

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA  
SOBRE EL VIGOR DE LAS PLANTULAS DE FRIJOL

(Phaseolus vulgaris L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA  
GABRIEL CUELLAR DIAZ

MARIN, N. L.

JULIO DE 1985

T

SB327

C8

c.1



1080061713

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA  
SOBRE EL VIGOR DE LAS PLANTULAS DE FRIJOL  
(Phaseolus vulgaris L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA  
GABRIEL CUELLAR DIAZ

MARIN, N. L.

JULIO DE 1985

2806 *[Signature]*

T  
SB317  
C8

040.635  
FA9  
1985  
C5



## AGRADECIMIENTO

- A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por los conocimientos adquiridos a través de mis estudios, los cuales me permitieron la realización de esta investigación.
- Al Proyecto de Mejoramiento de Maiz, Frijol y Sorgo de la P.A.U.A.N.L., por el material de campo proporcionado en las diferentes etapas de esta investigación.

### A los maestros:

- Ing. Agr. Cesáreo Guzmán Flores, por la gran ayuda que me brindó en los diferentes problemas que se me presentaron a nivel de campo y a nivel científico.
  - M.C. Gilberto Salinas García, por las sugerencias brindadas para la interpretación y presentación de las diferentes variables cuantificadas.
  - Biol. Elizabeth Cárdenas Coronado, por las correcciones ortográficas y de redacción a al presente trabajo.
  - M.C. Leonel Romero Herrera, a ayuda proporcionada a nivel estadístico
- 
- A mis compañeros y amigos, por el afecto y apoyo que me han manifestado a través del tiempo.

## DEDICATORIA

A mis padres:

ELEODORO CUELLAR BRAVO

SOCORRO DIAZ RAMOS

Por el amor y cariño que nos han manifestado a través de su vida y por el apoyo moral que nos han manifestado a través de sus consejos y experiencias.

A mis hermanos:

Especialmente a mis hermanos José Luis y Rodrigo Cuéllar Díaz ( Q.E.P.D. ), por mostrarme el camino de la verdad y el amor a través de su comportamiento y por enseñarme a luchar por lo que quiero.

A mi país:

Para que el espíritu de lucha de sus hombres sobrepase los límites del conocimiento actual y formen una nación más justa y honrrada, en donde los hombres desarrollen toda su capacidad productiva.

## INDICE

	PAGINA
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.	vii
RESUMEN.	xi
1. INTRODUCCION.	1.
2. REVISION DE LITERATURA.	3.
2.1 Taxonomía.	3.
2.2 Estructura de la semilla.	3.
2.3 Germinación.	4.
2.3.1 Imbibición	5.
2.3.2 Hidratación      enzimas hidrolíticas y sintéticas.	5.
2.3.3 División y alargamiento celular.	6.
2.4 Condiciones necesarias para la germinación	6.
2.4.1 Condiciones intrínsecas.	6.
2.4.2 Condiciones extrínsecas.	6.
2.4.2.1 El aire.	6.
2.4.2.1 El agua.	7.
2.4.2.3 La temperatura.	9.
2.5 Emergencia.	10.
2.5.1 Emergencia en frijol.	11.
2.6 Factores que intervienen en la emergencia.	12.
2.6.1 Tamaño, peso y densidad de las semillas.	13.
2.6.2 Vigor de la semilla.	13.
2.6.3 Encostramiento y compactación.	14.
2.6.4 Temperatura del suelo.	14.
2.7 Fenómenos fotomorfogénicos que intervienen en la emergencia.	16.
2.7.1 Fitocromo.	16.

2.8	Morfología de la plántula.	17.
2.8.1	Morfología de la plántula de frijol.	18.
2.9	Profundidad de siembra.	19.
2.9.1	Factores intrínsecos.	20.
2.9.1.1	Tamaño de la semilla.	20.
2.9.1.2	Tipo de emergencia.	20.
2.9.1.3	Porcentaje de emergencia y vigor de las plántulas.	21.
2.9.2	Factores extrínsecos.	23.
2.9.2.1	Humedad del suelo.	23.
2.9.2.2	Textura del suelo.	24.
3.	HIPOTESIS.	26.
4.	MATERIALES Y METODOS.	27.
4.1	Localidad	27.
4.2	Genotipos utilizados.	27.
4.3	Tratamientos bajo estudio.	28.
4.4	Diseño experimental.	29.
4.5	Variables estimadas y método para su cuantificación.	29.
4.6	Método de siembra.	32.
4.7	Prácticas culturales.	32.
4.8	Análisis estadístico.	33.
5.	RESULTADOS.	34.
5.1	Días a la emergencia.	34.
5.2	Porcentaje de emergencia.	36.
5.3	Altura del tallo emergido.	38.
5.4	Area foliar.	40.
5.5	Peso seco de la parte emergida.	42.
5.6	Peso seco de la parte inmersa.	43.

	PAGINA
5.7 Longitud radical.	45.
6. DISCUSION.	48.
7. CONCLUSIONES.	54.
8. BIBLIOGRAFIA.	55.
9. APENDICE.	59.

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	TITULO	PAGINA
<u>Cuadros del texto:</u>		
1	Composición del aire del suelo y su variación con la profundidad, en un suelo la <u>marginot</u> con drenaje normal y deficiente, sembrado con café en el área de Turrialba, Costa Rica.	8
2	Germinación en el laboratorio y emergencia en el campo de lotes de semillas de Chicha <u>ro</u> , en suelos con diferentes porcentajes de humedad.	11
3	Efecto de la profundidad del suelo sobre la temperatura del mismo.	15
<u>Cuadros del apéndice:</u>		
1	Análisis de varianza y coeficiente de variación(CV) para las variables estimadoras del vigor de las plántulas de frijol.	60.
2	Comparaciones de medias de profundidades para la variable días a la emergencia en el cultivo de frijol.	61.
3	Comparación de medias de la interacción profundidades por variedades para la variable días a la emergencia en el cultivo de frijol.	61.
4	Comparaciones de medias de profundidades para la variable porcentaje de emergencia en el cultivo de frijol.	62.

CUADRO	TITULO	PAGINA
5	Comparaciones de medias de la interacción profundidades por variedades para la variable porcentaje de emergencia en el cultivo de frijol.	62.
6	Comparaciones de medias de profundidades para la variable altura del tallo emergido en el cultivo de frijol, estimadas a los 14 días después de la siembra.	63.
7	Comparaciones de medias de profundidades para la variable longitud radical en el cultivo de frijol, estimadas a los 38 días después de la siembra.	63.
8	Análisis de regresión lineal simple, coeficientes de determinación ( $R^2$ ) y pendiente de la recta de regresión ( $\hat{B}_1$ ), para las variables estimadoras del vigor de las plántulas de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano.	64.

FIGURA	TITULO	PAGINA
--------	--------	--------

Figuras del texto:

1	Efecto de la profundidad de siembra sobre la variable días a la emergencia, en los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano.	35.
2	Efecto de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia en los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimado hasta los 15 días de la siembra.	35.

FIGURA	TITULO	PAGINA
3	Representación gráfica de la interacción profundidad por variedades, para la variable días a la emergencia, en el cultivo de frijol.	37.
4	Representación gráfica de la interacción profundidades por variedades, para la variable porcentaje de emergencia, en el cultivo de frijol.	37.
5	Efecto de la profundidad de siembra sobre la altura del tallo emergido de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 14 días después de la siembra.	39.
6	Efecto de la profundidad de siembra sobre la altura del tallo emergido de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 38 días después de la siembra.	39.
7	Efecto de la profundidad de siembra sobre el área foliar de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 15 días después de la siembra.	41.
8	Efecto de la profundidad de siembra sobre el área foliar de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 38 días después de la siembra.	41.
9	Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco emergido de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimado a los 15 días después de la siembra.	44.

FIGURA	TITULO	PAGINA
10	Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco emergido de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimado a los 38 días después de la siembra.	44.
11	Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco inmerso de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimado a los 38 días después de la siembra.	46.
12	Efecto de la profundidad de siembra sobre la longitud radical de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 38 días después de la siembra.	46.

Figuras del apéndice:

1	Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo.	65.
---	---	-----

## RESUMEN

Se estudió el efecto de la profundidad de siembra sobre el comportamiento del vigor de las plántulas de frijol (Phaseolus vulgaris L. ). Se estableció un experimento en el vivero " El Canadá ", ubicado en el Municipio de Gral. Escobedo, Nuevo León. Se utilizaron los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano. La semilla de ambos genotipos se sembró a las profundidades de 0,2,4,6,8,10,12,14 y 16 cm. Los tratamientos se distribuyeron completamente al azar bajo un arreglo factorial  $2^n$ , donde el primer factor fué la profundidad de siembra con sus 9 niveles y el segundo los genotipos.

La siembra se realizó a " tierra venida " en un suelo de textura arcillosa. Se cuantificaron 7 variables para estimar el vigor de las plántulas, algunas en dos etapas de desarrollo del cultivo; es decir, a los 15 y 38 días después de la siembra.

Los resultados sobresalientes son:

- a) Días a la emergencia. Se encontró una relación inversa entre la velocidad de emergencia y la profundidad de siembra, ésto sucedió de los 2 a 16 cm de profundidad en el Pinto Americano y de los 4 a 16 cm en el cultivar Jamapa. Mientras que en la profundidad de 0 cm la emergencia fué nula ( 0 % de emergencia ), debido a la escasa humedad que permitió la germinación más no la emergencia de las semillas sembradas a 0 cm.
- b) Porcentaje de emergencia. El efecto de la profundidad de siembra sobre esta variable fué similar al ocasionado en la variable anterior, es decir se presentó una relación inversa en las profundidades de 2 a 16 cm en el Pinto Ame

ricano y de 4 a 16 cm en el cultivar Jamapa. Mientras que a 0 cm de profundidad la emergencia fué de 0 %.

- c) Altura del tallo emergido. A los 14 días después de la siembra se encontró una relación lineal inversa de esta variable con la profundidad de siembra. Mientras que a los 38 días de la siembra esta relación únicamente perduró en el Pinto Americano.
- d) Area foliar. Únicamente se encontró una relación lineal inversa de esta variable a los 38 días después de la siembra en el cultivar Pinto Americano. El análisis de varianza a los 15 y 38 días después de la siembra, no reportó diferencias significativas en las fuentes de variación.
- e) Peso seco de la parte emergida. Tanto a los 15 y 38 días después de la siembra, no se encontró una relación lineal de esta variable con la profundidad de siembra. Por otro lado, el análisis de varianza calculado a los 15 y 38 días después de la siembra, únicamente reporta diferencias significativas entre cultivares a los 15 días después de la siembra.
- f) Peso seco de la parte inmersa. No se encontró una relación lineal evidente de esta variable con la profundidad de siembra.
- g) Longitud radical. Se encontró una relación lineal inversa entre esta variable y la profundidad de siembra. La máxima longitud radical se presentó en las profundidades de 2,4,6 y 8 cm.

## 1. INTRODUCCION

Una de las etapas que tiene mayor influencia sobre la producción final del cultivo, es la comprendida desde la siembra hasta la emergencia, ya que afecta a la densidad de población y al aprovechamiento del suelo y el agua; además, esta etapa es afectada por una gran diversidad de condiciones, como son: la humedad y la temperatura del suelo, el encostramiento, la salinidad, las plagas y enfermedades, la preparación de la cama de siembra, la calidad de la semilla, la dormancia, la habilidad para emerger y la profundidad de siembra( 20 ).

La profundidad de siembra es un factor de manejo de cultivo, que influye en la duración de la etapa siembra-emergencia y en el porcentaje de emergencia, lo cual repercute en la densidad de población. Por otro lado, se ha observado que en diversas especies, las profundidades extremas ocasionan ahilamiento en los tallos de las plántulas, provocando un vigor inicial reducido, debido a las pocas reservas que le quedan a la plántula para la elaboración de las primeras hojas y tallo( 34 ).

Es recomendable definir esta práctica antes del establecimiento del cultivo; sin embargo, la escasa uniformidad de criterio y la amplia variación en las condiciones climáticas, edáficas, económicas y culturales de las localidades en las cuales se practica la agricultura, han conducido a la utilización de diferentes profundidades de siembra en una misma especie o cultivar.

La superficie agrícola de las zonas áridas y semiáridas del Noreste de México y específicamente de las regiones ba-

jas del Estado de Nuevo León, se caracteriza por ser de temporal o de riego inseguro, lo cual aunado a las altas fluctuaciones de temperatura, a los vientos secos y a las propiedades físicas del suelo, conducen a un secado rápido de las capas superficiales del mismo, provocando cuando la profundidad de siembra es muy somera, que la semilla quede expuesta en la parte superior del suelo a los factores que provocan un secado rápido del suelo; o cuando es muy profunda, la emergencia se retrasa y se reduce, debido a que muchas plantas agotan sus reservas antes de salir a la superficie( 20 ).

De acuerdo con lo anterior, los agricultores de la zona consideran que los objetivos más importantes a tomar en cuenta para dar la profundidad de siembra son los siguientes: a) proteger a las semillas contra los pájaros y b) colocar las semillas en los estratos húmedos del suelo( 13 y 34 ).

El trabajo presente tiene como principales objetivos: a) determinar el efecto de la profundidad de siembra sobre algunas variables estimadoras del vigor de las plántulas de frijol común( Phaseolus vulgaris L. ) y b) observar los cambios en la morfología de las plántulas( ahilamiento ) provocados por las excesivas profundidades de siembra.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 TAXONOMIA.

La clasificación taxonómica del frijol común es la siguiente( 31 y 34 ):

Reino.....	vegetal
División.....	tracheophyta
Subdivisión.....	pteropsidae
Clase.....	angiospermae
Subclase.....	dicotiledoneae
Orden.....	rosales
Familia.....	leguminosae
Subfamilia.....	papilionoideae
Tribu.....	phaseoleae
Subtribu.....	phaseolinae
Género.....	Phaseolus
Especie.....	vulgaris

### 2.2 ESTRUCTURA DE LA SEMILLA.

La mayoría de las semillas constan de las siguientes partes: a) un embrión a partir del cual se desarrolla una plántula; b) tejidos de reserva que nutren al embrión durante su crecimiento inicial, hasta que la planta desarrolla hojas y un sistema radical que la independizan nutricionalmente y c) una cubierta o tegumentos que protegen a los tejidos anteriores( 33 ).

Las envolturas de la semilla testa y tegmen provienen de la transformación de la primina y secundina respectivamente. En la testa se distinguen el hilio y el micrópilo, en algunas semillas también se observan el rafe, el arilo y la ca-

rúncula( 27 ). El embrión proviene de la fusión de uno de los núcleos generativos del grano de polen con la ovocélula ( 33 ) y consta de plúmula, radícula, cotiledones( a veces sólo uno ) e hipocótilo( 15 ).

El tejido de reserva de las angiospermas es el resultado de la fusión del núcleo generativo del grano de polen con los dos núcleos polares contenidos en el saco embrionario. Generalmente los lípidos y carbohidratos predominan en la composición de los tejidos de reserva, a los cuales les siguen en abundancia las proteínas( 33 ), aunque en la soya y frijol las proteínas superan a los carbohidratos y lípidos en cantidad( 25 ).

