

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA
Y DEL TAMAÑO DE LA SEMILLA SOBRE EL
CRECIMIENTO DEL FRIJOL AYOCOTE
(Phaseolus coccineus L.)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA:

ESTANISLADO MATA LARA

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1986.

T

SB32

M3

c.1



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA
Y DEL TAMAÑO DE LA SEMILLA SOBRE EL
CRECIMIENTO DEL FRIJOL AYOCOTE
(Phaseolus coccineus L.)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA:
ESTANISLADO MATA LARA

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1986.

006939

T
SB327
M3

040.635
FA 14
1986
C S



Hess


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

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR

Presidente:  Ing. Agr. Cesáreo Guzmán Flores

Secretario:  Ing. Agr. Raúl P. Salazar Saens

Vocal:  Ing. Agr. José L. Guzmán Rodríguez

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Estanislao Mata Medina

Sra. Felicitas Lara de Mata (+)

Con amor, respeto y admiración hacia ellos, por darme siempre un buen ejemplo a lo largo de mi vida; guiándome por el camino del bien; agradeciendo su apoyo, comprensión y dedicación a lo largo de mi carrera.

A MIS HERMANOS:

CARMEN

PAZ

PETRA

BERNARDINA

FRANCISCA

ROSA

AMADA

ERNESTINA

FELICITAS

RODOLFO

Por su apoyo moral y confianza que siempre me brindaron.

AGRADECIMIENTO

A MI ASESOR:

Ing. Agr. Cesáreo Guzmán Flores.

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

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

A todos gracias.

INDICE

Pág.

| | | |
|----------|---|----|
| 1. | INTRODUCCION..... | 1 |
| 2. | REVISION DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. | Taxonomía del frijol..... | 3 |
| 2.2. | Estructura de la semilla..... | 3 |
| 2.3. | Germinación..... | 4 |
| 2.3.1. | El proceso de la germinación..... | 6 |
| 2.4. | Limitantes de la germinación..... | 7 |
| 2.4.1. | Factores intrínsecos..... | 7 |
| 2.4.2. | Factores extrínsecos..... | 8 |
| 2.4.2.1. | Humedad..... | 8 |
| 2.4.2.2. | Temperatura..... | 9 |
| 2.4.2.3. | Aeración..... | 10 |
| 2.5. | Plántula..... | 11 |
| 2.5.1. | Tipos de plántula..... | 11 |
| 2.5.2. | Factores que afectan la emergencia de las plántulas..... | 11 |
| 2.6. | Fenómenos fotomorfogénicos que intervienen en la emergencia..... | 13 |
| 2.7. | Profundidad de siembra..... | 15 |
| 2.7.1. | Factores que determinan la profundidad de siembra..... | 16 |
| 2.7.1.1. | Tipos de emergencia..... | 16 |
| 2.7.1.2. | Tamaño de semilla..... | 17 |
| 2.7.1.3. | Factores ambientales..... | 17 |
| 2.7.2. | Profundidad de siembra del frijol..... | 18 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3. | HIPOTESIS..... | 20 |
| 4. | MATERIALES Y METODOS..... | 21 |
| 4.1. | Localidad..... | 21 |
| 4.2. | Genotipos utilizados..... | 21 |
| 4.3. | Tratamientos bajo estudio..... | 22 |
| 4.4. | Diseño experimental..... | 22 |
| 4.5. | Método de siembra..... | 24 |
| 4.6. | Toma de datos..... | 24 |
| 4.7. | Variables estimadas y método para su cuantificación..... | 25 |
| 4.7.1. | Morfológicas..... | 25 |
| 4.7.1.1. | Altura de plántula..... | 25 |
| 4.7.1.2. | Número de nudos del tallo principal..... | 25 |
| 4.7.2. | Fisiológicas..... | 27 |
| 4.7.2.1. | Días a la emergencia..... | 27 |
| 4.7.2.2. | Porcentaje de emergencia..... | 27 |
| 4.7.2.3. | Peso seco..... | 27 |
| 4.7.2.4. | Porcentaje de floración..... | 27 |
| 4.7.2.5. | Tasa relativa de crecimiento.... | 28 |
| 4.8. | Prácticas culturales..... | 28 |
| 4.9. | Análisis estadístico..... | 29 |
| 5. | RESULTADOS..... | 30 |
| 5.1. | Días a la emergencia..... | 30 |
| 5.2. | Porcentaje de emergencia..... | 30 |
| 5.3. | Altura de plántula a los 30 días..... | 31 |

| | |
|---|----|
| 5.4. Peso seco a los 32 días..... | 33 |
| 5.5. Peso seco a los 43 días..... | 33 |
| 5.6. Número de nudos..... | 33 |
| 5.7. Tasa relativa de crecimiento..... | 35 |
| 5.8. Porcentaje de floración a los 36 días..... | 35 |
| 5.9. Porcentaje de floración a los 40 días..... | 35 |
| 6. DISCUSION..... | 39 |
| 6.1. Días a la emergencia..... | 39 |
| 6.2. Porcentaje de emergencia..... | 39 |
| 6.3. Altura de plántula..... | 40 |
| 6.4. Peso seco..... | 41 |
| 6.5. Porcentaje de floración..... | 42 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 44 |
| 8. RESUMEN..... | 45 |
| 9. BIBLIOGRAFIA..... | 47 |
| 10. APENDICE..... | 52 |

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

| CUADRO | TITULO | Pág. |
|-----------------------------|--|------|
| <u>Cuadros del apéndice</u> | | |
| 1-A | Análisis de varianza y coeficiente de variación (CV), para las variables estimadoras del vigor de las plántulas de frijol..... | 53 |
| 2-A | Comparación de medias de profundidades y tamaño de semilla para las variables días a la emergencia y porcentaje de emergencia..... | 55 |
| 3-A | Comparaciones de medias de profundidades y tamaño de semilla para las variables altura de plántula a los 30 días y peso seco a los 32 y 43 días después de la siembra..... | 56 |
| 4-A | Comparación de medias de profundidades y de tamaño de semilla para las variables número de nudos y tasa relativa de crecimiento..... | 57 |
| 5-A | Comparación de medias de profundidades y de tamaño de semilla para las variables porcentaje de floración a los 36 y 40 días después de la siembra..... | 58 |
| 6-A | Aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo..... | 59 |

| FIGURA | TITULO | Pág. |
|--------------------------|---|------|
| <u>Figuras del texto</u> | | |
| 1 | Sección de una semilla de frijol en su madurez. | 5 |
| 2 | Morfología de la plántula de frijol ayocote.... | 12 |
| 3 | Material y procedimiento que se utilizó para depositar la semilla a la profundidad que requería el tratamiento respectivo..... | 26 |
| 4 | Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre los días a la emergencia de ayocote (<u>Phaseolus coccineus</u> L.)..... | 32 |
| 5 | Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre el porcentaje de emergencia de ayocote (<u>Phaseolus coccineus</u> L.)..... | 32 |
| 6 | Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre la altura de las plántulas de ayocote (<u>Phaseolus coccineus</u> L.)..... | 34 |
| 7 | Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre el peso seco de ayocote (<u>Phaseolus coccineus</u> L.) estimado a los 32 (■) y 43 (□) días después de la siembra..... | 34 |

| | | |
|----|--|----|
| 8 | Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre el número de nudos de ayocote (<u>Phaseolus coccineus</u> L.)..... | 36 |
| 9 | Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre la TRC de ayocote (<u>Phaseolus coccineus</u> L.)..... | 36 |
| 10 | Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre el porcentaje de floración de ayocote (<u>Phaseolus coccineus</u> L.) estimado a los 36 (<input checked="" type="checkbox"/>) y 40 (<input type="checkbox"/>) días después de la siembra..... | 38 |

