Media	DMSH(.05)=7.32
3	4.39	d	91.96	b
6	4.72	c	99.33	a
9	5.32	b	98.59	a
12	6.04	a	95.96	a
Genotipo	Media	DMSH(.05)=0.16	Media	DMSH(.05)
PHAACU-102	5.22	a	95.98	
PHAACU-125	5.02	b	96.75	
CV(%)	5.43		7.63	

Cuadro 3A. Comparaciones de medias de profundidades y genotipos para las variables área foliar ( $\text{cm}^2$ ), pesos secos (g), en el cultivo de frijol tapary, estimados a los 30 y 54 días posteriores a la siembra.

	Area foliar ( $\text{cm}^2$ )		PS' a los 30 días (g)		PS' a los 54 días (g)	
	Media	DMSH (.05)	Media	DMSH (.05)	Media	DMSH (.05)=1.74
Profundidad						
3	102.15		0.46		8.76	b
6	106.90		0.50		11.11	a
9	113.72		0.51		10.50	a
12	127.34		0.56		9.42	a
Genotipo						
PHAACU-102	113.63		0.52		9.37	a
PHAACU-125	111.42		0.50		10.52	b
CV(%)	21.56		20.56		12.60	
PS' Peso seco						
DMSH Diferencia mínima significativa honesta						

Cuadro 4A. Comparaciones de medias de profundidades y genotipos para las variables vainas por planta, vainas normales por planta, granos por vaina y peso seco del grano por planta (g), en el cultivo de frijol tepary.

Profundidad	Vainas por planta		Vainas normales por planta		Granos por vaina		Peso seco del grano por planta	
	Media	DMSH(.05)=5.42	Media	DMSH(.05)=5.05	Media	DMSH(.05)	Media	DMSH(.05)
3	19.89	b	18.75	b	4.42		8.89	
6	23.78	a	22.43	a	4.46		10.80	
9	24.50	a	23.12	a	4.59		11.55	
12	26.08	a	24.47	a	4.44		11.54	
Genotipo	Media	DMSH(.05)	Media	DMSH(.05)	Media	DMSH(.05)=0.15	Media	DMSH(.05)=1.78
PHAACU-102	23.88		22.36		4.57	a	12.42	a
PHAACU-125	23.06		21.87		4.35	b	8.60	b
CV(%)	7.72		18.16		1.11		22.69	

Cuadro 5A. Correlaciones entre las variables

Variables	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>
Días a la emergencia (X <sub>1</sub> )	—	-0.0130 <sup>NS</sup>	0.3267 <sup>NS</sup>	0.3617 <sup>*</sup>	-0.0006 <sup>NS</sup>	0.0656 <sup>NS</sup>	0.0583 <sup>NS</sup>	0.1248 <sup>NS</sup>	0.0148 <sup>NS</sup>
Porcentaje de emergencia (X <sub>2</sub> )		—	0.0662 <sup>NS</sup>	0.1998 <sup>NS</sup>	0.1485 <sup>NS</sup>	0.1785 <sup>NS</sup>	0.1802 <sup>NS</sup>	0.0662 <sup>NS</sup>	0.1506 <sup>NS</sup>
Area foliar a los 30 días (X <sub>3</sub> )			—	0.9183 <sup>**</sup>	-0.0091 <sup>NS</sup>	-0.2419 <sup>NS</sup>	-0.2254 <sup>NS</sup>	0.2418 <sup>NS</sup>	-0.2603 <sup>NS</sup>
Peso seco a los 30 días (X <sub>4</sub> )				—	0.0084 <sup>NS</sup>	-0.2030 <sup>NS</sup>	-0.1853 <sup>NS</sup>	0.2542 <sup>NS</sup>	-0.2275 <sup>NS</sup>
Peso seco a los 54 días (X <sub>5</sub> )					—	0.4864 <sup>**</sup>	0.4925 <sup>**</sup>	0.1038 <sup>NS</sup>	0.4501 <sup>*</sup>
Vainas por planta (X <sub>6</sub> )						—	0.9991 <sup>**</sup>	0.5902 <sup>**</sup>	0.9896 <sup>**</sup>
Vainas normales por planta (X <sub>7</sub> )							—	0.5924 <sup>**</sup>	0.9910 <sup>**</sup>
Granos por vaina (X <sub>8</sub> )								—	0.7604 <sup>**</sup>
Peso seco del grano por planta (X <sub>9</sub> )									—

\* Correlación significativa

\*\* Correlación altamente significativa

NS Correlación no significativa

Cuadro 6A. Aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo.  
 Orden de los números: Profundidad (cm), Variedad (1: PHAACU-102 y 2: PHAACU-125).