En las semillas sin endospermo como las de frijol, las reservas de éste fueron digeridas por el embrión durante su maduración e incorporadas a los cotiledones que adquieren gran desarrollo( 27 ). Los cotiledones son hojas temporales unidas lateralmente al eje del embrión, difieren de las hojas típicas del follaje por su adaptación al almacenamiento del alimento o a la absorción del que existe en el endospermo( 15 ). En el frijol los cotiledones forman el primer par de hojas simples( 25 ), los cuales no se transforman en hojas laminares simples, sólo se ponen verdes, pero al ceder sus reservas al embrión se secan y caen, en este caso las primeras hojas simples de la plántula se forman a partir de la gémula sobre el tallo epicotíleo( 27 ), siendo éstas el segundo par de hojas simples, ya que surgen a partir del segundo nudo del tallo( 25 ).

### 2.3 GERMINACION.

Desde el punto de vista fisiológico, la germinación cons

tituye para la planta el paso de vida latente en que se encuentra en la semilla, a un estado de vida activa, limitándose a la aparición de la radícula o plúmula a través de la testa o pericarpio( 7, 27 y 33 ). Desde el punto de vista agrícola, se extiende el proceso hasta el momento en que la joven plántula aparece por encima del terreno y se hace independiente de las reservas contenidas en el embrión, a este proceso también se le conoce como emergencia( 7 y 25 ).

En realidad, el proceso de la germinación comienza mucho antes de la aparición de los órganos embrionarios a través de la testa o pericarpio, de tal manera que Torrey citado por Sivori *et al.*( 33 ), divide el proceso de la germinación en cuatro etapas: a) imbibición; b) hidratación de enzimas hidrolíticas y sintéticas; c) división y alargamiento celular y d) presión de la radícula( o de la plúmula ) sobre el tegumento y emergencia a través de éste.

### 2.3.1 Imbibición.

El agua realiza diversas funciones en el proceso de germinación, tales como: a) ablanda las cubiertas; b) incha a las semillas permitiendo la rotura de las cubiertas; c) facilita la entrada de oxígeno a las semillas; d) permite que se efectúen la digestión, respiración y asimilación; e) permite el transporte del alimento almacenado en el endospermo o cotiledones a los puntos de crecimiento y f) permite la activación de moléculas como el DNA y RNA( 14 y 15 ).

### 2.3.2 Hidratación de enzimas hidrolíticas y sintéticas.

Después de hidratado el embrión, sintetiza giberelina que pasa al endospermo, en donde induce la síntesis de amilazas que desdoblan el almidón en glucosa, fuente de energía

para el desarrollo del embrión( 26 ).

### 2.3.3 División y alargamiento celular.

A continuación el embrión forma citocininas, que estimulan la división de las células de los meristemos apicales, y luego, a partir de las reservas de la aleurona se forman aminoácidos y ácido indolacético, bajo cuya inducción las células se alargan, mientras que el tallo y la raíz crecen y presentan polaridad( 26 ).

## 2.4 CONDICIONES NECESARIAS PARA LA GERMINACION.

Las condiciones necesarias para la germinación se pueden agrupar en dos clases: a) condiciones intrínsecas y b) condiciones extrínsecas. Las principales condiciones intrínsecas son: a) que la semilla esté normalmente constituida, tanto en el embrión como en las sustancias de reserva; b) que la semilla esté completamente madura, en cuyo caso el embrión ha alcanzado su completo desarrollo y c) que el embrión esté vivo en el momento que se siembre la semilla y forme una nueva planta( 27 ). Las condiciones extrínsecas son las que debe poseer el medio ambiente en el cual va a germinar y emerger la nueva planta. Tres son las principales: a) el aire; b) el agua y c) la temperatura( 27 ).

### 2.4.1 El aire.

El oxígeno es indispensable durante toda la vida del embrión, cuando la semilla inicia la germinación respira más intensamente y necesita gran cantidad de oxígeno, el cual va a efectuar las oxidaciones de las sustancias orgánicas, que son la fuente de energía durante el desarrollo del embrión ( 27 ). La cantidad de oxígeno presente en el medio de ger-

minación es afectada por su poca solubilidad en el agua y su lenta difusibilidad en el medio; además la profundidad del suelo o la formación de una costra dura superficial pueden reducir el intercambio de gases entre el embrión y la atmósfera( 14 ), del mismo modo, excesos de agua en el suelo como sucede en los suelos inundados o en los pantanos pueden aumentar la concentración de  $\text{CO}_2$  hasta 5 a 10 % y reducir la concentración de oxígeno con efectos nocivos para la germinación y emergencia( 9 ).

Bajo condiciones de capacidad de campo, la proporción del aire del suelo acuoso varía entre 30 y 40 % para un suelo arenoso; 10 a 15 % para un suelo franco y 5 a 15 % para un suelo arcilloso. En general, se considera que un suelo con un 10 a 15 % de aire está bien aireado. Los suelos arenosos tienen mejor aireación que los arcillosos debido a que contienen gran cantidad de macroporos( 9 ).

La composición del aire del suelo varía ligeramente en comparación con el aire atmosférico. Solamente el contenido de  $\text{CO}_2$  aumenta, debido a los procesos de respiración de las raíces y de los microorganismos en los que se utilizan grandes cantidades de oxígeno y se produce  $\text{CO}_2$ , esto ocasiona un enriquecimiento de  $\text{CO}_2$  cuyo contenido varía normalmente entre 0.2 y 0.7 % en el aire del suelo, en comparación con el contenido de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera cuya concentración es de 0.03 % ( 9 ).

La variación del aire del suelo con la profundidad del mismo se presenta en el cuadro 1.

#### 2.4.2 El agua.

En general, la humedad proporcionada a la semilla en germinación puede afectar tanto al porcentaje como a la ve-

locidad de emergencia, ya que ésta última es influenciada por la provisión de humedad disponible( 14 ).

La mayoría de las semillas germinan mejor cuando el contenido de humedad del suelo esta cercano a la capacidad de campo y pocas germinan bajo condiciones de estrés hídrico( porcentaje de marchitez permanente) en el suelo. El frijol germina bien en suelos con humedad intermedia hasta una cantidad superior a la capacidad de campo( 14 ).

La humedad del suelo calculada en función del peso del suelo seco disminuye con la profundidad, pero en función del espesor del suelo permanece casi constante( 28 ).

Cuadro 1. Composición del aire del suelo y su variación con la profundidad, en un suelo la margot con drenaje normal y deficiente, sembrado con café en el área de Turrialba, Costa Rica( 9 ).

Profundidad( cm )	28 Feb-2 Mar. 1965			9-10 Mar. 1965		
Drenaje normal	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	SUMA	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	SUMA
15	20.1	0.6	20.7	19.9	0.5	20.4
30	18.9	1.4	20.3	19.5	1.1	20.6
45	18.6	1.6	20.2	19.2	1.0	20.2
60	18.6	1.8	20.4	agua	agua	agua
75	13.6	5.2	18.8	14.0	4.8	18.8
<b>drenaje deficiente</b>						
15	19.0	2.7	21.7	agua	agua	agua
30	19.2	2.5	21.7	"	"	"
45	18.4	2.7	21.1	"	"	"
60	agua	agua	agua	"	"	"

### 2.4.3 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( 15 ).

**Temperatura óptima.** Se define como aquélla en la cual la germinación se realiza más rápidamente( 15 ). En el estado de plántula es aquélla en la cual la velocidad de crecimiento es máxima( 7 ). Las plantas originarias del antiguo mundo tienen el óptimo de germinación entre los 20 y 30°C y para las de origen sudamericano( maíz, frijol, tabaco, etc.) es un poco más elevado( 14 ), siendo de 32°C en el frijol( 7 ). Brower, citado por Kramer( 16 ), estudió el efecto de la temperatura del suelo sobre el crecimiento de la raíz y vástago de frijol( Phaseolus vulgaris L.), y encontró que el mayor crecimiento se producía 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.** La imbibición y la débil intensidad respiratoria son suficientes para dar a la semilla la integral térmica o suma de temperaturas necesarias para la germinación, la cual es de 200°C para el frijol durante la etapa siembra-emergencia a 5 cm de profundidad. Temperaturas inferiores a 5°C impiden el desarrollo del embrión en algunas especies, mientras que las temperaturas de 10 a 15°C durante la imbibición inicial, pueden dañar al eje embrionario y ocasionar la producción de plántulas anormales, teniendo influencia sobre la posterior evolución de las plántulas en

el campo. La mayoría de las especies tropicales y subtropicales requieren temperaturas mínimas de germinación de  $10^{\circ}\text{C}$  como el maíz y tomate, y de  $15^{\circ}\text{C}$  como el frijol y la calabaza( 7 ).

Temperatura máxima. Temperaturas arriba de  $40^{\circ}\text{C}$  detienen el desarrollo del embrión en algunas especies, o si ya se había iniciado impiden el crecimiento de las pequeñas plántulas( 27 ). Así mismo, temperaturas superiores a la máxima ocasionan un descenso en la velocidad de germinación y largas exposiciones dañan al embrión provocando su muerte( 14 ). La temperatura máxima para la germinación del frijol es de  $37^{\circ}\text{C}$  ( 7 ).

## 2.5 EMERGENCIA.

La emergencia se define como la salida del talluelo sobre el suelo después de la siembra( 24 ).

La duración de la etapa siembra-emergencia debe reducirse al mínimo, ya que el embrión es muy susceptible a los parásitos y a la intemperie durante esta etapa, este objetivo puede lograrse si: a) sembramos en una época con temperaturas del suelo favorables; b) sembramos a una profundidad adecuada tanto menor, cuanto más pequeña sea la semilla; c) mullir el suelo; d) apretar la tierra alrededor de la semilla y e) evitar la formación de costras duras en caso de lluvias fuertes o riegos pesados. A pesar de las precauciones anteriores, el número de plántulas emergidas en el campo es inferior al número de semillas sembradas o al número de plántulas que la densidad de población y los ensayos de germinación en el laboratorio hubieran previsto. La diferencia constituye la merma de germinación que es variable según la na-

turalidad del suelo, el clima, la época del año, la preparación de la tierra, la presencia de parásitos, etc. Pero en general, varía de 10 a 15 % del número de semillas sembradas ( 7 ).

Cuadro 2. Germinación en el laboratorio y emergencia en el campo de lotes de semillas de Chicharo, en suelos con diferentes porcentajes de humedad( 19 ).

Lote de semilla	% de germinación en el laboratorio	% de emergencia( campo )	Humedad del suelo del campo( % )
A	96	86	93
B	97	86	93
C	92	61	75
D	87	37	55
E	95	27	63

### 2.5.1 Emergencia en frijol.

La emergencia epigea de la plántula de frijol se realiza de la siguiente forma: una vez que la radícula asoma a la testa sale el hipocótilo, el cual al estirarse jala a los cotiledones que van protegiendo a la plúmula, al llegar a la superficie el hipocótilo se encorva debido a que los cotiledones aún no emergen formando una U invertida( 5 ). El enderezamiento del gancho se produce por la acción de la luz sobre el fitocromo, el cual reduce la producción de etileno que inhibe el enderezamiento del gancho( 23 ). Una vez que se endereza el hipocótilo, los cotiledones se abren y dejan ver la plúmula, la cual comienza a elongarse formando el epicótilo a la vez que crece el segundo par de hojas simples encima de los cotiledones, los cuales se ponen verdes y realizan también la fotosíntesis antes de secarse y caer( 27 y 31 ).

Existe un rango de profundidades en el cual las plantas ya no emergen como consecuencia del agotamiento de las reservas energéticas de la semilla, lo anterior es apoyado por algunos autores( 20 ), quienes consideran que a 10 cm o más de profundidad los hipocótilos de frijol se encorva y engrosan, de tal manera que los cotiledones gastan sus reservas antes de emerger, aunque consideran que estos efectos se debieron en primer lugar a la amplia área cotiledoneal ya que algunos genotipos han emergido de mayores profundidades de siembra. Otros autores( 34 ), encuentran que el efecto negativo de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia se manifiesta a partir de los 8 cm de profundidad, en los genotipos de frijol Delicias-71, Jamapa y Pinto Americano.

## 2.6 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA EMERGENCIA.

Los factores que intervienen en la emergencia de las plántulas son( 18 ):

1. Factor manejo de la semilla: almacenaje y tratamiento de las semillas.
2. Caracteres físicos de la semilla: tamaño, peso densidad y porcentaje de humedad.
3. Factor fisiológico: madurez, viabilidad, vigor y letargo de las semillas.
4. Factor ambiente: agua, calor encostramiento y compactación, aireación, nutrientes y reacción del suelo( pH y concentración de sal), temperatura del suelo, luz y humedad.
5. Factor manejo del suelo: labranza y profundidad de siembra.

## 6. Factor biológico: competencia con malezas, enfermedades y plagas.

A continuación se describen los factores más importantes:

### 2.6.1 Tamaño, peso y densidad de las semillas.

Una semilla grande tiene un embrión y un albumen mayor que la pequeña, por lo tanto germinará con más vigor( 7 ); sin embargo, el tamaño de las semillas no influye en una forma consistente sobre la emergencia, ya que se ha encontrado que semillas grandes con tasas de deteriorización altas tardan más en emerger que las semillas pequeñas con tasas de deteriorización bajas( 19 ). En términos generales, el peso y la densidad de las semillas aumentan al hacerlo el tamaño.

Díaz, citado por Robles( 25 ), sembró semillas de maíz grandes y pequeñas a profundidades de 5 y 15 cm y encontró que las semillas grandes al tener más cantidad de nutrientes emergían más rápido y producían plántulas más vigorosas que las semillas pequeñas sembradas a la misma profundidad.

### 2.6.2 Vigor de la semilla.

El vigor se define como la suma de aquéllas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad potencial y el comportamiento de las semillas durante la germinación y emergencia( 4 ).

La germinación se mide en dos parámetros: el porcentaje y la velocidad de germinación; el vigor puede indicarse por medio de estas medidas pero también debe tomarse en cuenta la tasa de crecimiento y el aspecto morfológico de las plántulas. Las semillas de poco vigor pueden no resistir las condiciones desfavorables en la cama de siembra, pueden sucumbir por el ataque de patógenos, o pueden carecer de fuerza para emerger si se les siembra muy hondo( 14 ).

### 2.6.3 Encostramiento y compactación.

La costra del suelo se forma primeramente por la compactación del mismo al impacto de las gotas de lluvia y después del secado de las capas superficiales por el efecto de las altas temperaturas del suelo( 20 ). Esta costra tiene una densidad de masa mayor con menos microporos y tiene una resistencia mecánica mayor, lo que dificulta la difusión del agua y oxígeno hacia los estratos inferiores que están poco compactados. Además, esta costra dificulta la germinación y ofrece mucha resistencia a la emergencia de las plántulas. También se ha encontrado que provoca daños a las raíces de las plántulas por la formación de capas de sedimentos y grietas en las costras secas( 34 ).

### 2.6.4 Temperatura del suelo.

La temperatura del suelo depende de: a) la temperatura del aire; b) la intensidad de la insolación; c) el período durante el cual el sol ilumina el suelo; d) el ángulo con el que se reciben los rayos solares; e) el color del suelo( los suelos oscuros absorben el calor más fácilmente que los claros); f) la cantidad de agua del suelo( un suelo mojado es habitualmente más frío que un seco); g) la naturaleza física del suelo; h) la presencia o ausencia de una capa de hojas y otros materiales que recubren al suelo; i) la conductividad térmica del suelo; j) la precipitación y k) la evaporación( 15 ).

La temperatura del suelo es un factor que cambia según la época del año, la hora del día y la profundidad del suelo. En general, a medida que la profundidad del suelo es menor las oscilaciones entre temperaturas máximas y mínimas son mayores, en tanto que a mayor profundidad las variaciones en

temperatura resultan menores( 11 ). El verano la temperatura del suelo disminuye con la profundidad, mientras que en invierno aumenta( 3 ).