Figuras del apéndice

| | | |
|-----|---|----|
| 1-A | Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo..... | 60 |
|-----|---|----|

1. INTRODUCCION

Dentro de las prácticas culturales llevadas a cabo para lograr un buen establecimiento del cultivo, la profundidad de siembra ocupa un lugar preponderante ya que ésta nos determina el porcentaje de emergencia y el vigor de las plántulas. Por lo tanto esta práctica debe definirse antes del establecimiento del cultivo, ya que las condiciones climáticas y edáficas varían dependiendo de la zona (Treviño y García, 1984).

Si la siembra se realiza muy superficial, se puede provocar un secado rápido de la semilla ya que estas capas de suelo se desecan muy rápidamente; por el contrario, si es muy profunda la siembra, la emergencia se retrasa, produciéndose plántulas débiles y poco vigorosas, además la plántula puede no ser capaz de crecer lo suficiente debido a que se le agota el alimento almacenado en el embrión, por lo tanto no se presenta la emergencia (Guzmán, 1984).

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

en el cultivo de frijol ayocote (Phaseolus coccineus). Este cultivo se siembra en el centro, sur y noroeste de nuestro país y en forma doméstica en el sur del estado de Nuevo León.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Taxonomía del frijol.

La clasificación taxonómica del frijol ayocote es la siguiente según Lepiz y Navarro (1983).

Familia - - - - - Leguminoseae
Subfamilia- - - - - Papilionoideae
Tribu - - - - - Phaseoleae
Subtribu- - - - - Phasolineae
Género- - - - - Phaseolus
Especie - - - - - coccineus

2.2. Estructura de la semilla.

Botanicamente, la semilla de las angiospermas es un óvulo maduro, encerrado dentro del ovario o fruto (Hartmann y Kester, 1981).

Según Diehl (1973) cualquiera que sea su origen botánico, las semillas se componen de las partes esenciales siguientes: tegumento, embrión y albumen.

Tegumento: Tiene la misión esencial de proteger al embrión y al albumen, evitando las alteraciones provenientes de golpes ó acciones mecánicas moderadas, y puede, dentro de ciertos límites, evitar ó atenuar la penetración de los parásitos vegetales y animales. Además, como consecuencia de su impermeabilidad relativa al agua y los gases, frena y retarda los intercambios de la semilla con el medio exterior, permitiendo una con-

servación más ó menos prolongada.

Embrión: Hartmann y Kester (1981) señalan que es una nueva planta que resulta de la unión, durante la fertilización del gameto masculino con el femenino. Y consta de las siguientes partes: El vástago que consta de: a) dos cotiledones carnosos, b) un eje corto, el hipocotilo, debajo de los cotiledones, c) un eje corto, el epicotilo, por encima de los cotiledones, llevando varias diminutas hojas y terminando en un extremo del vástago y d) la raíz o radícula. En conjunto, el vástago y la radícula, van a formar la plántula (Diehl, 1973).

Albumen: Es el tejido nutricio, que precede al cigoto accesorio cuya función principal es alimentar al embrión. Las semillas en las que no se distingue el endospermo y cuyo embrión engloba todas las reservas en los cotiledones se les denomina "exalbuminadas" como el caso de muchas dicotiledóneas entre las que se encuentran las leguminosas. Las partes de la semilla del frijol ayocote se pueden apreciar en la Figura 1 (Diehl, 1973).

2.3. Germinación.

Desde el punto de vista fisiológico, la germinación constituye para la planta el paso de la vida retardada a la vida activa (Diehl, 1973). Otros mencionan que el proceso que ocurre desde el momento en que el embrión reinicia su crecimiento hasta que la plántula se establece, se le denomina colectivamente como germinación (Cronquist, 1977). Así los técnicos de

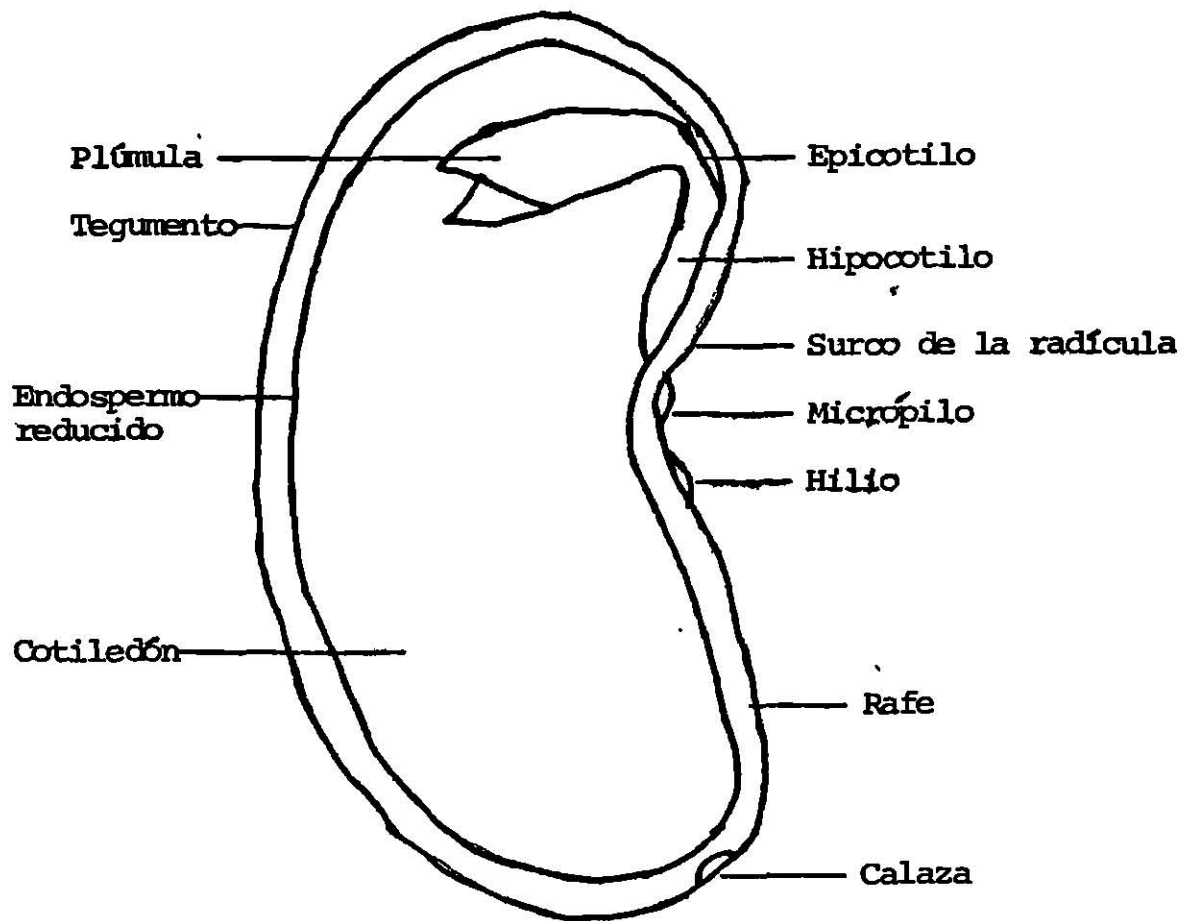


Figura 1. Sección de una semilla de frijol en su madurez.

finen la germinación como la aparición y desarrollo, a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales que, para un cierto tipo de semilla, indican la capacidad de producir plantas normales en condiciones ambientales favorables (Sivori, 1980).