Repetición I	Repetición II	Repetición III	Repetición IV
06-2	06-2	06-1	06-2
12-1	09-1	06-2	03-1
12-2	12-2	09-1	12-1
09-1	09-2	03-1	09-2
03-1	06-1	12-1	06-1
03-2	12-1	12-2	03-2
06-1	03-2	03-2	09-1
09-2	03-1	09-2	12-2

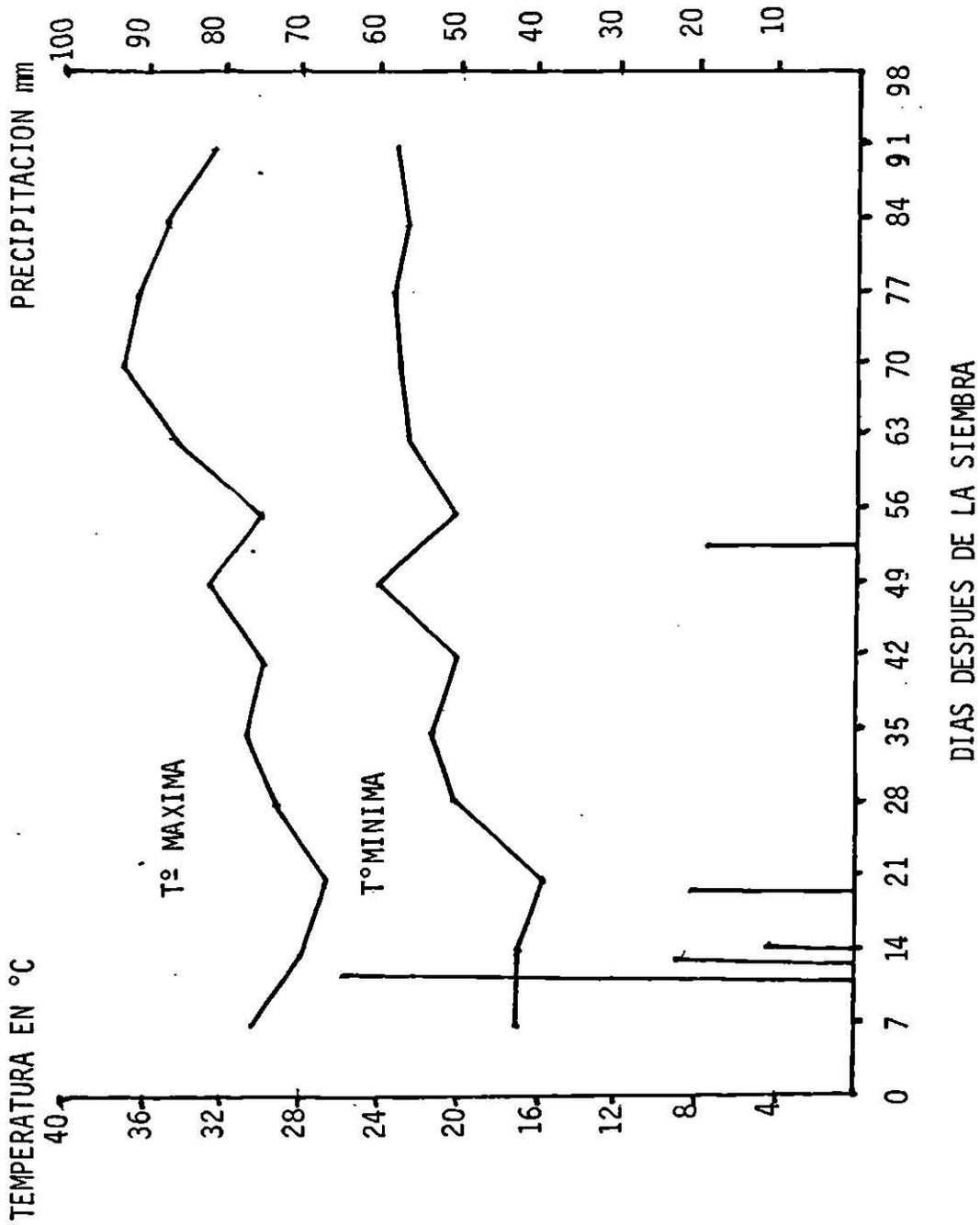


Figura 1. Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo.

006926