Cuadro 3. Yakuma, citado por Bayer et al.( 3 ), muestra el efecto de la profundidad del suelo sobre la profundidad del mismo.

Profundidad( cm )	Arena ( °C )	Marga ( °C )	Arcilla ( °C )	Turba ( °C )
0	4.0	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

El calor procedente de la radiación solar es absorbido por las primeras capas de la superficie terrestre y transmitido al interior por la conductividad térmica de las distintas partículas que componen el suelo. En los suelos compactos el calor alcanza capas más profundas debido a la menor cantidad de macroporos, manteniéndose en las capas superiores una temperatura más elevada durante el día. Los suelos arenosos y pedregosos son buenos conductores de calor y almacenan temperaturas más elevadas que los arcillosos( 2 ).

Los suelos de Nuevo León alcanzan temperaturas que permiten la germinación de las semillas, pero en el caso del sorgo las altas temperaturas de la superficie producen una alteración de la plántula, de tal manera que no emerge( 18 ).

## 2.7 FENOMENOS FOTOMORFOGENICOS QUE INTERVIENEN EN LA EMERGENCIA.

La fotomorfogénesis estudia los procesos dependientes de la luz distintos de la fotosíntesis que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esta juega un papel regulador al intervenir en el control de la forma y momento de utilización de los productos de la fotosíntesis influyendo en el tamaño, la forma y la composición de los distintos órganos, así como en el momento en que algunos órganos comienzan o dejan de ser formados( 33 ).

Los procesos fotomorfogénicos son activados por varios mecanismos de las plantas que perciben la composición, duración e intensidad de la luz, de tal manera que cualquier variación de la luz en sus componentes durante el día, el año, el estrato vegetativo, etc. provocan cambios en la actividad fisiológica de las plantas que a la vez provocan cambios en la expresión morfológica de las mismas, que les permiten vivir bajo las condiciones impuestas por el medio( 33 ).

### 2.7.1 Fitocromo.

El fitocromo es una cromoproteína capaz de absorber luz desde los 200 hasta los 800 nanómetros. Este pigmento se encuentra en dos formas, una con un máximo de absorción en 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 ( 33 ).

Existen dos teorías para explicar la acción del fitocromo en la morfogénesis: a) Teoría de Mohr, el fitocromo actúa reprimiendo o liberando ciertos genes con la consecuente variación en enzimas y hormonas y b) Teoría de Smith, el fito-

cromo absorbido a la membrana puede ligarse a una molécula X, activarla usando energía lumínica y liberarla para que efectúe una acción biológica( 26 ). Se sabe que el fitocromo afecta la permeabilidad de la membrana, de tal manera que los cambios morfológicos son el resultado de las modificaciones en su permeabilidad( 33 ).

El fitocromo actúa en una gran cantidad de procesos fisiológicos de las plantas, uno de los cuales es el ahilamiento. Los efectos del ahilamiento se resumen de la siguiente forma: en la oscuridad no se forma la clorofila, los cloroplastos no se desarrollan y las hojas no se expanden y quedan pequeñas y rudimentarias, los entrenudos se alargan más de lo normal, de tal manera que la planta se vuelve alta y delgada( 23 y 33 ). Este fenómeno es una respuesta de gran valor para la planta, ya que ocasiona que los tallos enterrados o muy sombreados se alarguen con rapidez sin el estorbo de hojas voluminosas y en este caso inútiles, hasta que emerge a la luz plena, restableciendo el patrón normal de crecimiento( 23 ).

En condiciones naturales el ahilamiento se presenta sólo en plántulas de semillas profundamente cubiertas 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 ( 5 ).

## 2.8 MORFOLOGIA DE LA PLANTULA.

A la etapa comprendida desde la emergencia del embrión de la testa de la semilla hasta que la planta se independiza del alimento almacenado en los tejidos de reserva se llama

conjuntamente como plántula( 15 y 24 ).

Las plántulas pueden ser de dos tipos: a) aquéllas en las que el cotiledón o cotiledones se levantan sobre el suelo donde funcionan algún tiempo como órganos fotosintéticos por el alargamiento del hipocótilo y b) aquéllas en las que el cotiledón o cotiledones permanecen bajo el suelo debido a que el hipocótilo no se alarga o se alarga muy poco. Entre las plántulas del primer tipo o epigeas, encontramos entre las monocotiledoneas a la cebolla y entre las dicotiledoneas al firjol común, la calabaza, el girasol y otras. En las plántulas del segundo tipo o hipogeas, encontramos todos los zacates y algunas dicotiledoneas como el frijol ayocote de la subespecie *coccineus* y al chícharo( 15 ).

### 2.8.1 Morfología de la plántula de frijol.

En general las plántulas de frijol común se componen de las siguientes partes( 27 y 29 ): a) una raíz pivotante primaria a partir de la cual se desarrollan raíces secundarias y de éstas se forman raíces terciarias y así sucesivamente. En la porción del tallo hipocotíleo no emergido se desarrollan raíces adventicias; b) un tallo primario que se compone de un tallo hipocotíleo que resulta del talluelo del embrión y el tallo epicotíleo que se desarrolla sobre los cotiledones a partir de la plúmula o gémula, una vez que la planta ha emergido y c) las hojas, las primeras son simples y se desarrollan a partir del segundo nudo del tallo sobre los cotiledones que se ponen verdes y realizan la fotosíntesis antes de secarse y caer, y las hojas compuestas trifoliadas que se forman en el tallo epicotíleo una vez que la planta ha comenzado a elaborar su propio alimento.

## 2.9 PROFUNDIDAD DE SIEMBRA.

La gran variación en 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( 34 ).

Las condiciones ambientales para la germinación y emergencia en la cama de siembra, varían con la profundidad y ocasionan cambios en el comportamiento de las plántulas al emerger. Al respecto, algunos autores( 7 ) señalan que las siembras profundas ocasionan ahilamiento en los tallos, lo cual repercute en la sensibilidad al acame, especialmente en los cereales. Sin embargo, bajo condiciones de alta insolación, suelos arenosos, vientos secos, etc., 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( 1.3 a 5 cm ) pueden retrasar la germinación y ocasionar daños a las partes más sensibles de las plántulas, una vez que han emergido( 1 y 2 ). Del mismo modo, en algunas regiones, como en el Estado de Nuevo León, los pájaros desentieran las semillas sembradas muy superficialmente( 1 y 13 ). Sin embargo, las semillas pequeñas como las de lechuga y tabaco necesitan la luz para germinar, por lo que deben sembrarse muy superficialmente( 7 ).

Los factores más importantes que influyen en la profundidad de siembra pueden ser de dos tipos: a) factores intrínsecos, como son el tamaño de la semilla, el tipo de emergencia epigea o hipogea, el vigor de las plántulas, etc. y b) factores extrínsecos, tales como la humedad y la textura del

suelo entre los más importantes( 34 ).

### 2.9.1 Factores intrínsecos.

#### 2.9.1.1 Tamaño de la semilla.

Un grano germina más favorablemente cuando está cubierto por un espesor de tierra de 5 a 8 veces su diámetro medio( 17 ); aunque otros autores( 12 ) consideran que debe ser a 3 veces su diámetro medio. Por otro lado, la SEP( 31 ) recomienda profundidades de 2 a 4 veces el tamaño de la semilla y sugiere profundidades de siembra de 3 a 5 cm para el frijol como las más apropiadas.

En general, las semillas pequeñas de leguminosas forrajeras, tabaco, etc. no deben enterrarse a profundidades superiores de 1 cm( 2 y 7 ). Para las semillas medianas como las de cereales, 1.5 a 2 cm constituyen el óptimo que aumenta hasta 3 cm en el maíz( 7 ). Aunque otros autores( 31 ), señalan que los cereales como la cebada, avena, trigo, sorgo y arroz deben sembrarse en un rango de 2 a 4 cm y en maíz de 4 a 8 cm. Por otra parte, las semillas grandes como las de frijol común, chícharo y garbanzo deben sembrarse en un rango de 3 a 5 cm( 2 y 31 ).

#### 2.9.1.2 Tipo de emergencia.

El tipo de emergencia epigea o hipogea ocasiona que semillas de un mismo tamaño se siembren a diferentes profundidades, como sucede con las especies de frijol *P. vulgaris* L. y *P. coccineus* L., ya que se ha encontrado que no existen efectos significativos de la profundidad de siembra sobre la velocidad y porcentaje de emergencia de las plántulas de frijol ayocote, encontrándose porcentajes de emergencia cercanos al 90 % en las profundidades de 2.5, 8,15 y 20 cm,

mientras que en las plántulas de frijol común el porcentaje de emergencia fué muy variable, siendo cercano al 75 % en la mayoría de los genotipos sembrados a 2.5 cm de profundidad, mientras que en la profundidad de 20 cm apenas se alcanzó el 5 % de emergencia en el cultivar Delicias-71, aunque en el Pinto Americano fué del 45 % ( 34 ).

De lo anterior se concluye, que la morfología y el hábito de emergencia influyen en la capacidad de supervivencia de las plántulas crecidas a diferentes profundidades del suelo, esto se explica si tomamos en cuenta que la energía gastada en la emergencia de las plántulas epigeas es mayor que la utilizada por las plántulas hipogeas a una misma profundidad; por consiguiente, esa energía gastada no se suministra a los otros órganos como son la radícula, el tallo y las hojas pre-formadas, lo cual repercutirá inevitablemente en el vigor de las plántulas al momento que emergen del suelo( 34 ).

### 2.9.1.3 Porcentaje de emergencia y vigor de las plántulas.

La profundidad de siembra influye en la velocidad de emergencia y en la densidad de población( 8 ), ocasionando que en algunos casos se presente una reducción en el rendimiento de grano por hectárea( 25 ).

El vigor de la plántula es una característica que puede ser interpretada desde dos puntos de vista: a) la habilidad para establecer un grupo de plantas bajo una variedad de condiciones y b) la habilidad para producir plántulas de rápido crecimiento. En el primer caso, el vigor de las plántulas es estimado tomando en cuenta el tamaño o altura de la plántula, la amplitud de su follaje, área foliar, peso seco de la plántula y el número de hojas cuyos valores altos indican alto

vigor de plántula( 20 ). Estos mismos autores desarrollaron un sistema visual simple para estimar el vigor de las plántulas basándose en el tamaño, extensión del follaje y/o largo y ancho de las hojas individuales. En general, la mayor variabilidad para vigor de plántula se presenta a los 15 días después de la emergencia( principalmente en los cereales), cuando las plántulas se han uniformado en tamaño y emergencia dentro de un mismo genotipo.

Se puede considerar como un estimador del vigor de las plántulas a la velocidad de emergencia, basándose en la cantidad de plantas emergidas sobre el tiempo o número de días que tardan en emerger bajo condiciones favorables o limitantes, aunado a los valores de peso seco, tamaño de la plántula, área foliar y/o escala visual del vigor de las plántulas ( 20 ).

En estudios con diversos genotipos de sorgo se encontró que las semillas enterradas a 4 cm presentaban mayor velocidad de emergencia que las sembradas a 5 cm; sin embargo, la diferencia fué mínima( 19 ). Por otro lado, en un experimento con 20 genotipos de frijol realizado por estudiantes de la F.A.U.A.N.L. en el verano de 1983, se encontró que a 10 cm de profundidad ningún genotipo tuvo capacidad para emerger, presentando un encurvamiento y alto grosor del hipocótilo, pensándose que dichos efectos fueron ocasionados por la amplia área cotiledoneal( 20 ).

Díaz, citado por Robles( 25 ), consideró el vigor de las plántulas de maíz y encontró que independientemente del tamaño de la semilla, la siembra a 5 cm de profundidad presentó plántulas que se desarrollaron mejor durante los primeros 20 días que cuando la siembra fué a 15 cm de profundidad, y

que la diferencia en peso seco de las variedades disminuyó a los 30 días de la siembra.

En otro experimento se midieron el porcentaje y la velocidad de emergencia, así como el vigor de las plántulas de maíz y frijol común, encontrándose que en ambos cultivos el porcentaje y la velocidad de emergencia disminuyeron al aumentar la profundidad de siembra, siendo mayor el porcentaje de emergencia a los 2.5 y 7.5 cm de profundidad y llegando a presentarse diferencias cercanas al 20 % entre los 7.5 y 12.5 cm de profundidad en el caso del maíz, disminuyendo aún más el porcentaje de emergencia a los 17.5 cm de profundidad. En el caso del frijol común los mayores porcentajes de emergencia se presentaron a los 2.5 cm de profundidad, con valores cercanos al 75 % en los cultivares Jamapa, Pinto Americano y Delicias-71, mientras que esta diferencia se hizo más pronunciada en las profundidades de 15 y 20 cm, ya que en ésta última se alcanzó apenas el 5 % de emergencia en el cultivar Delicias-71, aunque en el Pinto Americano fué de 45 %. Por otro lado, el mayor peso seco de las plántulas de maíz se presentó en la profundidad intermedia de 7.5 cm, y se encontró una relación directa entre la profundidad de siembra y la longitud del mesocótilo, así como con el peso seco de la parte inmersa. En el caso del frijol, el mayor vigor en peso seco y área foliar se presentó a los 2.5 cm de profundidad, aunque el cultivar Delicias-71 presentó mayor vigor a los 8 y 15 cm de profundidad( 34 ).

## 2.9.2 Factores extrínsecos.

### 2.9.2.1 Humedad del suelo.

En climas húmedos la profundidad de siembra puede ser

menor, aumentándose en los secos y cálidos( 2 ). Las mejores poblaciones de plantas se obtienen cuando se siembra en húmedo, ya que en las siembras en seco y regando después muchas plántulas mueren y otras no alcanzan a romper la costra del suelo, debido a que el hipocótilo no se desdobla( 25 ). En suelos arenosos a " tierra venida ", el frijol común se siembra a una profundidad de 8 a 10 cm, y si se siembra en seco se realiza a profundidades de 6 a 8 cm e inmediatamente se efectúa un riego de germinación a transporo, depositando la semilla en el lomo del surco en ambos casos( 34 ).

En las zonas áridas y semiáridas del Estado de Nuevo León, caracterizadas por la presencia de vientos secos y temperaturas extremas que ocasionan un secado rápido de la superficie del suelo( 8 ), 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, de acuerdo con encuestas hechas a los agricultores de la región( 13 ). Por otro lado, las recomendaciones técnicas sugeridas por el INIA( 34 ) para la región de Anáhuac, N.L. concuerdan con las señaladas anteriormente para el caso del frijol, ya que sugiere profundidades de 5 y 13.5 cm para riego y temporal respectivamente.

#### 2.9.2.2 Textura del suelo.

En regiones donde se presentan altas temperaturas después de lluvias fuertes o riegos pesados, las partículas finas del suelo ocasionan la formación de costras duras que

son una barrera mecánica para el intercambio de oxígeno y agua indispensables para la germinación, y retardan o disminuyen la emergencia de las plántulas( 20 ). De acuerdo con lo anterior, la soya se siembra a profundidades de 2 a 2.5 cm en suelos arcillosos, de 3 a 4 cm en francos y a 5 cm en arenosos( 22 ). En suelos húmedos y fríos de estructura pesada, el frijol y chícharo deben sembrarse a menor profundidad que en suelos ligeros de menor humedad y de más alta temperatura, recomendándose un rango de 2 a 6 cm de profundidad, dependiendo de las condiciones anteriores( 29 ). Mientras que para lograr una buena densidad de población, el Pinto Americano se siembra a 8 cm de profundidad( 32 ).