2.3.1. El proceso de la germinación.- Hartmann y Kester (1981) y Torrey citado por Sivori (1980) dividen el proceso de la germinación en tres estadios o fases:

La primera fase de la germinación, la semilla seca absorbe agua. La absorción inicial del agua significa la imbibición de la misma por los coloides de la semilla seca, lo cual ablanda las cubiertas de las semillas y ocasiona hidratación del protoplasma. Como resultado de ello, la semilla se hincha y sus cubiertas pueden romperse.

La segunda fase de la germinación, la absorción de agua y la respiración ahora continúan en un ritmo constante. Los sistemas de síntesis de proteínas están funcionando para producir diversas nuevas enzimas, materiales estructurales, compuestos reguladores, ácidos nucleicos, etc., para efectuar las funciones celulares y sintetizar nuevos materiales. Aparecen enzimas y empiezan a digerir materias de reserva contenidas en los tejidos de almacenamiento a compuestos químicos más sencillos. Estos compuestos luego son translocados a los puntos de crecimiento del eje embrionario para usarse en el crecimiento y la formación de nuevas partes de la planta (Hartmann y Kester, 1981).

La tercera fase de la germinación, consiste en la división celular en los puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido de la expansión de las estructuras de las plantas, una vez que principia el crecimiento del eje embrionario, aumenta el peso fresco y el peso seco de la plántula pero disminuye el peso de los tejidos de almacenamiento. La respiración, medida por la absorción de oxígeno aumenta en forma constante con el avance del crecimiento. Finalmente, cesa la actividad metabólica en los tejidos de almacenamiento, a medida que avanza la germinación, pronto se pone de manifiesto la estructura de la plántula (Hartmann y Kester, 1981).

2.4. Limitantes de la germinación.

La germinación puede verse afectada por:

1. Los factores intrínsecos de la germinación, inherentes a la semilla.
2. La acción del medio o condiciones extrínsecas de la germinación.

2.4.1. Factores intrínsecos de la germinación.- Las condiciones intrínsecas de la germinación son a priori evidentes. Una semilla podrá germinar si reúne las siguientes características según Diehl (1973).

1. Tener vitalidad (que no haya sobrepasado el límite de longevidad).
2. Estar normalmente constituida (embrión y reservas intactas).

3. Debe tener tegumentos permeables.
4. Ser viables (semillas con embrión vivo).

A estas condiciones, que se explican por sí solas, se aña de otra: Que la semilla haya alcanzado su madurez fisiológica.

2.4.2. Factores extrínsecos de la germinación.- La reanudación de la vida activa del embrión queda bajo la estrecha dependencia de la absorción de una cierta cantidad de agua y unicamente puede producirse en un medio aireado y una temperatura adecuada.

2.4.2.1. Humedad.- La absorción del agua por las semillas se efectúa por ósmosis a través del tegumento que, por ser mas o menos celulósico, retiene cantidades importantes. Posteriormente, las diastasas intervendrán para hidrolizar las reservas y ponerlas a disposición del embrión.

El poder absorbente de las semillas para el agua es muy variable, los principales elementos que intervienen en su determinación son especialmente la naturaleza del tegumento y de las reservas contenidas en la semilla y, en cierta medida, su estado de madurez.

Después de la completa imbibición transcurre un tiempo más o menos largo antes de producirse la germinación propiamente dicha. Esto dependiendo de la naturaleza de la semilla y del grado de madurez fisiológica (Diehl, 1973).

2.4.2.2. Temperatura.- Hartmann y Kester (1981) señalan que la temperatura es el factor ambiental individual de mayor importancia que regula la germinación y el crecimiento subsecuente de las plántulas.

Cronquist (1977) dice que la temperatura óptima para la germinación varía de acuerdo con las especies y las condiciones ambientales.

Por lo general, la velocidad de germinación aumenta en forma directa con la temperatura. Esto es, la velocidad es muy baja a temperaturas bajas pero se incrementa en forma continua a medida que asciende la temperatura (Hartmann y Kester, 1981). El porcentaje de germinación baja también a medida que la temperatura llega a niveles extremos (Diehl, 1973). Sivori (1980) y Hartmann y Kester (1981) señalan que se han definido tres temperaturas para la germinación: temperaturas máximas y mínimas determinan los límites dentro de los cuales es posible la germinación. En tanto que la temperatura óptima corresponde a aquellas en la cual se observa el máximo porcentaje de germinación.

La fluctuación de las temperaturas del día y de la noche a veces dá mejores resultados que las temperaturas constantes, tanto en la germinación de la semilla como en el crecimiento de las plántulas. Se ha sugerido que una de las razones de que las semillas enterradas en el suelo a cierta profundidad no germinan es porque las fluctuaciones de la temperatura del suelo desaparecen con la profundidad (Hartmann y Kester, 1981).

La suma de temperaturas necesarias para que se produzca la germinación de una semilla se conoce como integral térmico. La cual varía dependiendo del cultivo o clase de semilla. La suma de temperaturas necesarias para la etapa siembra-emergencia, para una profundidad de siembra de 5 cm en frijol es de 200°C. En cuanto a las temperaturas máxima, mínima y óptima de germinación del frijol común específicamente, requiere de 10°C como temperatura mínima, 37°C como temperatura máxima y su temperatura óptima es de 32°C (Diehl, 1973).

2.4.2.3. Aereación.- Valla (1979) señala que las semillas requieren una adecuada provisión de oxígeno para que el embrión germine, y los fenómenos de multiplicación y alargamiento de las células se lleven a cabo sin problema.

El oxígeno que lleva el aire es indispensable durante la vida del embrión. Mientras está en vida latente su respiración es muy leve pero en el momento en que se inicia la germinación, dicha función se hace muy intensa, necesitando entonces mucho oxígeno para efectuar las oxidaciones de las sustancias orgánicas, que son fuente de energía durante el desarrollo del embrión. El contenido de oxígeno disminuye al aumentar la profundidad del suelo, a causa de ello muchas clases de semillas morirán por falta de oxígeno si se plantan demasiado profundas, es por esto que el suelo debe tener una buena estructura o se debe preparar bien, a fin de dar a las semillas una buena aereación que permita la respiración de los embriones (Ruiz, 1977).