### 3. HIPOTESIS

La profundidad de siembra afectará en forma inversa al vigor de las plántulas de frijol, debido a que en las mayores profundidades las plántulas tienen que desplazar sus tejidos una distancia mayor para emerger, además de tener que vencer la resistencia del suelo al paso de sus cotiledones, consecuentemente se presenta un mayor gasto de energía que no podrá ser suministrada a otros órganos como son: la radícula, el tallo y las hojas pre-formadas, repercutiendo en el vigor de las plántulas al momento que emergen del suelo; además se espera que a partir de los 8 ó 10 cm de profundidad el porcentaje de emergencia se reduzca, debido a que muchas plántulas no alcanzarán la superficie del suelo.

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 LOCALIDAD.

El presente estudio se llevó a cabo en el vivero " El Canadá " perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el Municipio de Gral. Escobedo, N.L. cuyas coordenadas geográficas son 25° 42' latitud norte y 100° 20' longitud oeste, con una altura de 537 M.S.N.M.

La temperatura promedio es de 20°C, con una media máxima de 28.3°C y una mínima de 13.4°C, la precipitación pluvial es de 446.3 mm anuales.

El clima es BSo/1 hx'(e') según la clasificación climática de Köppen modificada por García( 10 ).

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

### 4.2 GENOTIPOS UTILIZADOS.

Se trabajó con los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, a esta semilla se le determinó el porcentaje de germinación previamente, encontrándose un 100 % de germinación en ambos cultivares.

Este germoplasma lo proporcionó el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la F.A.U.A.N.L., y es el resultado de evaluaciones en rendimiento hechas en la región.

Características de los cultivares de frijol( 34 ):

#### Jamapa:

Color de la testa de la semilla... negro opaco  
Forma de la semilla..... cilíndrica  
Peso de 100 semillas..... 21.14 g

Volumen por semilla..... 0.19 cm<sup>3</sup>  
 Densidad..... 1.13 g/cm<sup>3</sup>  
 Epoca de cosecha..... junio del 84

Pinto Americano:

Color de la testa de la semilla... crema con manchas cafes  
 Forma de la semilla..... rectangular  
 Peso de 100 semillas..... 31.8 g  
 Volumen por semilla..... 0.27 cm<sup>3</sup>  
 Densidad..... 1.16 g/cm<sup>3</sup>  
 Epoca de cosecha..... junio del 84

4.3 TRATAMIENTOS BAJO ESTUDIO.

Los tratamientos se formaron mediante la combinación de los dos genotipos con las 9 profundidades de siembra. El rango de profundidades se seleccionó de acuerdo con las utilizadas por los agricultores de la región( 13 ).

Se formaron 18 tratamientos asignados de la siguiente

forma:

$$T_1 = G_1 P_1$$

$$T_2 = G_1 P_2$$

$$T_3 = G_1 P_3$$

$$T_4 = G_1 P_4$$

$$T_5 = G_1 P_5$$

$$T_6 = G_1 P_6$$

$$T_7 = G_1 P_7$$

$$T_8 = G_1 P_8$$

$$T_9 = G_1 P_9$$

$$T_{10} = G_2 P_1$$

$$T_{11} = G_2 P_2$$

$$T_{12} = G_2 P_3$$

$$T_{13} = G_2 P_4$$

$$T_{14} = G_2 P_5$$

$$T_{15} = G_2 P_6$$

$$T_{16} = G_2 P_7$$

$$T_{17} = G_2 P_8$$

$$T_{18} = G_2 P_9$$

En donde:

$G_1$  y  $G_2$  = Cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano respectivamente.

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8$  y  $P_9$  = Profundidades de siembra de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 cm para ambos genotipos.

#### 4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Los tratamientos se aleatorizaron en una forma completamente al azar bajo un arreglo factorial. Cada tratamiento se repitió 3 veces formando un total de 54 unidades experimentales. Cada unidad experimental constó de 3 macetas, en cada una de las cuales se sembraron 3 semillas, dejando una sola plántula por maceta para el segundo muestreo.

El modelo del diseño estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + P_i + V_j + (PV)_{ij} + E_{ijk}$$

En donde:

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

$M$  = Media general de todas las observaciones.

$P_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas.

$V_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima variedad sobre el vigor de las plántulas.

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

$E_{ijk}$  = Error experimental.

#### 4.5 VARIABLES ESTIMADAS Y METODO PARA SU CUANTIFICACION.

Días a la emergencia. Es el intervalo de tiempo entre el momento de la siembra y el día en que cuando menos el 50 %

de las plántulas de la unidad experimental respectiva estuvieron emergidas. Se consideró como planta emergida a aquella cuyo gancho plumular alcanzó el nivel del suelo. Esta variable se cuantificó hasta los 14 días de la siembra.

Porcentaje de emergencia. Es el cociente multiplicado por 100, del número de plántulas emergidas entre el número de semillas sembradas. Ambos genotipos presentaron un 100 % de emergencia por lo que no se realizó ningún ajuste para determinar el porcentaje de emergencia. Las plántulas que emergieron después de los 15 días de la siembra no se tomaron en cuenta para cuantificar esta variable.

Altura del tallo emergido. Se consideró como la distancia desde el nivel superior del suelo hasta el gancho plumular, posteriormente se tomó hasta la yema apical del tallo principal. Las lecturas se tomaron en períodos de 1, 2 y 3 días, desde el momento de la emergencia hasta un día antes de la cosecha, para lo cual se utilizó una regla graduada en milímetros.

Area foliar. Se define como la superficie foliar total que tiene una plántula. Esta variable se cuantificó a los 15 y 38 días después de la siembra, utilizando el método gravimétrico que consta de 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 = área de los dibujos recortados = área foliar de la plántula.

Peso seco de la parte emergida. Esta variable se cuantificó a los 15 y 38 días después de la siembra, para esto se cortaron las plántulas al nivel del suelo y se metieron en bolsas previamente identificadas, después se metieron a secar en una estufa marca Thelco modelo 26, en donde se deshidrataron por un período de 48 horas a una temperatura de 60 °C, posteriormente se sacaron para enfriarse y se pesaron en una balanza analítica marca Sartorius modelo 2842, en el primer muestreo y en una balanza eléctrica marca Sartorius modelo 1200 MP, en el segundo muestreo.

Peso seco de la parte inmersa. Esta variable se cuantificó únicamente a los 38 días después de la siembra, pesándose el tallo inmerso junto con el sistema radical, una vez secados bajo las mismas condiciones señaladas anteriormente.

Longitud radical. Se define como la distancia que hay desde la base del tallo no emergido hasta el extremo apical de la raíz más larga. Para la medición de esta variable se removió la tierra para extraer el sistema radical integro, se lavó para eliminar la tierra adherida y se procedió a medirlo con una regla graduada. Esta variable se cuantificó únicamente a los 38 días después de la siembra.

#### 4.6 METODO DE SIEMBRA.

La siembra se efectuó en bolsas de plástico negras con un diámetro de 20 cm, a las cuales se les abrió el fondo previamente. Se utilizó tierra de un sitio cercano a la parcela experimental que presentaba textura arcilloso. Este suelo se barbechó, rastreó y regó previamente y al momento de la siembra se pulverizó y se le determinó la humedad en el laboratorio, encontrándose un 19 % de humedad en promedio. Las macetas se colocaron encima de suelo húmedo y removido separadas equidistantemente y se procedió a llenarlas con tierra húmeda, al mismo tiempo que se daban las profundidades requeridas con una regla graduada, depositándose las semillas en forma conveniente para facilitar la polaridad de la radícula y plúmula al momento de la germinación. Una vez sembradas todas las macetas se procedió a amontonar tierra alrededor de cada bloque para reducir la pérdida de humedad de las macetas y se colocaron etiquetas en cada unidad experimental para permitir su identificación al momento de la toma de datos.

En el transcurso del experimento se tomaron dos lecturas de la temperatura del suelo a las profundidades de 8 y 16 cm, encontrándose una temperatura de 38.2 y 35.4°C en cada nivel a los 11 días después de la siembra y de 33.5 y 29.8°C a los 31 días de la siembra respectivamente.

#### 4.7 PRACTICAS CULTURALES.

Malezas. Aparecieron en las macetas plantas de zacate johnson que tuvieron que eliminarse para evitar la competencia entre plantas y otros efectos.

Flagas y enfermedades. Se realizó una aplicación con

diazinon( 0,0-dietil 0-2 isopropil-4-metilpirimidil-(6) fosfotionato) C.E. al 25 %, para controlar a la mosquita blanca ( Trialeurodes vaporariorum ). El mayor daño en este cultivo lo ocasionó una enfermedad fungosa no identificada, pero cuya sintomatología era similar a la del complejo de Damping off. Esta enfermedad ocasionó la muerte de 74 plántulas de frijol e impidió la cuantificación de los tratamientos  $G_2P_5$  y  $G_2P_8$  durante el segundo muestreo( 6 y 21 ).

#### 4.8 ANALISIS ESTADISTICO.

Los datos de días a la emergencia y porcentaje de emergencia se transformaron por medio de  $\sqrt{x + 1}$  y arco seno respectivamente. Todas las variables se estudiaron a través de los análisis de varianza y de regresión lineal simple. Por el análisis de varianza se probaron las hipótesis  $Ho_1: P_i = 0$ ,  $Ho_2: V_j = 0$  y  $Ho_3: (PV)_{ij} = 0$  en contra de sus hipótesis nulas respectivamente, cuando una de estas hipótesis se rechazó en alguna de las variables dependientes estudiadas, se procedió a comparar sus medias en forma múltiple por medio de la diferencia mínima significativa(DMS).

Los valores medios de todas las variables dependientes se graficaron y se analizaron por medio de la regresión lineal simple con el propósito de probar la hipótesis  $Ho: \hat{B}_1 = 0$  en contra de su hipótesis nula, en los casos en que la  $Ho$  se rechazó, se concluyó que sí existió una relación lineal simple entre las variables dependiente e independiente comparadas, los valores de la pendiente de la recta de regresión(  $\hat{B}_1$  ) nos sirvieron para saber si esta relación fué directa o inversa. La recta de regresión se graficó con los valores estimados de la variable dependiente.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 DIAS A LA EMERGENCIA.

En general, la significancia del análisis de regresión y la pendiente de la recta de regresión(  $\hat{B}_1$  ) en ambos cultivares, nos indican que existe una relación lineal directa de esta variable con la profundidad de siembra( Cuadro 8A. ), sucediendo esto en profundidades de 2 a 16 cm en el Pinto Americano y de 4 a 16 cm en el cultivar Jamapa( Figura 1 ).

Esta relación es apoyada por los coeficientes de determinación de 72.6 y 74.4 % para los cultivares Jamapa y Pinto Americano respectivamente( Cuadro 8A. ).

En la profundidad de 2 cm del cultivar Jamapa emergieron pocas plantas( 48 % ) en un intervalo de tiempo mayor que el resto de los tratamientos. A la profundidad de 0 cm ninguna planta de los genotipos estudiados emergió, aunque en la prueba de germinación se obtuvo el 100 % en ambos cultivares ( Cuadro 5A. )

Estadísticamente, la máxima velocidad de emergencia se presentó a los 4,6,8 y 10 cm de profundidad, requiriéndose de 7.1 a 8.8 días en promedio; mientras que la velocidad mínima se presentó en las profundidades de 2,12,14 y 16 cm, requiriéndose de 10.16 a 11.6 días en promedio( Cuadro 2A. ).

No se encontraron diferencias significativas entre variedades; aunque la interacción profundidades por variedades sí fué significativa, encontrándose la velocidad de emergencia máxima en las profundidades de 4,6,8,10 y 14 cm del cultivar Jamapa y de 2,4,6,10 y 12 cm del Pinto Americano, dentro de un período de 6.6 a 10 días en promedio; mientras que el resto de los tratamientos presentaron la mínima velocidad de

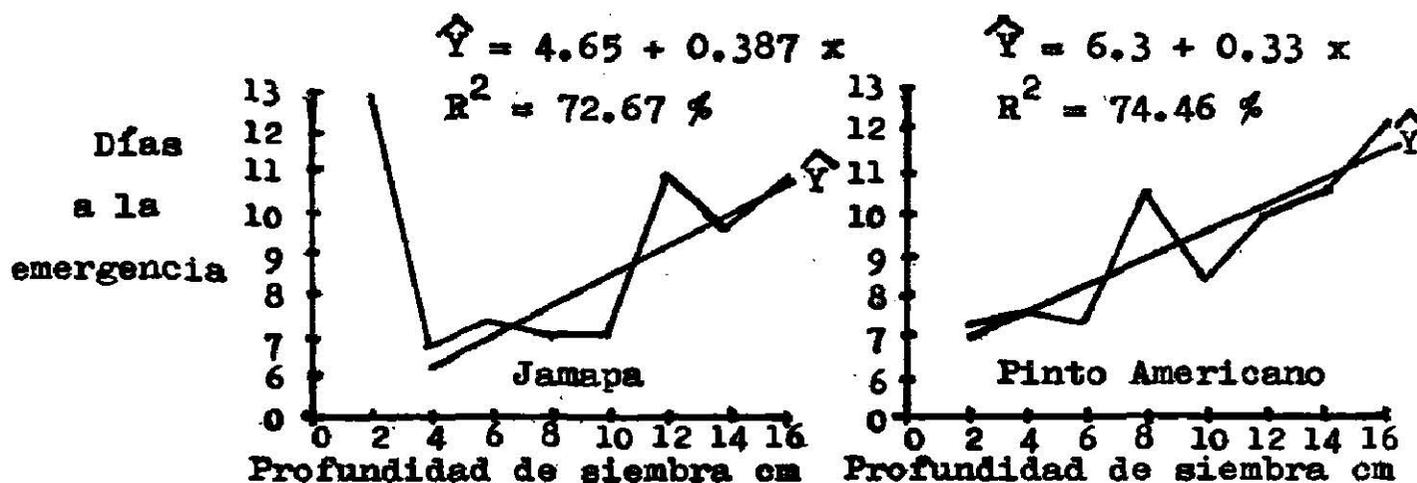


Figura 1. Efecto de la profundidad de siembra sobre la variable días a la emergencia en los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano.