2.5. Plántula.

Holman (1965) señala que el término plántula se refiere al estado temprano de crecimiento del embrión, desde que emerge la semilla hasta que depende completamente de sí misma para la elaboración de su alimento; por su parte Robbins (1974) define a las plántulas como plantas jóvenes, tiernas que emergen del suelo, habiéndose desarrollado del embrión de una semilla.

2.5.1. Tipos de plántulas.- Hartmann y Kester (1981) y Holman (1986) señalan que hay dos tipos de plántulas dependiendo del tipo de emergencia:

Emergencia Epígea.- Plántulas que elevan el cotiledón o cotiledones fuera del suelo.

Emergencia Hipógea.- Plántulas en las cuales el cotiledón o cotiledones permanecen bajo el suelo.

El primer tipo de plántula está ilustrado por la cebolla (Allium) entre las monocotiledóneas; y entre las dicotiledóneas, por plantas tan conocidas como el frijol común (Phaseolus vulgaris) y la calabaza (Cucurbita spp). El segundo tipo de plántula se encuentra en todos los zacates, en muchas otras monocotiledóneas y algunas dicotiledóneas como el chícharo o guisante (Pisum) y el frijol ayocote (Phaseolus coccineus) (Figura 2.)

2.5.2. Factores que afectan la emergencia de las plántulas.- Robles (1982) define la emergencia como la salida del talluelo so

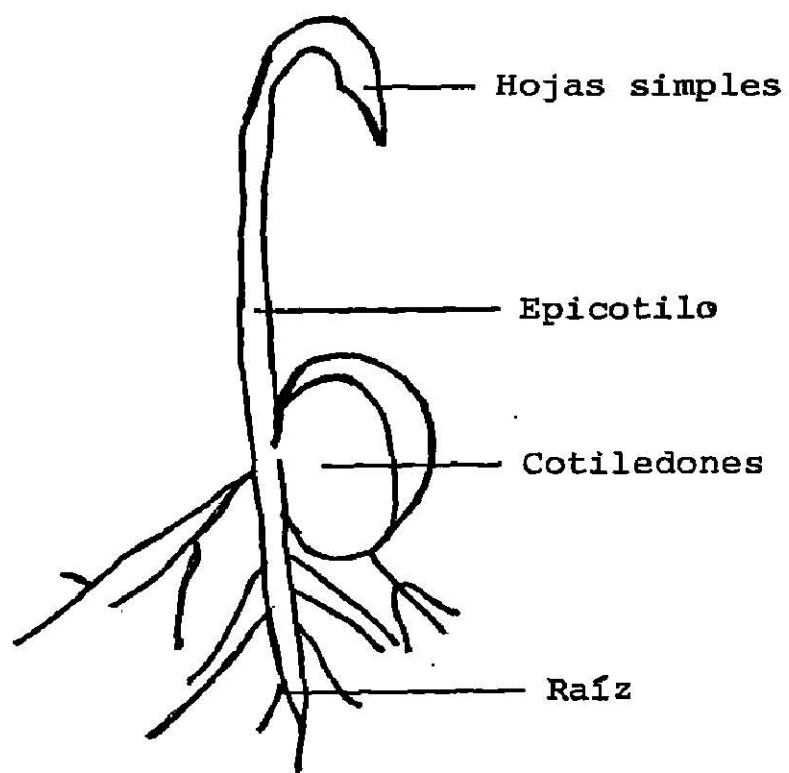


Figura 2. Morfología de la plántula de frijol ayocote.

bre el suelo después de la siembra.

Independientemente del habitat en que crecen, ya sea en tierras de labranza, bosques, praderas, etc., las plantas están supeditadas sin cesar a las variaciones de un complejo conjunto de factores ambientales más o menos independientes. El ambiente es el padre de crianza de cada planta, desempeña un papel tan indispensable en su desarrollo como el de los factores hereditarios transmitidos a cada individuo por sus padres biológicos. El desarrollo y las reacciones de un organismo resultan de la interacción coordinada de los factores fisiológicos internos de esa planta (Meyer, 1972).

Según Maiti (1983) algunos de los factores que afectan la emergencia de las plántulas son:

1. Características de la semilla: tamaño, peso, densidad, letargo, viabilidad, madurez del grano, contenido de humedad.
2. Factores ambientales: aireación del suelo, temperatura del suelo, encostramiento y compactación del suelo, profundidad del suelo.
3. Factores bióticos, plagas, enfermedades.

El proceso de emergencia específicamente del frijol ayocote (Phaseolus coccineus L.) se describe en la figura 2.

2.6. Fenómenos fotomorfogénicos que intervienen en la emergencia.

La fotomorfogénesis comprende todos los procesos dependientes de la luz, distintas de la fotosíntesis, y que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, jugando un papel

regulador, interviene en el control de la forma y momento de la utilización de los productos de la fotosíntesis, influyendo en el tamaño, la forma y la composición de los distintos órganos, así como el momento en que algunos órganos comienzan o dejan de ser formados (Sivori, 1980). Actúa para estimular la expansión de las hojas e inhibir el alargamiento del hipocotilo, estimula la formación de tejidos de transporte, aumenta el contenido de proteínas y metabolismo más activo (Ray, 1975). El elemento básico en estos procesos fotoactivados es la sustancia que absorbe la luz, se le conoce como fitocromo, es un pigmento formado por una cromoproteína capaz de absorber la luz de los 200 hasta 800 nanómetros (Ville, 1974).

Wilson (1968) señala que el fitocromo puede encontrarse en dos formas: la primera, el fitocromo sensible a la luz roja (660 nm) que es la forma inactiva, en tanto que la otra es el fitocromo sensible a la luz infraroja (735 nm) que es la forma activa. Actualmente se sabe que el fitocromo está relacionado con otras funciones de las plantas, por ejemplo, la germinación de muchas semillas, y la emergencia de plántulas, en este caso, si crecen en la obscuridad el tallo se alarga rápidamente y empuja el vástago a través de las capas oscuras del suelo. En esta fase del crecimiento no hay, esencialmente, agrandamiento de las hojas. Tal agrandamiento interferiría el paso del vástago a través del suelo. Será también casi incoloro, pues las plantas no se vuelven verdes hasta que están expuestas a la luz. Una plántula así se dice que está ahilada. Cuando el ápice de la plántula sale a la luz,

del crecimiento ahilado, se pasa al crecimiento normal (Raven, 1975).

Bajo condiciones naturales, el ahilamiento se presenta solo en plántulas de semillas profundamente cubiertas y en brotes que se forman de órganos perennes subterráneos tales como rizomas, tubérculos, bulbos ó raíces carnosas. El ahilamiento puede tener, por lo tanto un valor de supervivencia, capacitando a los brotes a alcanzar la superficie del suelo rápidamente y con pocos daños (Cronquis, 1977).

2.7. Profundidad de siembra.

Treviño y García (1984) señalan que en aquellas regiones donde se presentan climas áridos y semiáridos, la profundidad de siembra juega un papel muy importante para lograr el éxito del cultivo, debido a que si es muy somera, la semilla puede quedar en la parte superior que se seca con mucha rapidez y si es muy profunda la emergencia, se retrasa, además de que la plántula puede no ser capaz de crecer lo suficiente para cuando se le agote el alimento almacenado en el embrión.