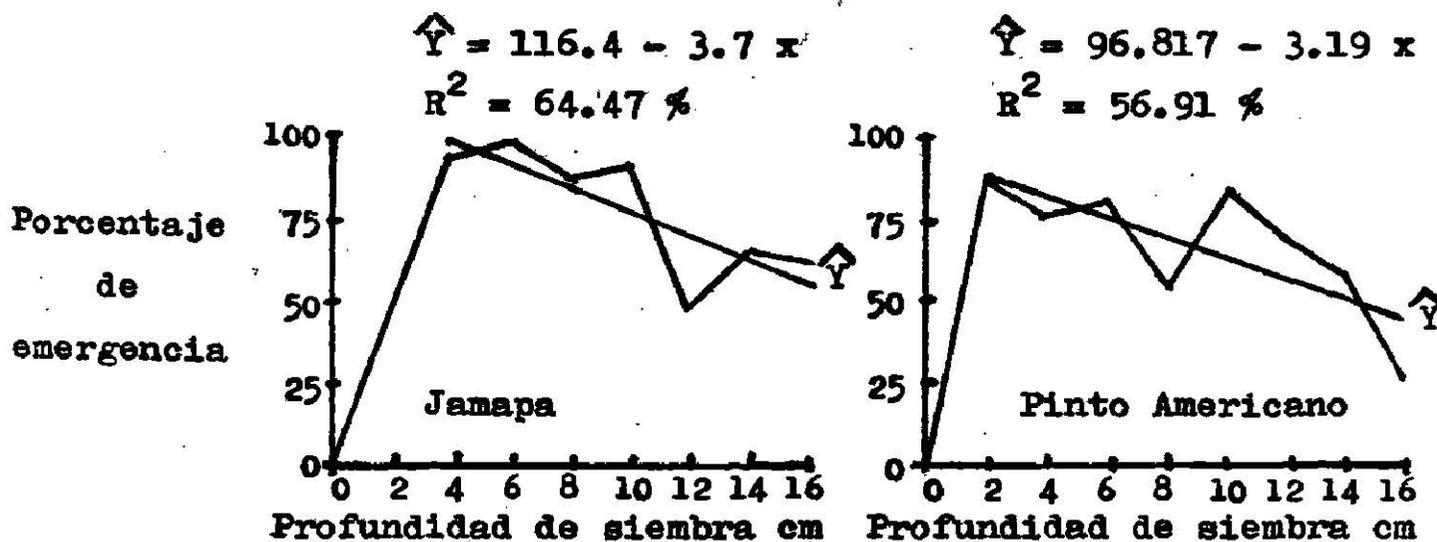


Figura 2. Efecto de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimado hasta los 15 días después de la siembra.

$\hat{Y}$  = Recta de regresión.

emergencia en un período de 9.6 a 13 días en promedio( Cuadro 3A. ).

## 5.2 PORCENTAJE DE EMERGENCIA.

La significancia del análisis de regresión y la pendiente de la recta de regresión(  $\hat{B}_1$  ) de ambos cultivares, nos indican que existe una relación lineal inversa de esta variable con la profundidad de siembra( Cuadro 8 A. ), sucediendo esto a profundidades de 4 a 16 cm en el cultivar Jamapa y de 2 a 16 cm en el Pinto Americano( Figura 2 ). Esta relación es apoyada por los coeficientes de determinación de 64.4 y 56.9 % para los cultivares Jamapa y Pinto Americano respectivamente( Cuadro 8 A. ).

En el Jamapa, la profundidad de 2 cm presentó un reducido porcentaje de emergencia( 48 % ) en un intervalo de tiempo mayor que el resto de los tratamientos. La profundidad de 0 cm en ambos cultivares presentó 0 % de emergencia, no obstante, como se dijo anteriormente, haber germinado el 100 % de las semillas( Cuadro 5A. ).

Estadísticamente los máximos porcentajes de emergencia para ambos genotipos se presentaron en las profundidades de 2,4,6,8 y 10 cm con valores de 90.7 a 68.5 % de emergencia; mientras que los mínimos porcentajes se presentaron a los 12,14 y 16 cm con porcentajes de emergencia de 62.9 a 44.4 % ( Cuadro 4A. ).

No se encontraron diferencias significativas entre variedades, aunque la interacción si fué significativa, indicando que los máximos porcentajes de emergencia se presentaron en las profundidades de 4,6,8 y 10 cm en el cultivar Jamapa, y de 2,4,6,10 y 12 cm en el Pinto Americano con valores de 100

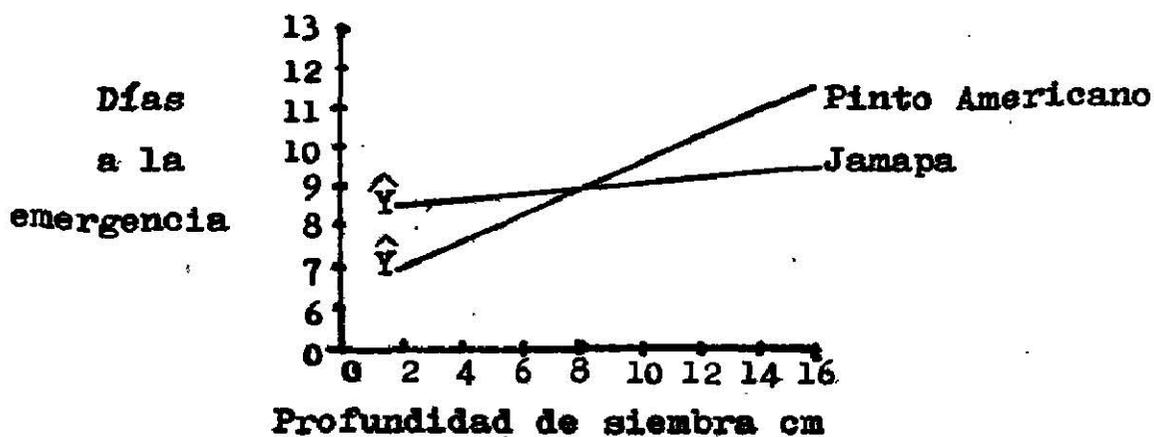


Figura 3. Representación gráfica de la interacción profundidades por variedades para la variable días a la emergencia, en los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano.

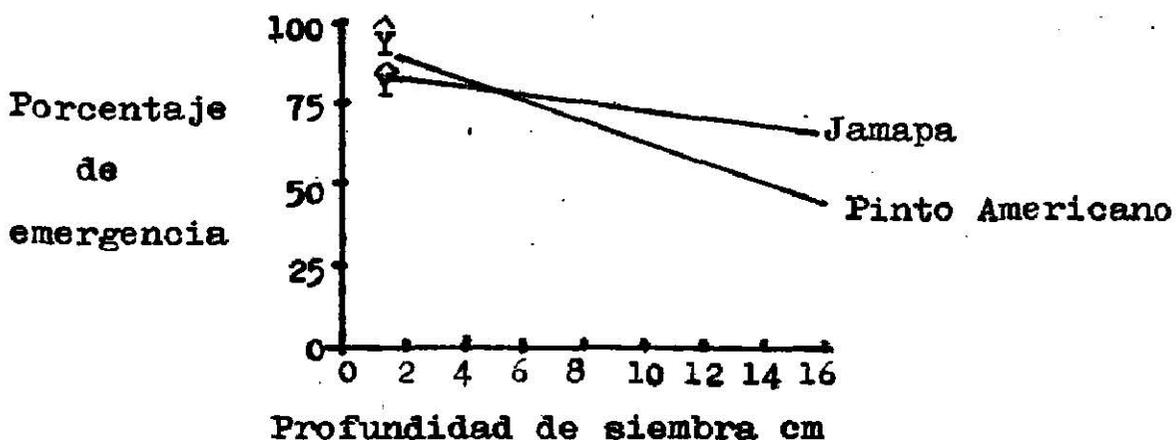


Figura 4. Representación gráfica de la interacción profundidades por variedades para la variable porcentaje de emergencia, en los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano.

a 70.3 % de emergencia, mientras que los mínimos porcentajes de emergencia se presentaron en las profundidades de 2 y 12 cm del cultivar Jamapa y en las de 8 y 16 cm del Pinto Americano con valores de 55.5 a 25.9 % de emergencia( Cuadro 5A. ).

### 5.3 ALTURA DEL TALLO EMERGIDO.

A los 14 días después de la siembra, la significancia del análisis de regresión y la pendiente de la recta de regresión(  $\hat{B}_1$  ) en ambos cultivares nos indican que existe una relación lineal inversa de esta variable con la profundidad de siembra( Cuadro 8A. ). Esta relación es apoyada por los coeficientes de determinación de 76.8 y 85.9 % para los cultivares Jamapa y Pinto Americano respectivamente( Figura 5 ).

A los 38 días, la relación lineal inversa se conservó en el Pinto Americano( Cuadro 8A. ), lo cual es apoyado por su coeficiente de determinación de 60.8 %, mientras que en el cultivar Jamapa la relación anterior desapareció, presentando un coeficiente de determinación de 1.8 %( Cuadro 8A. ).

A los 14 días de la siembra las profundidades que presentaron una altura de plántula significativamente mayor, fueron las de 2,4 y 6 cm de ambos cultivares, con valores de 3.6 a 3.3 cm, mientras que la altura de plántula mínima se presentó en las profundidades de 12,14 y 16 cm, con valores de 2.1 a 2.5 cm( Cuadro 6A. ). En esta misma fecha, el Pinto Americano no superó al cultivar Jamapa significativamente, con una altura promedio de 3.1 cm, mientras que en el Jamapa fué de 2.8 cm. Por otro lado, la interacción no fué significativa en ambas fechas( Cuadro 1A. ).

A los 38 días de la siembra, no se presentaron diferen-

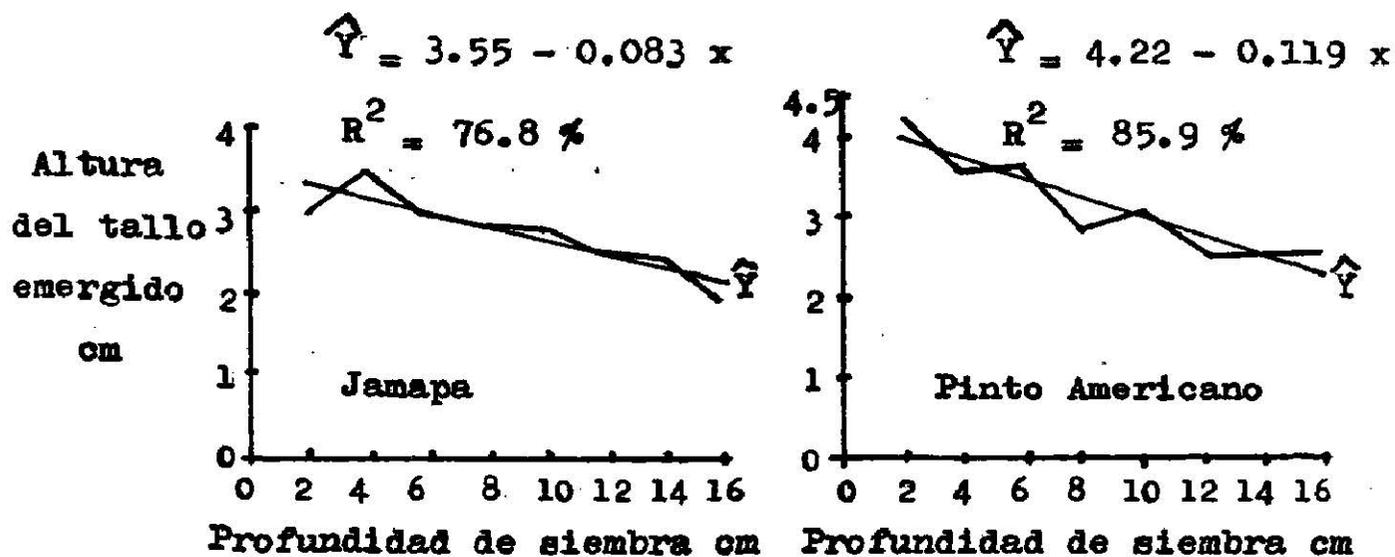


Figura 5. Efecto de la profundidad de siembra sobre la altura del tallo emergido de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 14 días después de la siembra.

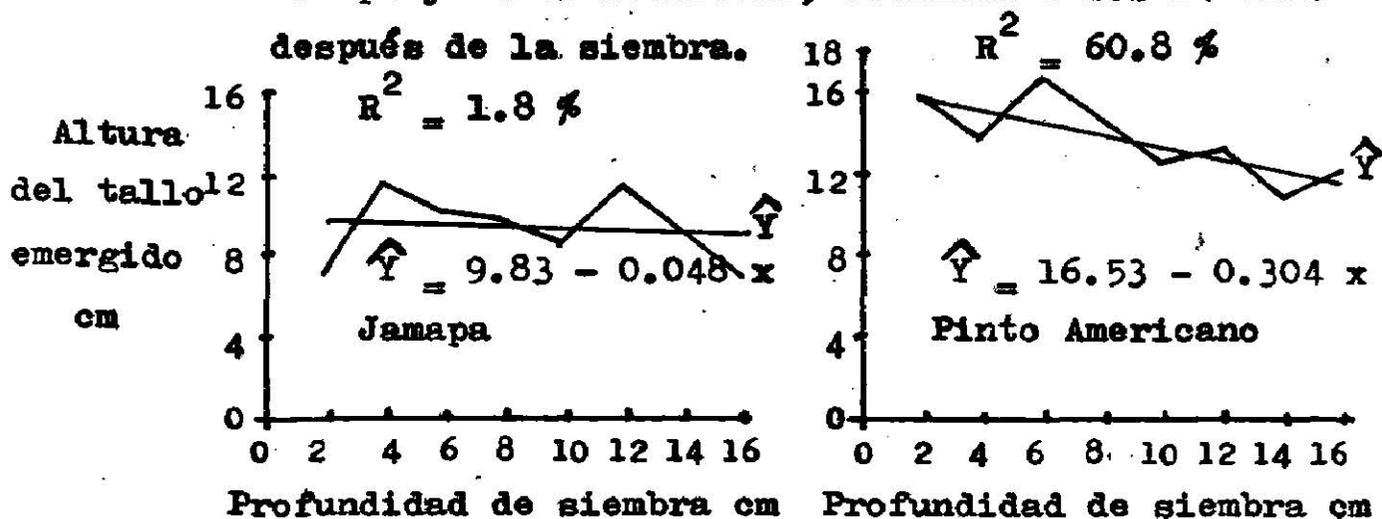


Figura 6. Efecto de la profundidad de siembra sobre la altura del tallo emergido de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 38 días después de la siembra.

$\hat{Y}$  = Recta de regresión.

cias significativas entre profundidades, ni en la interacción profundidades por variedades, únicamente hubo diferencias entre variedades, siendo superior el Pinto Americano con una altura de 13.9 cm, mientras que en el Jamapa fué de 9.3 cm ( Cuadro 1A. ).

No obstante, de acuerdo a la tendencia, los mayores valores en esta fecha se presentaron en las profundidades de 4 y 12 cm del cultivar Jamapa y de 2,4,6,10,12 y 16 cm del Pinto Americano, con un rango de alturas de 16.9 a 11.4 cm, mientras que la mínima altura se presentó en el resto de los tratamientos, con alturas de 10.9 a 6.9 cm( Figura 6 ).

#### 5.4 AREA FOLIAR.

De acuerdo con el análisis de regresión a los 15 días después de la siembra, se demuestra que no existe una relación lineal de esta variable con la profundidad de siembra, aunque a los 38 días de la siembra la relación lineal inversa fué significativa en el Pinto Americano, mientras que en el cultivar Jamapa no( Cuadro 8A. ). Lo anterior es apoyado por los coeficientes de determinación de 0.16 y 5.6 % a los 15 días de la siembra y de 0.0014 y 64.8 % a los 38 días para el Jamapa y Pinto Americano, respectivamente( Figuras 7 y 8 ).

De acuerdo con lo anterior y apoyado en los análisis de varianza para ambos muestreos, cuyas fuentes de variación resultaron no significativas, se demuestra que la profundidad de siembra no afectó al área foliar de los cultivares de frijol estudiados( Cuadro 1A. ).