Edmon (1967) y Hartmann y Kester (1981) nos indican que la profundidad de siembra es un factor crítico que determina la velocidad de emergencia y tal vez la densidad de población.

Alsina (1976) señala que en general, la profundidad a la que se debe sembrar el maíz y el frijol contando con agua suficiente para dar los riegos necesarios, debe ser lo menos posible. En los climas húmedos se disminuye y en los climas se

cos se aumenta. En otoño e invierno los granos se entierran menos que en verano y primavera. Los suelos compactos requieren siembras superficiales y en ligeros algo más profundas, pero lo que más influye en la profundidad de siembra es el tamaño de semilla. Las semillas grandes como tienen más alimento pueden sembrarse más profundas, en cambio las semillas pequeñas se deben sembrar más superficialmente (Wilson, 1968).

2.7.1. Factores que determinan la profundidad de siembra.- Edmon (1967) señala que la profundidad de siembra depende de (1) tipo de emergencia y (2) contenido de oxígeno y de humedad en el suelo. El CIAT (1968) menciona que en el frijol la profundidad de siembra también está en relación con el tamaño de semilla, aunado según Delorit (1970) a las condiciones ambientales que se presentan.

2.7.1.1. Tipo de emergencia.- La profundidad de siembra depende del tipo de emergencia que tengan las plántulas. Edmon (1967) señala que las plántulas con cotiledones que emergen del suelo requieren comúnmente de una siembra más superficial que las plántulas cuyos cotiledones permanecen bajo el suelo. En estudios realizados por Treviño y García (1984) comparando a Phaseolus vulgaris L. planta epígea y Phaseolus coccineus L. planta hipógea, donde la primera tiene que empujar los cotiledones al exterior del sustrato y la segunda no. En general podemos establecer que las plántulas de Phaseolus vulgaris

obtenidas de siembras mas profundas presentan un vigor menor. Esto se debe a que además de la distancia que tiene que desplazar la plántula, debe vencer la resistencia que el suelo pone al paso de los cotiledones, repercutiendo esto en un mayor gasto de energía, y por lo tanto en un agotamiento de las reservas alimenticias. A diferencia de lo anterior Phaseolus coccineus como es una planta hipógea, es menor la resistencia que el suelo pone a la emergencia de sus plántulas y por lo tanto es menor la energía que gasta para su emergencia; los mismos autores no encontraron diferencias en el vigor, ni el porcentaje de emergencia en plántulas de Phaseolus coccineus estudiadas a profundidades de siembra entre 2.5 y 20 cm, en cambio en Phaseolus vulgaris se reporta que sí.

2.7.1.2. Tamaño de semilla.- Otro factor que influye en el nacimiento y emergencia de las plántulas es el tamaño de la semilla (Robles, 1980). Stephen y Lark (1976) señalan que las plantas de semillas grandes se siembran más profundamente que las plantas de semillas chicas, porque tienen una mayor cantidad de reservas alimenticias (Deloixit, 1976). A su vez Hartmann y Kester (1971) mencionan que debe ser de 3 a 4 veces su diámetro medio, asegurándose de que se deposite en las capas húmedas del suelo.

2.7.1.3. Factores ambientales.- Tanto el agua como el oxígeno están presentes en los espacios porosos del suelo. Si los espacios porosos del nivel superior están casi saturados, la

provisión de oxígeno es el factor limitante y se requerirá una siembra relativamente superficial. Por otra parte, si los espacios porosos de nivel superior contienen bajas cantidades de agua aprovechable, la provisión de agua es el factor limitante y se requerirá una siembra relativamente profunda (Edmon, 1967).

La temperatura del suelo es un factor que cambia según la época del año, hora del día, profundidad y el tipo de suelo. En general, se puede decir que en el suelo a menor profundidad hay una mayor temperatura y a mayor profundidad la temperatura es menor (Gavande, 1972).

2.7.2. Profundidad de siembra del frijol.- Hartmann y Kester (1981) y Gondé et al., (1965) indican que la siembra debe ser a una profundidad de 3-4 veces el diámetro de la semilla, asegurándose de que se depositen en las capas húmedas del suelo. La S.E.P. (1983) señala que la profundidad de siembra en frijol es de 2 a 6 cm de profundidad, en suelos húmedos y frios, de estructura pesada, se siembra a menor profundidad. En suelos ligeros, de menor humedad y de mas alta temperatura se siembra a mayor profundidad. Alsina (1976) propone que la profundidad más apropiada para el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) pasa en algo a los 3 cm. Mientras que Gondé et al., menciona que en el frijol ayocote (Phaseolus coccineus L.) la profundidad puede ser mayor al triple de su diámetro medio de la semilla por no sacar esta especie sus cotilledones del suelo.

Guzmán (1984) señala que en base a encuestas realizadas a los agricultores en la sub-región de lomeríos suaves de las zonas bajas de Nuevo León, los agricultores que siembran bajo temporal se ven obligados a utilizar mayores profundidades que los que siembran bajo riego. Por lo que en algunas regiones de Nuevo León, el frijol común se siembra a una profundidad de 4 a 6 cm en riego y de 7 a 20 cm en temporal y el maíz sembrado a una profundidad de 5 a 10 cm en riego y de 10 a 25 cm en temporal.

Treviño y García (1984) al estudiar diferentes profundidades de siembra en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en el ciclo (verano-otoño) encontraron una relación lineal directa entre los días a emergencia con respecto a la profundidad, esto es, que a mayor profundidad mas tardaron para emerger las plántulas, además encontraron una relación lineal inversa entre el porcentaje de emergencia y la profundidad de siembra, esto es, que a mayor profundidad menor porcentaje de emergencia. En el frijol ayocote (Phaseolus coccineus L.), en base a los resultados obtenidos, indican que hasta la máxima profundidad de siembra estudiada (20 cm) no se encontró ningún efecto sobre el porcentaje de emergencia. En cuanto al rango de profundidad de siembra el frijol común es de 2 a 8 cm y en frijol ayocote es de 8 a 15 cm.

3. HIPOTESIS

El vigor de las plántulas de los dos tamaños de semilla estudiados se verá afectado por las profundidades de siembra consideradas; encontrándose una relación inversa entre estos factores debido a que las semillas sembradas a mayores profundidades tendrán que recorrer una distancia mayor que las sembradas más superficialmente. Tratando de vencer además, la resistencia que una mayor capa de suelo les ofrece al paso del epicotilo, perdiendo por consiguiente energía y tiempo para emerger. Mientras que las semillas sembradas a menor profundidad, emergerán mas rápido y aprovecharán antes la energía solar para un mejor desarrollo. Como consecuencia las semillas de mayor tamaño emergerán más rápido y en mayor porcentaje en comparación con las semillas pequeñas que emergerán mas lentamente y en menor porcentaje.

Se espera también que el porcentaje de emergencia sea menor a profundidades mayores, ya que las plántulas agotarán sus reservas antes de alcanzar la superficie del suelo.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localidad.

El presente trabajo se efectuó en el Vivero El Canadá perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el municipio de General Escobedo, N.L. cuyas coordenadas geográficas son: 25°42' latitud norte y 100°20' longitud oeste, con una altura de 537 msnm.

La temperatura promedio anual 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/lhx' (e') según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973).

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

El suelo donde se efectuó el estudio estaba compuesto por 42% de arcilla, 34% de arena y 24% de limo considerándose como un suelo arcilloso.

4.2. Genotipos utilizados.

Se trabajó con un cultivar de ayocote (Phaseolus coccineus L.) el cual en las pruebas realizadas previas a la siembra, presentó un porcentaje de germinación del 100%. La semilla, de color negro, se separó en dos lotes de estudio, semilla grande y semilla chica, el peso de 100 semillas de estos lotes fue

de 108.7 g y 63.9 g respectivamente.

4.3. Tratamiento bajo estudio.

Los tratamientos se obtuvieron mediante la combinación de los dos lotes de semilla con cinco profundidades de siembra, originando un total de 10 tratamientos, como enseguida se indica.

$T_1: P_1G_1$

$T_6 : P_3G_2$

$T_2: P_1G_2$

$T_7 : P_4G_1$

$T_3: P_2G_1$

$T_8 : P_4G_2$

$T_4: P_2G_2$

$T_9 : P_5G_1$

$T_5: P_3G_1$

$T_{10}: P_5G_2$

En donde:

P_1, P_2, P_3, P_4 y P_5 = profundidad de siembra de 4, 8, 12, 16 y 20 cm.

G_1 y G_2 = semilla chica y semilla grande.

El rango de profundidad de siembra se definió de acuerdo a trabajos previos de García y Treviño (1984) dentro del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la FAUANL.

4.4. Diseño experimental.

Los tratamientos se aleatorizaron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar bajo un arreglo factorial, con cuatro repeticiones, generándose un total de 40 unidades experimentales.

Cada unidad experimental constó de 4 surcos de 5 m de largo con una separación entre ellos de 80 cm y una distancia entre plantas de 25 cm. Como parcela útil se consideró a los dos surcos centrales con eliminación de las cabeceras.

El modelo del diseño estadístico utilizado es el siguiente:

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

En donde:

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

M = media general de todas las observaciones.

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

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

V_k = efecto del k -ésimo tamaño de semilla sobre el vigor de las plántulas.

$(PV)_{jk}$ = efecto de la j -ésima profundidad de siembra sobre el k -ésimo tamaño de la semilla.

E_{ijkl} = efecto del error experimental.

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

4.5. Método de siembra.

La siembra se efectuó a tierra venida el 11 de septiembre de 1985. Previamente se realizaron labores de roturación, rastreo, surcado y regado. En el momento en que dió "punto" el suelo, con azadón se eliminó la costra que se formó en la superficie del lomo del surco. Sobre el mismo se abrió otro que es donde se realizó la siembra.

El procedimiento para depositar la semilla a la profundidad requerida en el tratamiento consistió en los siguientes pasos (Figura 3):

1. Se abría el surco hasta la profundidad que requería el tratamiento, para ello la profundidad era regulada con una regla y un cordón que con dos estacas se disponía paralelamente al fondo del surco y a todo lo largo del mismo.
2. La semilla se colocaba en el fondo del surco recién formado e inmediatamente se tapaba con tierra húmeda que previamente fué desalojada. El nivel al que se rellenaba el surco fué el indicado por el cordón instalado. Se depositaron una semilla por punto a una distancia de 25 cm.
3. Esta operación se repetía en cada surco en los tratamientos respectivos.

4.6. Toma de datos.

Las primeras plantas emergieron al sexto día después de la siembra (11 de septiembre de 1985), a partir de esto, en cada repetición se fueron registrando las emergencias diarias, has

ta que hubo un 51% de plántulas emergidas en cada uno de los tratamientos. Durante el ciclo del experimento se realizaron dos muestreos uno a los 30 días posteriores a la siembra, en la etapa de crecimiento vegetativo. La segunda se realizó a los 43 días después de la siembra, en la fase reproductiva y de fructificación.

4.7. Variables estimadas y método para su cuantificación.

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

4.7.1. Morfológicas.-

4.7.1.1. Altura de plántula.- A cada plántula le fué registrada su altura a los 30 días posteriores a la siembra.

La altura se consideró como la distancia desde el nivel del surco hasta la yema apical del tallo principal; dicha práctica se relizó con una regla graduada en milímetros.

4.7.1.2. Número de nudos del tallo principal.- Es el total de nudos que presentan las plantas contando desde el nudo cotiledonal hasta el nudo terminal del tallo principal. Esta variable se cuantificó a los 43 días posteriores a la siembra.

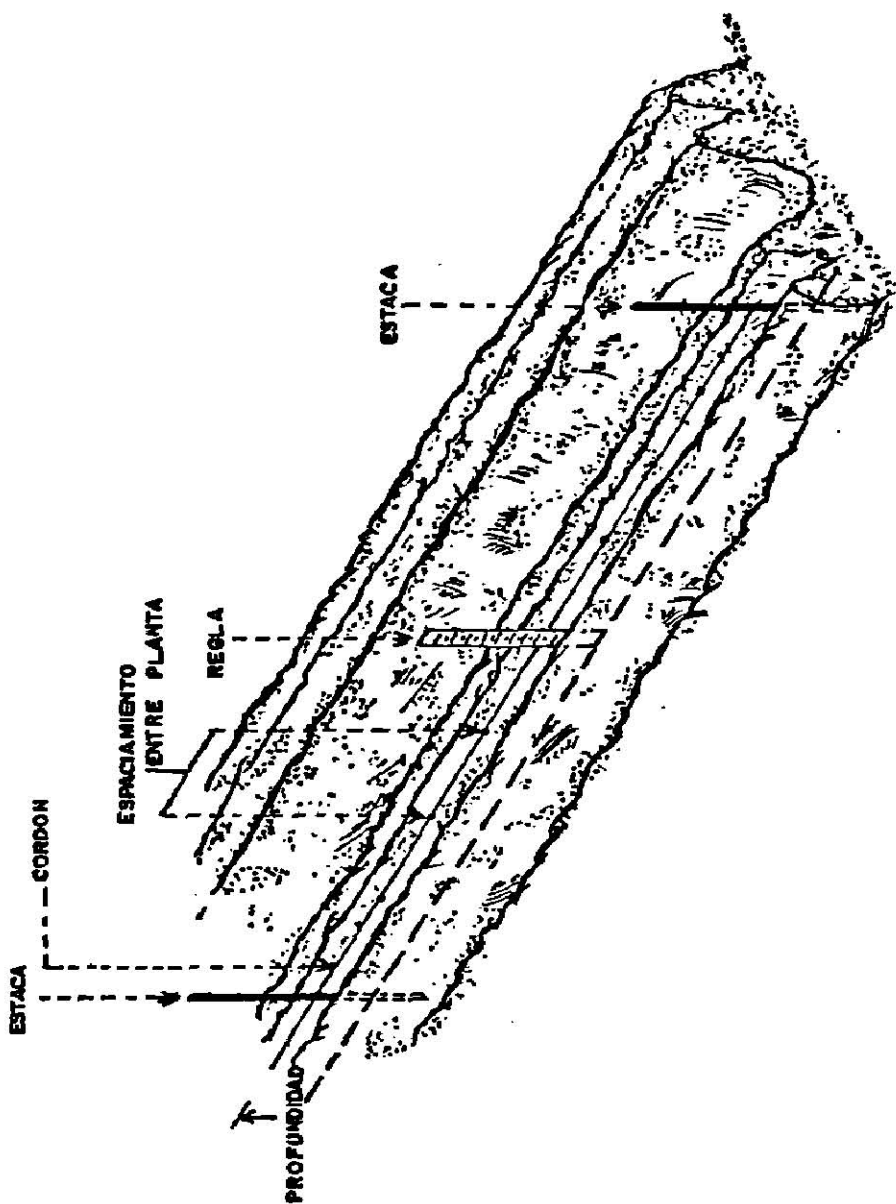


Figura 3. Material y procedimiento que se utilizó para depositar la semilla a la profundidad que requería el tratamiento respectivo.