No obstante, de acuerdo a la tendencia, a los 15 días después de la siembra, las profundidades cuyas plántulas moq

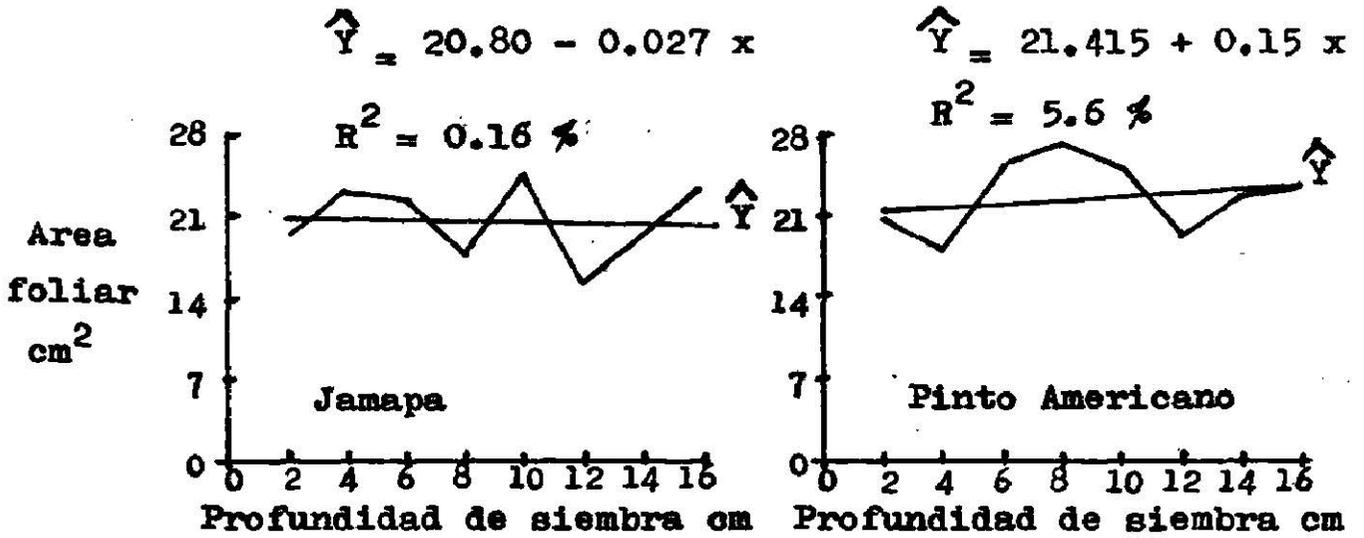


Figura 7. Efecto de la profundidad de siembra sobre el área foliar de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 15 días después de la siembra.

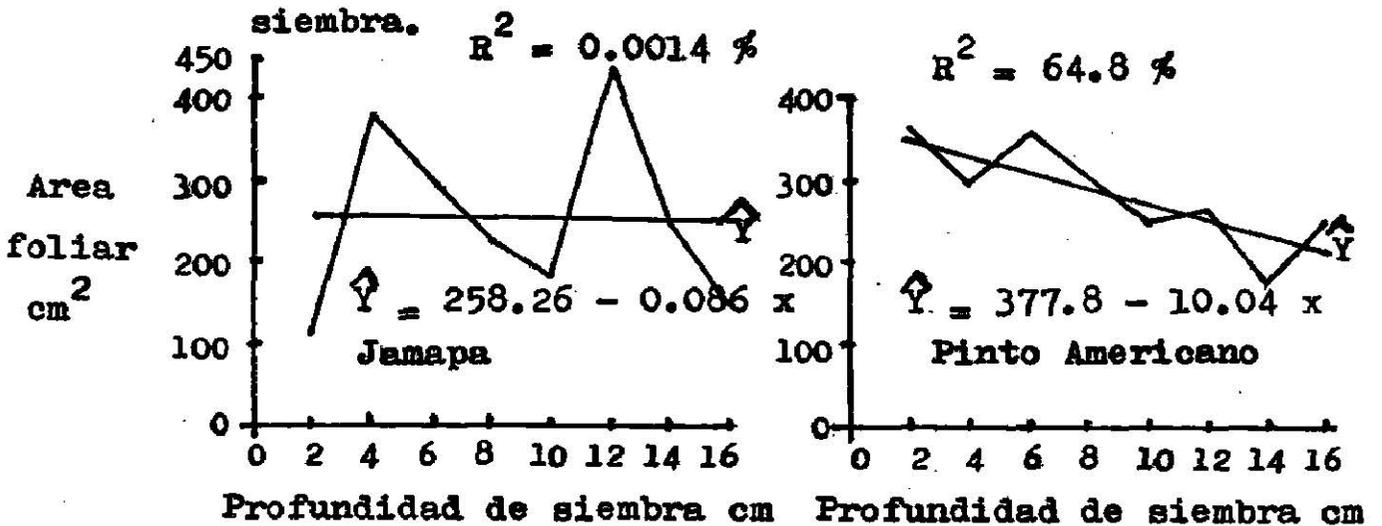


Figura 8. Efecto de la profundidad de siembra sobre el área foliar de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 38 días después de la siembra.

$\hat{Y}$  = Recta de regresión.

traron una mayor área foliar fueron las de 4,6,10 y 16 cm en el cultivar Jamapa y de 6,8 y 10 cm en el Pinto Americano con valores de 27.06 a 22.4 cm<sup>2</sup>, mientras que la mínima área foliar se presentó en la profundidad de 12 cm en el cultivar Jamapa y en la de 4 cm en el Pinto Americano con valores de 15.08 y 18.03 cm<sup>2</sup>, respectivamente( Figura 7.).

Así mismo, de acuerdo a la tendencia, a los 38 días después de la siembra, la mayor área foliar se presentó en las profundidades de 4,6 y 12 cm en el cultivar Jamapa y de 2,4 y 6 cm en el Pinto Americano con valores de 441.6 a 301.0 cm<sup>2</sup>, mientras que la mínima área foliar se presentó a los 2 cm en el cultivar Jamapa y a los 14 cm en el Pinto Americano con valores de 115.1 y 182.5 cm<sup>2</sup> respectivamente( Figura 8 ).

Podemos decir que en general, en ambas fechas y cultivares, las tendencias nos señalan que la mayor área foliar se presentó en las profundidades de 4 y 6 cm con valores de 20.5 y 23.8 cm<sup>2</sup> a los 15 días de la siembra y valores de 341 y 332 cm<sup>2</sup> a los 38 días, respectivamente; mientras que la mínima área foliar se presentó a los 16 cm de profundidad con valores de 11.7 y 162.9 cm<sup>2</sup> para cada fecha, respectivamente ( Figuras 7 y 8 ).

#### 5.5 PESO SECO DE LA PARTE EMERGIDA.

De acuerdo con el análisis de regresión realizado a los 15 y 38 días después de la siembra, se demuestra que no existe una relación lineal de esta variable con la profundidad de siembra( Cuadro 8A. ). Lo anterior es apoyado por los coeficientes de determinación tan bajos de 32.5 y 42.9 % a los 15 días de la siembra y de 0.19 y 18.0 % a los 38 días, para el Jamapa y Pinto Americano, respectivamente( Figuras 9 y 10).

De acuerdo con lo anterior y apoyado en el análisis de varianza realizado a los 15 y 38 días después de la siembra, donde únicamente se obtuvieron diferencias significativas entre variedades a los 15 días, siendo mejor el Pinto Americano con un peso seco por planta de 0.13 g, mientras que en el cultivar Jamapa fué de 0.09 g por planta. Por lo tanto, se concluye que la profundidad de siembra no afectó al peso seco emergido de las plántulas de frijol( Cuadro 1A, ).

No obstante, de acuerdo a la tendencia, a los 15 días después de la siembra, las profundidades cuyas plántulas mostraron un mayor peso seco fueron las de 4,6 y 10 cm en el cultivar Jamapa y de 2,6 y 8 cm en el Pinto Americano con valores de 0.109 a 0.157 g por planta, mientras que el peso seco mínimo se presentó en la profundidad de 12 cm de ambos cultivares con valores de 0.068 y 0.102 g por planta para el Jamapa y Pinto Americano, respectivamente( Figura 9 ).

Así mismo, a los 38 días después de la siembra, las tendencias nos señalan que el mayor peso seco se presentó en las profundidades de 4,6 y 12 cm de ambos cultivares con valores de 1.8 a 3.0 g por planta, mientras que el peso seco mínimo se presentó en las profundidades de 2 y 16 cm del cultivar Jamapa y en la de 14 cm del Pinto Americano con valores de 0.71, 0.83 y 1.3 g por planta, respectivamente( Figura 10 ).

En general, en ambas fechas y cultivares las tendencias nos señalan que el mayor peso seco se presentó en las profundidades de 4 y 6 cm con valores de 0.13 y 0.131 g por planta a los 15 días de la siembra y valores de 2.05 y 2.14 g por planta a los 38 días, respectivamente, mientras que el peso seco mínimo se presentó en la profundidad de 16 cm con valo-

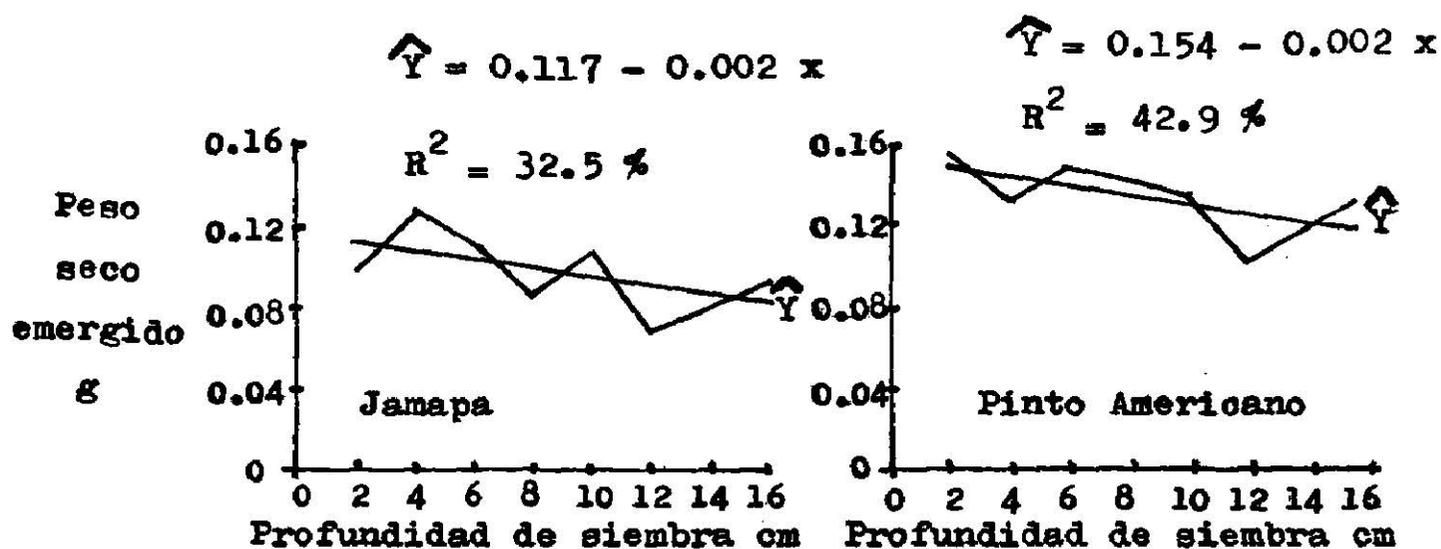


Figura 9. Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco emergido de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimado a los 15 días después de la siembra.

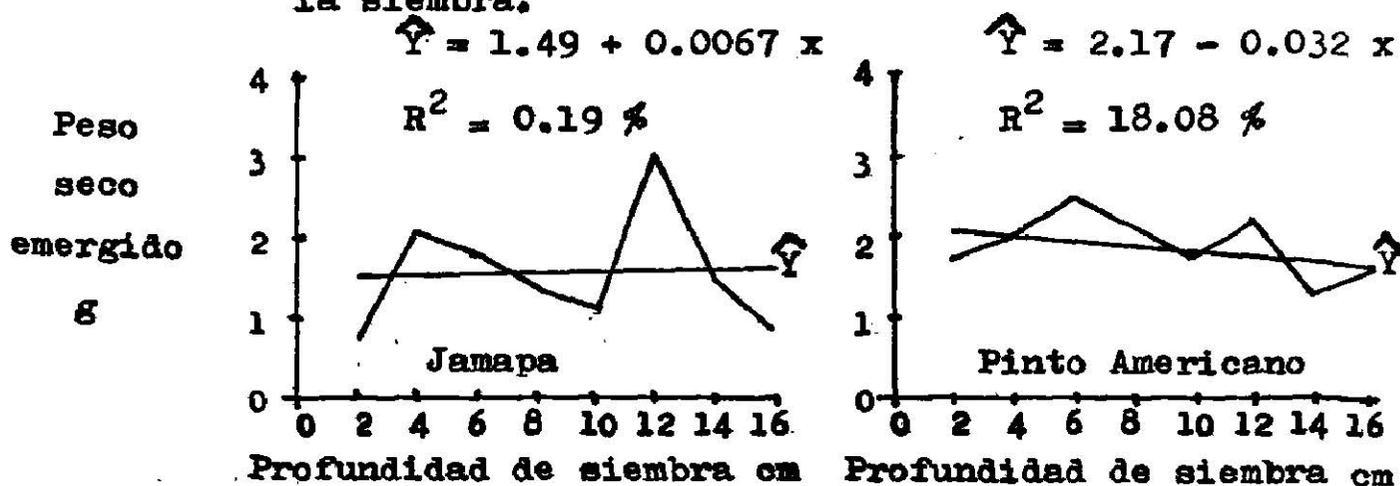


Figura 10. Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco emergido de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimado a los 38 días después de la siembra.

$\hat{Y}$  = Recta de regresión.

res de 0.1 y 0.95 g por planta para cada fecha respectivamente( Figuras 9 y 10 ).

#### 5.6 PESO SECO DE LA PARTE INMERSA.

De acuerdo con el análisis de regresión se demuestra que no existe una relación lineal de esta variable con la profundidad de siembra( Cuadro 8A. ). Lo anterior es apoyado por los coeficientes de determinación estimados a los 38 días después de la siembra, cuyos valores fueron de 0.07 y 9.1 % para los cultivares Jamapa y Pinto Americano, respectivamente( Figura 11 ).

De acuerdo con lo anterior y apoyado en el análisis de varianza del muestreo realizado a los 38 días de la siembra, donde únicamente se reportan diferencias significativas entre variedades siendo el Pinto Americano significativamente superior al Jamapa con un peso seco inmerso de 0.42 g por planta, mientras que en el Jamapa fué de 0.34 g por planta. Por lo tanto, se concluye que la profundidad de siembra no afectó al peso seco inmerso de las plántulas de frijol común( Cuadro 1A. ).

No obstante, de acuerdo con la tendencia, las profundidades cuyas plántulas mostraron el mínimo peso seco fueron las de 2,8,10 y 16 cm en el cultivar Jamapa y la de 14 cm en el Pinto Americano con valores de 0.3 a 0.25 g por planta, mientras que el resto de los tratamientos presentaron un peso seco mayor con valores de 0.51 a 0.36 g por planta( Figura 11 ).