4.7.2. Fisiológicas.-

4.7.2.1. Días a la emergencia.- Es el intervalo de tiempo expresado en días, que comprende desde el día en que por lo menos el 50% de las plántulas de cada unidad experimental estuvieron emergidas, considerando como plántula emergida aquella cuyo gancho plumular se puede observar sobre la superficie del suelo.

4.7.2.2. Porcentaje de emergencia.- Es el coeficiente multiplicado por cien del número de plántulas emergidas entre el número de semillas sembradas. Las plántulas que emergieron después de los 15 días de la siembra no se tomaron en cuenta para cuantificar esta variable.

4.7.2.3. Peso seco.- Esta variable se cuantificó a los 32 y 43 días después de la siembra. Se cortaron al nivel del suelo 4 plántulas por unidad experimental, estas se eligieron al azar considerando que tuvieran competencia completa. No se consideraron las 3 plántulas de la cabecera del surco.

Las plantas muestreadas se metieron en bolsas de papel previamente identificadas, colocándose para su secado en un cuarto de secado durante 48 horas a una temperatura de 70°C, después se pesaron en una balanza eléctrica (marca Sartorius, modelo 1206) registrando el peso de cada plántula.

4.7.2.4. Porcentaje de floración.- Una planta florecida era

aquella que presentaba al menos un botón floral, para cuantificar esta variable se tomaron todas las plantas que presentaban botón floral y se dividieron entre el número de plantas de cada parcela útil y multiplicado por cien. Esta variable se cuantificó a los 36 y 40 días posteriores a la siembra.

4.7.2.5. Tasa relativa de crecimiento (TRC).- También conocida como índice de eficiencia de producción de materia seca, trata de explicar el crecimiento en términos de peso seco, y permite comparar el crecimiento entre dos organismos (Zavala, 1984). Esta variable fué obtenida para la etapa de los 32 a los 43 días de la siembra por la siguiente fórmula:

$$TRC = \frac{PS_2 - PS_1}{T} \times \frac{1}{PS_1}$$

En donde:

TRC = Tasa relativa de crecimiento

PS₁ = Peso seco a los 32 días después de la siembra

PS₂ = Peso seco a los 43 días después de la siembra

T = Tiempo entre los dos muestreos de peso seco

4.8. Prácticas culturales.

Se eliminaron las malezas que aparecieron en las parcelas experimentales. Además, se realizó una aplicación de Folley 50-E para el control de la diabrótica (Balteata spp. y Undecimpunteata spp.).

4.9. Análisis estadístico.

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

Se utilizó el paquete SPSS-11 (Statistical Package for the Social Sciences) para calcular análisis de varianza para cada variable y prueba de comparación de medias, siendo utilizada la de Tukey, propuesta por Reyes (1980), utilizando un nivel de significancia de 0.05.

5. RESULTADOS

5.1. Días a la emergencia.

No se presentaron diferencias significativas del efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla sobre los días a la emergencia (Cuadro 1-A).

No obstante las semillas que fueron depositadas a 16 y 20 cm de profundidad requirieron entre 8 y 8.15 días para emerger, siendo las que más tardaron, mientras que las semillas depositadas a 4, 8 y 12 cm emergieron más rápidamente en un rango de 6.8 a 7.3 días (Cuadro 2-A). Lo anterior originó una relación directa entre la profundidad de siembra y los días a la emergencia, es decir, a mayor profundidad se requirió de más tiempo para emerger (Figura 4). Además, de los dos tamaños de semilla estudiados, la más pequeña presentó la mayor velocidad de emergencia.

5.2. Porcentaje de emergencia.

Se presentaron diferencias altamente significativas del efecto de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia y diferencias significativas del tamaño de semilla sobre la misma variable (Cuadro 1-A).

Las profundidades de 4 y 8 cm fueron donde se presentaron los más altos porcentajes de emergencia con 85.5 y 84% respectivamente, mientras que en las profundidades de 12, 16, y 20 cm se presentaron los más bajos porcentajes de emergen-

cia con 78.59, 73.28 y 58.75% respectivamente (Cuadro 2-A). Estos resultados originaron una relación inversa entre la profundidad y el porcentaje de emergencia, a mayor profundidad menor porcentaje de emergencia (Figura 5).

Dentro de los dos tamaños de semillas estudiadas el que presentó los mayores porcentajes de emergencia fué la semilla grande con 77.88% en comparación con la semilla pequeña con un 73.18% (Cuadro 2-A).

5.3. Altura de plántula a los 30 días.

Se presentaron diferencias altamente significativas del efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de semilla sobre la altura de plántula a los 30 días posteriores a la siembra (Cuadro 1-A).

Las profundidades de 8,12 y 4 cm presentaron las mayores alturas de plántula, siendo éstas de 18.87, 16.75 y 15.87 cm respectivamente, mientras que las profundidades de 16 y 20 cm presentaron las menores con 14.3 y 11.55 cm respectivamente (Cuadro 3-A).

De los tamaños de semilla estudiados, la más grande presentó las mayores alturas de plántula con 17.73 cm en comparación con las semillas pequeñas que presentaron 13.2 cm (Cuadro 3-A).