#### 5.7 LONGITUD RADICAL.

De acuerdo con el análisis de regresión y la pendiente

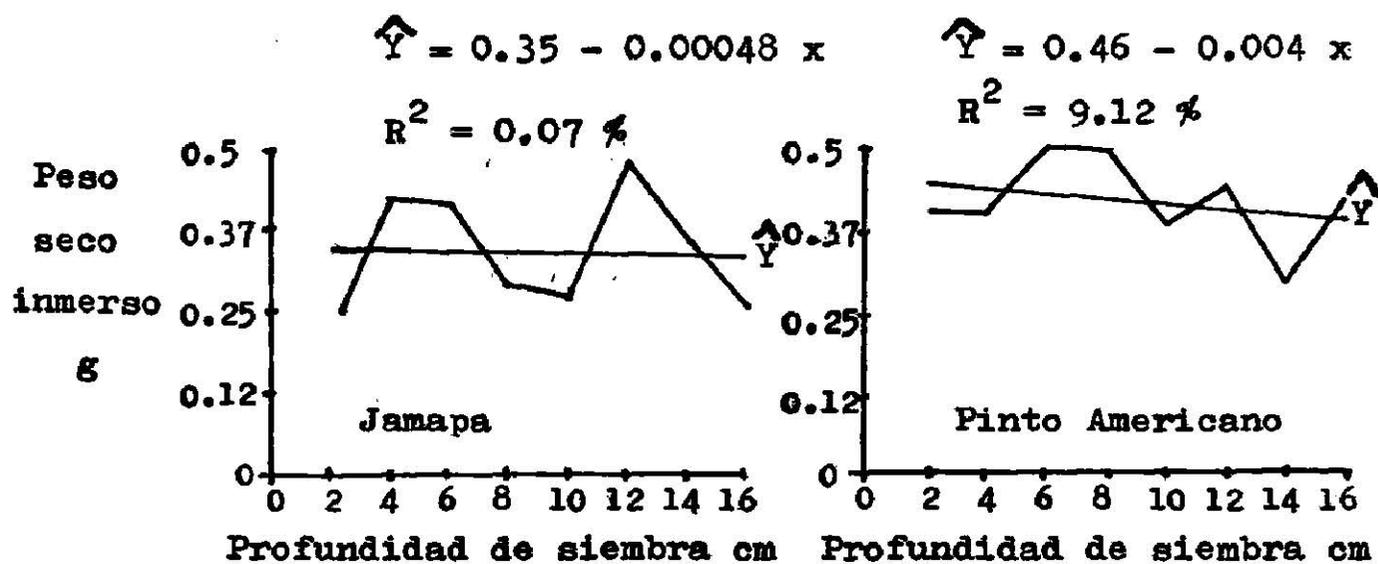


Figura 11. Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco inmerso de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimado a los 38 días después de la siembra.

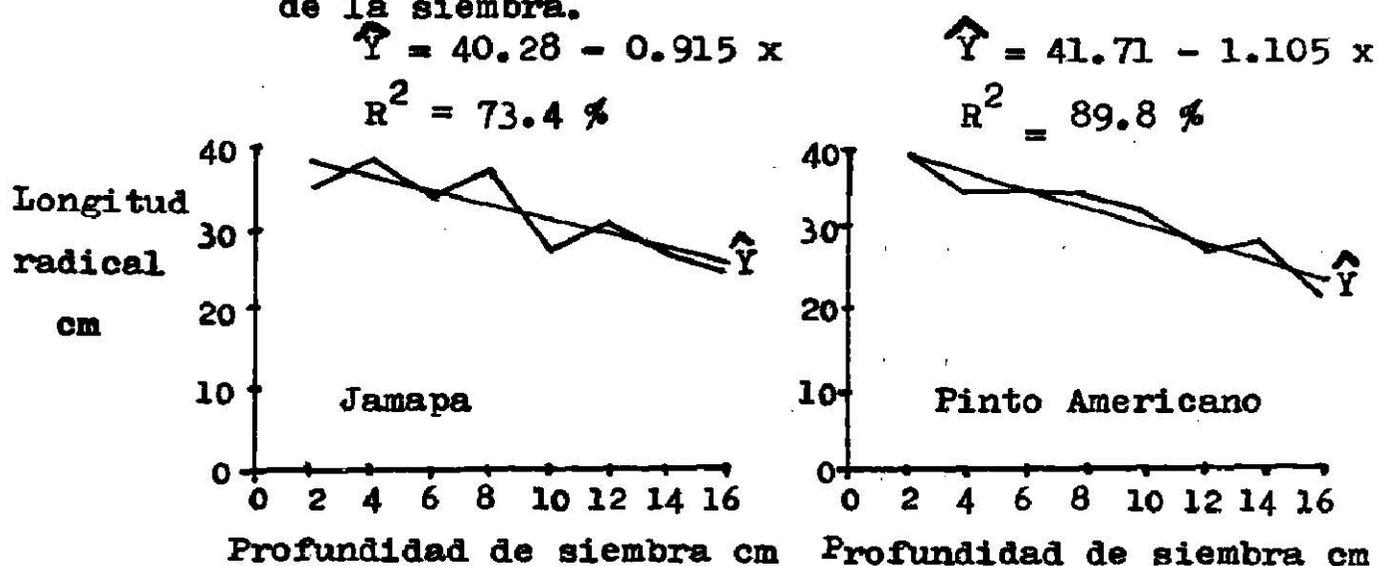


Figura 12. Efecto de la profundidad de siembra sobre la longitud radical de los cultivares de frijol Jamapa y Pinto Americano, estimada a los 38 días después de la siembra.

$\hat{Y}$  = Recta de regresión.

de la recta de regresión( $\hat{B}_1$ ) en ambos cultivares, se demuestra que existe una relación lineal inversa de esta variable con la profundidad de siembra( Cuadro 8A. ). La relación anterior es apoyada por los coeficientes de determinación de 73.4 y 89.8 % para los cultivares Jamapa y Pinto Americano, respectivamente( Figura 12 ).

La anterior es apoyado por el análisis de varianza realizado a los 38 días después de la siembra, ya que se encontraron diferencias altamente significativas en la fuente de variación profundidades, aunque esto no sucedió para variedades y la interacción( Cuadro 1A. ).

De acuerdo con el análisis estadístico, la máxima longitud radical se presentó en las profundidades de 2,4,6 y 8 cm de ambos cultivares con valores de 37.7 a 34.5 cm, mientras que la mínima longitud radical se presentó en las profundidades de 14 y 16 cm en ambos cultivares con valores de 27.6 a 23.5 cm( Cuadro 7A. ).

## 6. DISCUSION

En general, los resultados nos indican que la profundidad de siembra no afectó a las variables relevantes para estimar el vigor de las plantas, como son el área foliar y peso seco emergido( Cuadros 1 y 8A. ); aunque sí se puede afirmar que ésta afecta el establecimiento del cultivo, considerando que la velocidad y porcentaje de emergencia sí se ven afectados( Cuadros 1 y 8A. ).

Las curvas respuesta de la velocidad y porcentaje de emergencia en relación a la profundidad de siembra presentan dos fases, siendo esto más notorio en el cultivar Jamapa( Figuras 1 y 2). En las profundidades superficiales( 0 y 2 cm ) la emergencia se retrasó y el porcentaje de emergencia disminuyó hasta un nivel inferior que en las profundidades mayores, llegando a hacerse nulo( 0 % de emergencia ) en la profundidad de 0 cm, no obstante haberse obtenido el 100 % de germinación. En cambio, en las profundidades mayores( 4 a 16 cm en el cultivar Jamapa y 2 a 16 cm en el Pinto Americano) sí se mostró una relación lineal inversa de la velocidad y porcentaje de emergencia con la profundidad de siembra en ambos cultivares. Lo anterior puede explicarse si consideramos que las capas superficiales del suelo se desecan más rápidamente, afectando el desarrollo adecuado de las plántulas y llegándose al extremo de producirse el " vaciado " de las semillas, provocándose que no emerjan. Por otra parte, la relación inversa de la velocidad y porcentaje de emergencia con la profundidad, se explica en base a que a mayor profundidad de siembra la plántula tiene que desplazar sus tejidos una distancia mayor para emerger, además de tener que

vencer la resistencia al paso de sus cotiledones, consecuentemente se presenta mayor gasto de energía y por lo tanto un alto porcentaje de plántulas son incapaces de emerger( 34 ).

Por otro lado cabe señalar que el tamaño de la semilla influyó en la velocidad y porcentaje de emergencia, ya que los resultados nos indican que el Pinto Americano con semillas más grandes que el cultivar Jamapa, presentó menores porcentajes de emergencia a una misma profundidad de siembra y tardó más tiempo en emerger que el cultivar Jamapa( Figuras 3 y 4 ). Esto se explica si tomamos en cuenta que una mayor área cotiledoneal 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 la emergencia que las semillas grandes.

A los 14 días de la siembra la altura del tallo emergido de ambos cultivares fué afectado en una forma inversa por la profundidad de siembra; aunque a los 38 días esta relación perduró únicamente en el Pinto Americano( Cuadro 8A. ). La relación inversa de estas variables concuerda con la encontrada por Treviño y García( 34 ) en estos mismos cultivares a los 20 días después de la siembra, ya que reportan que a 2.5 cm de profundidad la longitud del tallo fué mayor y disminuyó a mayores profundidades. Esto se puede explicar en base al mayor gasto de energía que se presenta en las plántulas emergidas de mayores profundidades, además del mayor tiempo que requieren para llegar a la superficie, por lo que son menos vigorosas( menos altas ) que las plántulas que emergen de profundidades superficiales.

Por otro lado, el comportamiento del peso seco emergido y el área foliar fue muy similar; es decir, no se encontraron diferencias significativas en los análisis de varianza y de regresión en el vigor de las plántulas emergidas de las diferentes profundidades, tanto a los 15 y 38 días después de la siembra, aunque el análisis de regresión reporta diferencias significativas en el área foliar del Pinto Americano a los 38 días después de la siembra( Cuadros 1 y 8A. ).

Los resultados obtenidos en ambas fechas difieren de los resultados encontrados por Treviño y García( 34 ) a los 20 días después de la siembra, ya que ellos si encontraron una relación inversa del peso seco emergido y el área foliar con la profundidad de siembra, ya que obtuvieron las plántulas más vigorosas a 2.5 cm de profundidad y disminuyó el vigor a mayores profundidades( 15 y 20 cm ). Sin embargo, los resultados obtenidos pueden explicarse si tomamos en cuenta que al momento de la emergencia se desencadenan una serie de procesos fotomorfogénicos provocados por la acción de la luz sobre el gancho plumular a través del fitocromo, los cuales hacen que las sustancias de reserva modifiquen las direcciones en que están siendo asignadas y se utilicen en el desdoblamiento del gancho plumular, la expansión foliar y el inicio del crecimiento, por lo que las plántulas que emergieron primero( las sembradas a 2,4,6,8 y 10 cm ) comenzaron a elaborar su propio alimento a través de la fotosíntesis en un período más temprano que las plántulas emergidas de mayores profundidades( 12,14 y 16 cm), aunque estas últimas presentaron un sistema radical más desarrollado al momento de la emergencia por lo que igualaron en vigor a las anteriores, ya que el crecimiento de la parte aérea fue más acelerado en

estas plántulas una vez que emergieron.

Los resultados encontrados a los 38 días después de la siembra concuerdan con los reportados por Díaz citado por Robles( 25 ) a los 30 días después de la siembra, ya que encontró que las diferencias en peso seco de las plántulas de maíz sembradas a 5 y 15 cm de profundidad disminuyeron.

Por otro lado, Treviño y García( 34 ) encontraron resultados similares en el cultivo de maíz, ya que reportan que la profundidad intermedia de 7.5 cm presentó las plántulas más vigorosas en peso seco y área foliar en los muestreos realizados a los 10 y 35 días después de la siembra, esto concuerda con lo encontrado en este experimento a los 38 días de la siembra, ya que aunque no hubo diferencias significativas(  $P < 0.05\%$  ), las plántulas de profundidades intermedias( 4,6 y 12 cm ) presentaron el mayor vigor en peso seco emergido y área foliar( Figuras 7,8,9 y 10 ). Esto se puede explicar si tomamos en cuenta que el vigor de las plántulas en etapas más avanzadas de desarrollo está influenciado por otros factores tales como la variación entre y dentro de los genotipos y los factores ambientales tales como la ubicación de la semilla en el suelo y el ambiente del cual la semilla se obtiene( 18 ). De acuerdo con lo anterior podemos considerar que la ubicación de la semilla en el suelo influyó notablemente en el vigor de las plántulas tomando en cuenta que las condiciones de la cama de siembra fueron ideales en las profundidades intermedias, por lo que las plántulas de estas profundidades presentaron un equilibrio entre la raíz y el tallo, es decir estas plántulas se desarrollaron adecuadamente debido a que se presentó una coordinación estrecha entre la absorción de agua y minerales por la raíz y la de-

manda de los mismos por el aparato fotosintético de la planta. Mientras que en las plántulas sembradas superficialmente el sistema radical no satisface las necesidades hídricas y nutricionales de las hojas y tallo al momento de la emergencia y en las plántulas emergidas de profundidades extremas sucede lo contrario, es decir el sistema radical puede abastecer las pocas necesidades del aparato fotosintético debido a que está más desarrollado al momento de la emergencia. Además, cabe señalar que el tiempo que tardaron en emerger las plántulas de profundidades intermedias( 6,8 y 10 cm) fué igual al requerido por las plántulas de profundidades superficiales( 2 y 4 cm ), lo cual ocasionó que las plántulas de profundidades intermedias superaran en vigor a las plántulas emergidas de profundidades superficiales a los 38 días después de la siembra, aunque no se reportaron diferencias significativas.

El peso seco inmerso no presentó una relación lineal con la profundidad de siembra a los 38 días después de la siembra, sin embargo, la tendencia nos señala que las plántulas de profundidades intermedias( 4,6 y 12 cm ), presentaron mayor peso seco inmerso que el resto de los tratamientos( Figura 11 ). Esta tendencia se puede explicar parcialmente si tomamos en cuenta dos aspectos: a) estas plántulas presentaron un desarrollo radical mayor que las de profundidades superiores y b) estas plántulas presentaron un mayor tallo inmerso que las de profundidades inferiores. Debido a que el peso seco inmerso fué la suma del tallo inmerso y el sistema radical, esto explica en parte el hecho de que las plántulas que emergieron de profundidades intermedias presentaran mayor peso seco inmerso. Aunque también debemos considerar el

equilibrio de la raíz y aparato fotosintético presente en estas plántulas al momento de la emergencia.

La relación lineal inversa de la longitud radical con la profundidad de siembra( Cuadro 8A.), se explica si tomamos en cuenta que aunque las plántulas emergidas de profundidades superficiales( 2 y 4 cm ) presentaron un sistema radical poco desarrollado al momento de la emergencia, superaron a las de profundidades superiores, ya que las raíces tenían una mayor capa de suelo suelto a explorar, por lo que batallaron menos en penetrar, mientras que en las plántulas de profundidades mayores( 10 a 16 cm) el sistema radical alcanzó menor longitud, debido a que se obstaculizó el crecimiento de las mismas por las capas de suelo comprimidas que se encontraban más cercanas a estas semillas.

En general, concluimos que la hipótesis de que a mayor profundidad de siembra menor vigor de plántula se acepta parcialmente, esto puede suceder bajo ciertas condiciones ambientales y en cierta etapa de desarrollo del cultivo( plántula) ya que existen otros factores que también afectan el vigor de las plantas en su desarrollo posterior. Por otro lado, el efecto negativo de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia se manifestó a partir de los 12 cm de profundidad, principalmente en el Pinto Americano.

Las profundidades de siembra utilizadas por los agricultores de la región( 13 ) bajo condiciones de riego( 4 a 6 cm) en el cultivo de frijol, concuerdan con las obtenidas en este trabajo en condiciones de " tierra venida ", ya que aunque no se encontraron diferencias significativas en el vigor de las plántulas( peso seco emergido y área foliar), se puede afirmar que las profundidades de 4,6 y 12 cm presentaron las plántulas más vigorosas.

## 7. CONCLUSIONES

1. La profundidad de siembra influyó notablemente en el establecimiento del cultivo, ya que ocasionó una reducción de la velocidad y porcentaje de emergencia en una forma lineal a medida que la profundidad de siembra aumentó.
2. La escasa humedad de los estratos superiores del suelo ( 0 a 2 cm ) provocó una reducción en la velocidad y porcentaje de emergencia de las plántulas sembradas a 2 cm, mientras que a 0 cm ninguna plántula emergió, aún cuando el 100 % de las semillas germinaron.
3. De acuerdo con los máximos valores de la velocidad y porcentaje de emergencia, se concluye que a " tierra venida " existe un rango de profundidades de 4 a 8 cm bajo el cual se logra un buen establecimiento del cultivo.
4. La máxima altura de planta en ambos muestreos se presentó en las profundidades de 2,4 y 6 cm.
5. El vigor de las plántulas estimado a través del peso seco emergido y el área foliar, no fué afectado en una forma significativa por la profundidad de siembra. Sin embargo, de acuerdo con la tendencia del peso seco a los 15 días de la siembra, se observa que éste disminuyó a medida que la profundidad de siembra aumentó, mientras que a los 38 días éste fué mayor en las profundidades intermedias( 4, 6 y 12 cm ).
6. La hipótesis de que a mayor profundidad de siembra mayor gasto de energía en la emergencia de las plántulas, lo cual ocasiona un menor vigor de las mismas, es aceptada parcialmente. Por otro lado, el efecto negativo de la profundidad de siembra sobre la velocidad y porcentaje de emergencia se manifestó a partir de los 12 cm de profundidad.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Aldrich, S.R. y E.R. Leng. 1974. Producción moderna de maíz. O. Martínez T., traductor. Hemisferio Sur. Argentina. 308p.
2. Alsina G., L. 1976. Horticultura general. Tercera edición. Sintés, S.A. España. 383p.
3. Bever, L.D., W.H. Gardner y W.R. Gardner. 1973. Física de suelos. J.M. Rodríguez, traductor. UTEHA. México. 329p.
4. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1976. Semillas de frijol de buena calidad. Folleto no publicado. Cali, Colombia. 38p.
5. Cronquist, A. 1977. Introducción a la botánica. A. Marino A., traductor. Segunda edición. CECSA. México. 848p.
6. Del Cañizo P., J.A., R. Moreno V. Y C. Garijo A. 1981. Guía práctica de plagas. Mundi-Prensa. España. 371p.
7. Diehl, R., J.M. Mateo B. y P. Urbano T. 1973. Fitotecnia general. J.M. Mateo B., traductor. Mundi-Prensa. España. 814p.
8. Edmon, J.B., T.L. Senn y F.S. Andrews. 1967. Principios de horticultura. CECSA. México. 575p.
9. Fassbender, H.W. 1975. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Centro regional de ayuda técnica. Edit. I.I.C.A. de la OEA, Turrialba, Costa Rica. 398p.
10. 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. 246p.

11. Gavande, S.A. 1972. Física de suelos, principios y aplicaciones. Limusa-Wiley, S.A. México. 351p.
12. Gondé, H., G. Carré y Ph. Jussiaux. 1965. Lecciones de agricultura. J. Ramírez, traductor. Aguilar. España. 645p.
13. 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 Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
14. Hartmann, H.T. y D.E. Kester. 1981. Propagación de plantas, principios y prácticas. A. Marino A., traductor. Segunda reimpresión. CECSA. México. 814p.
15. Holman, R.M. y W.W. Robbins. 1965. Botánica general. E. Beltrán, traductor. UTEHA. México. 632p.
16. Kramer, P.J. 1974. Relaciones hídricas del suelo y plantas. L. Tejada, traductor. Centro regional de ayuda técnica. Agencia para el desarrollo internacional. Edutex. México. 538p.
17. León G., A. 1968. Fundamentos científico-naturales de la producción agrícola. Manual de agricultura. Segunda edición. Editorial Salvat, S.A. Barcelona, España. 1:814p.
18. Maiti, R.K. 1981. Evaluation of sorghum for multiple stress resistance a pragmatic approach towards sorghum improvement in semi-arid tropics. International Crops Research Institute for the Semi-

- arid Tropics. Patancheru, India. 60p.
19. Maiti, R.K. 1983. Establecimiento de cultivos. Folleto no publicado. Impreso en la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 168p.
  20. Maiti, R.K., H. González Rr y C.O. Alanís L. 1984. El establecimiento de los cultivos en el tropico semiárido del Noreste de México, una síntesis práctica. Editado en la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 77p.
  21. Metcalf, C.L. y W.P. Flint. 1970. Insectos destructivos e insectos útiles. R. Blackaller, traductor. CECSA. México. 1208p.
  22. Payson R., L. 1964. El cultivo de las plantas útiles. Enciclopedia Argentina de la Agricultura y Jardinería. Acme, S.A. Argentina. 2:706p.
  23. Ray, P.M. 1981. La planta viviente. Serie biología moderna. A. Marino A., traductor. Septima reimpresión. CECSA. México. 272p.
  24. Robles S., R. 1982. Terminología genética y fitogenética. Segunda edición. Edit. Trillas, S.A. México. 163p.
  25. Robles S., R. 1983. Producción de granos y forrajes. Cuarta edición. Limusa. México. 608p.
  26. Rojas G., M. y M. Rovaló M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. McGraw-Hill. México 262p.
  27. Ruiz O., M., D. Nieto R. y I. Larios R. 1979. Tratado elemental de botánica. Decimo-quinta edición. Edit. ECLALSA. México, D.F. 730p.
  28. Russell, E. J. y E. W. Russell. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. G.

González, traductor. Cuarta edición. Aguilar. España. 801p.

29. Secretaría de Educación Pública. 1981. Frijol y chicharo Manual para la educación agropecuaria. Area producción vegetal. Trillas, S.A. México. 58p.
30. Secretaría de Educación Pública. 1983. Manual para la educación agropecuaria. Area producción vegetal. Tercera edición. Trillas, S.A. México. 56p.
31. Secretaría de Educación Pública. 1984. Cultivos básicos. Manual para la educación agropecuaria. Area producción vegetal. Tercera edición. Trillas, S.A. México. 72p.
32. Seymour, J. 1979. Guía práctica ilustrada para la vida en el campo. Diorki traductores. Blume. España. 256p.
33. Sivori, E.M., E.R. Montaldi, y O.H. Caso. Fisiología vegetal. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 681p.
34. 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.

## Apéndice

Cuadro 1. Análisis de varianza y coeficiente de variación (CV) para las variables estimadoras del vigor de las plántulas de frijol.

Variable dependiente	Fuente de variación			CV(%)
	Genotipo	Profundidad	Interacción	
Días a la emergencia.	N S	++	++	8.6
Porcentaje de emergencia.	N S	++	+	25.1
Altura del tallo(cm) emergido a los:				
14 días de la siembra.	++	++	N S	13.3
38 días de la siembra.	++	N S	N S	28.9
Area foliar(cm <sup>2</sup> ) a los:				
15 días de la siembra.	N S	N S	N S	33.1
38 días de la siembra.	N S	N S	N S	59.8
Peso seco emergido(g) a los:				
15 días de la siembra.	++	N S	N S	24.7
38 días de la siembra.	N S	N S	N S	46.2
Peso seco inmerso(g) a los 38 días de la siembra.	+	N S	N S	25.2
Longitud radical(cm).	N S	++	N S	13.1

Variable independiente = Profundidad de siembra.

N S = No significativo, + = Significativo,

++ = Altamente significativo.

Cuadro 2. Comparaciones de medias de profundidades para la variable días a la emergencia en el cultivo de frijol.

Profundidades	Medias	0.05
P-4	7.16	
P-6	7.33	
P-10	7.66	
P-8	8.83	
P-14	10.16	
P-2	10.16	
P-12	10.5	
P-16	11.66	

CV = 8.66 %

DMS = 2.429

P-4 = Profundidad de siembra de 4 cm.

Cuadro 3. Comparaciones de medias de la interacción profundidades por variedades para la variable días a la emergencia en el cultivo de frijol.

Interacción prof. x var.	Medias	0.05
J-4	6.66	
J-8	7.0	
J-10	7.0	
J-6	7.33	
A-2	7.33	
A-6	7.33	
A-4	7.66	
A-10	8.83	
J-14	9.66	
A-12	10.0	
A-14	10.66	
A-8	10.66	
J-12	11.0	
J-16	11.0	
A-16	12.33	
J-2	13.0	

J = Jamapa    A = Americano

DMS = 3.435

DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 4. Comparaciones de medias de profundidades para la variable porcentaje de emergencia en el cultivo de frijol.

Profundidades	Medias	0.05
P-6	90.7	
P-8	88.8	
P-4	87.0	
P-10	72.2	
P-2	68.5	
P-14	62.9	
P-12	59.2	
P-16	44.4	
P-0	0	

CV = 25.12 %

DMS = 23.39

Cuadro 5. Comparaciones de medias de la interacción profundidades por variedades para la variable porcentaje de emergencia en el cultivo de frijol.

Interacción prof. x var.	Medias	0.05
J-6	100.0	
J-4	96.2	
J-10	92.5	
J-8	88.8	
A-2	88.8	
A-10	85.1	
A-6	81.4	
A-4	77.7	
A-12	70.3	
J-14	66.6	
J-16	62.5	
A-14	59.2	
A-8	55.5	
J-2	48.1	
J-12	48.1	
A-16	25.9	
J-0	0	
A-0	0	

J = Jamapa    A = Americano

DMS = 33.08

Cuadro 6. Comparaciones de medias de profundidades para la variable altura del tallo emergido en el cultivo de frijol, estimadas a los 14 días de la siembra.

Profundidades	Medias	0.05
P-2	3.6	
P-4	3.5	
P-6	3.3	
P-10	3.0	
P-8	2.9	
P-12	2.5	
P-14	2.5	
P-16	2.1	

CV = 13.34 %

DMS = 0.469

P-2 = Profundidad de siembra de 2 cm.

Cuadro 7. Comparaciones de medias de profundidades para la variable longitud radical en el cultivo de frijol, estimadas a los 38 días después de la siembra.

Profundidades	Medias	0.05
P-2	37.7	
P-4	36.8	
P-8	36.7	
P-6	34.5	
P-10	29.9	
P-12	29.4	
P-14	27.6	
P-16	23.5	

CV = 13.19 %

DMS = 5.028

P-2 = Profundidad de siembra de 2 cm

DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 8. Análisis de regresión lineal simple, coeficientes de determinación( $R^2$ ) y pendiente de la recta de regresión( $B_1$ ), para las variables estimadoras del vigor de las plántulas de los cultivares de frijol Jamapa(j) y Pinto Americano(a).

Variable dependiente	Fuente de variación		$R^2(j)$	$R^2(a)$	$B_1(j)$	$B_1(a)$
	Reg(j)	Reg(a)				
Días a la emergencia.	+	++	72.6%	74.4%	0.38	0.33
Porcentaje de emergencia.	+	+	64.4%	56.9%	-3.7	-3.1
Altura del tallo (cm) emergido a los:						
14 días de la siembra.	++	++	76.6%	85.9%	-0.08	-0.11
38 días de la siembra.	N S	+	1.8%	60.8%	-0.04	-0.3
Area foliar( $cm^2$ ) a los:						
15 días de la siembra.	N S	N S	0.16%	5.63%	-0.02	0.15
38 días de la siembra.	N S	+	0.001%	64.8%	-0.08	-10.0
Peso seco emergido(g) a los:						
15 días de la siembra.	N S	N S	32.5%	42.9%	-0.002	-0.002
38 días de la siembra.	N S	N S	0.19%	18.0%	0.006	-0.03
Peso seco inmerso(g) a los 38 días de la siembra.	N S	N S	0.07%	9.12%	-0.0004	-0.004
Longitud radical(cm).	++	++	73.4%	89.8%	-0.91	-1.1

Variable independiente = Profundidad de siembra.

Reg = Regresión, N S = No significativo, + = Significativo,

++ = Altamente significativo.

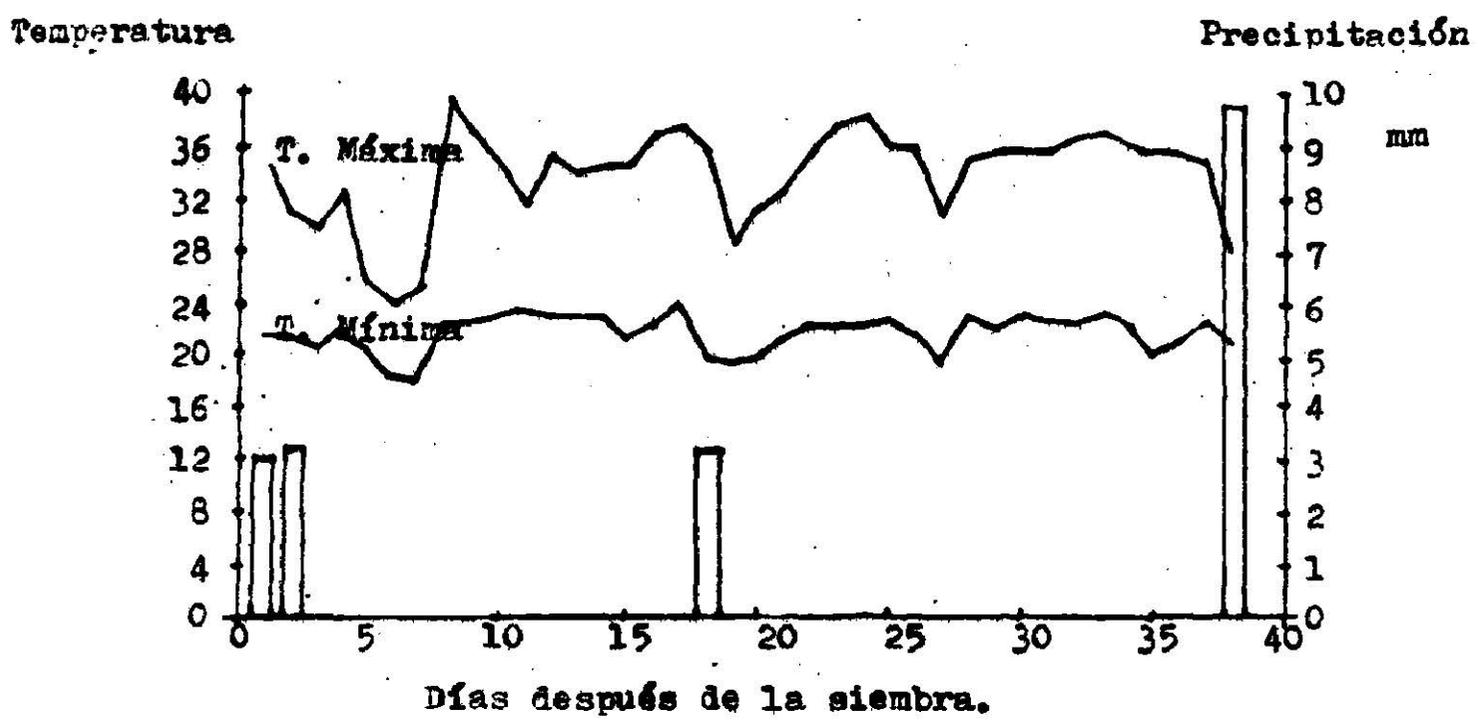


Figura 1. Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo.