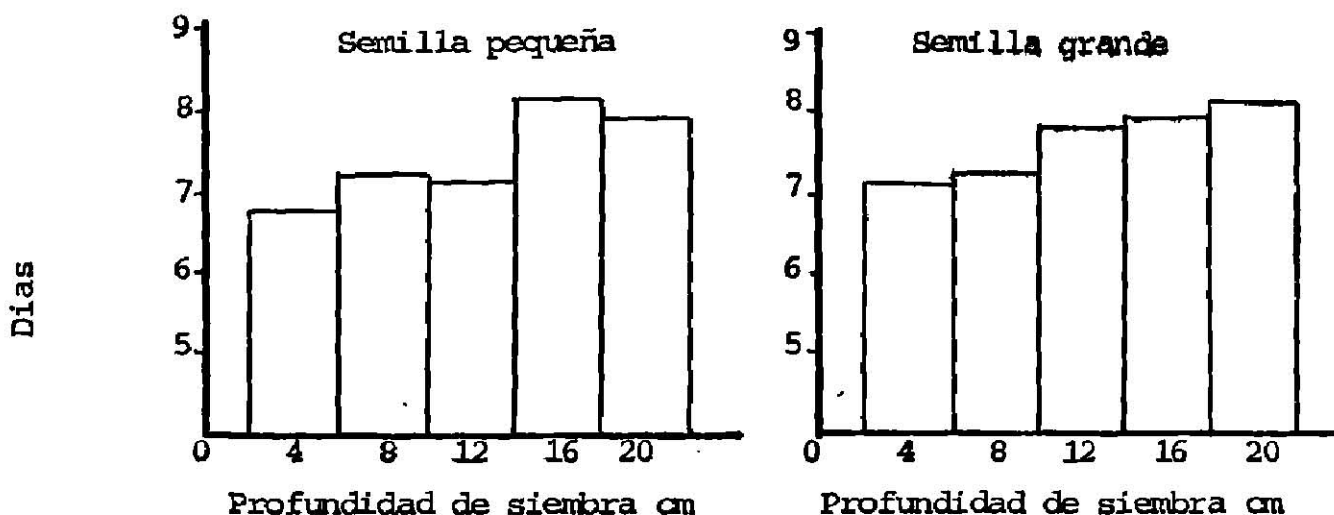


Figura 4. Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre los días a la emergencia de ayocote (Phaseolus coccineus L.)

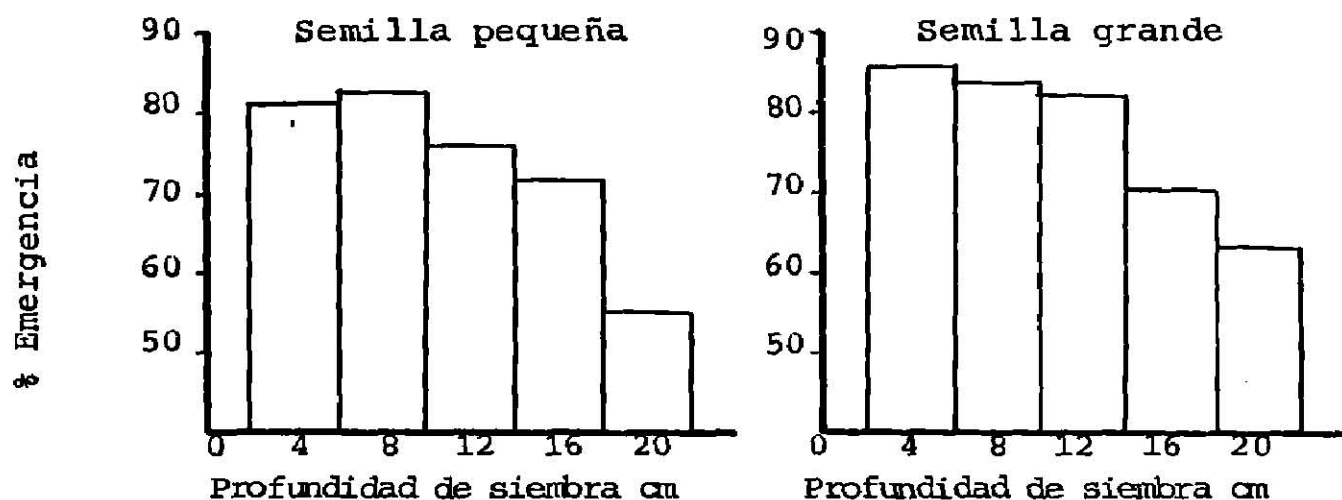


Figura 5. Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre el porcentaje de emergencia de ayocote (Phaseolus coccineus L.)

5.4. Peso seco a los 32 días.

Solamente se presentaron diferencias altamente significativas del tamaño de semilla sobre la variable peso seco a los 32 días (Cuadro 1-A). El más grande presentó el mayor peso seco con 3.0 g en comparación con la semilla pequeña con 2.01 g.

5.5. Peso seco a los 43 días.

Se presentaron diferencias altamente significativas del efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de semilla sobre la variable peso seco a los 43 días (Cuadro 1-A).

Las profundidades de 8, 12 y 16 cm fueron las que presentaron las medias mayores de peso seco, las cuales fueron las siguientes: 5.24, 3.63 y 3.42 g respectivamente, por el contrario las profundidades de 4 y 20 cm presentaron las medias menores que fueron de 3.04 y 2.95 g respectivamente (Cuadro 3-A).

En cuanto a los tamaños de semilla estudiados, la semilla grande presentó las medias mayores de peso seco con 4.41 g en comparación con la semilla pequeña con 2.9 g (Cuadro 3-A).

5.6. Número de nudos.

Solamente se presentaron diferencias significativas del efecto del tamaño de la semilla sobre la variable número de nudos (Cuadro 1-A). La semilla grande presentó los valores

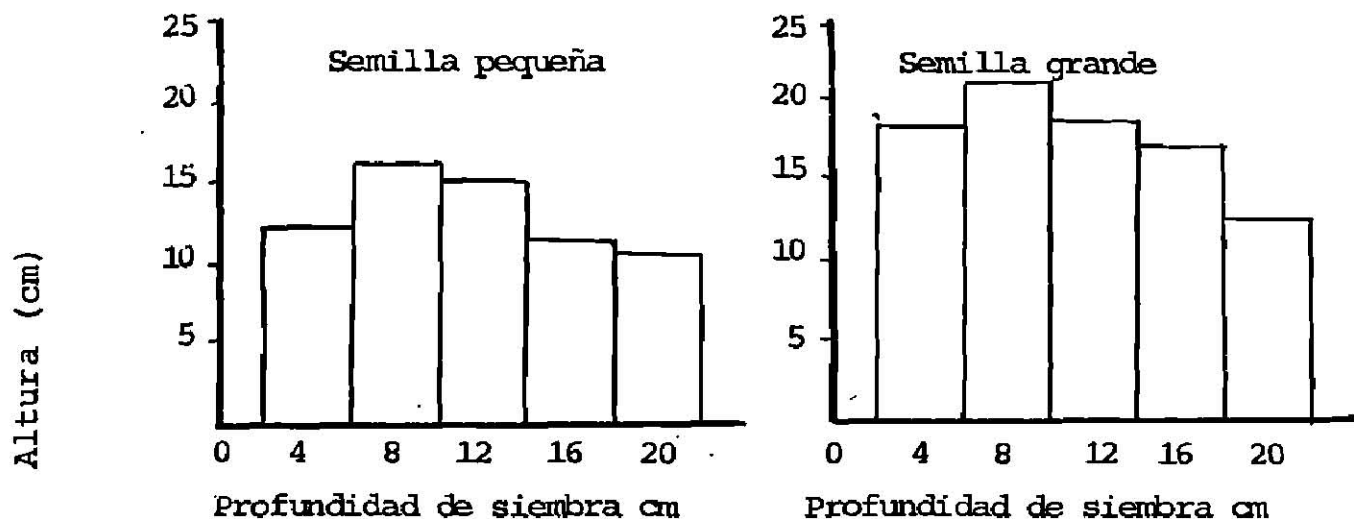


Figura 6. Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre la altura de las plántulas de ayocote (Phaseolus coccineus L.)

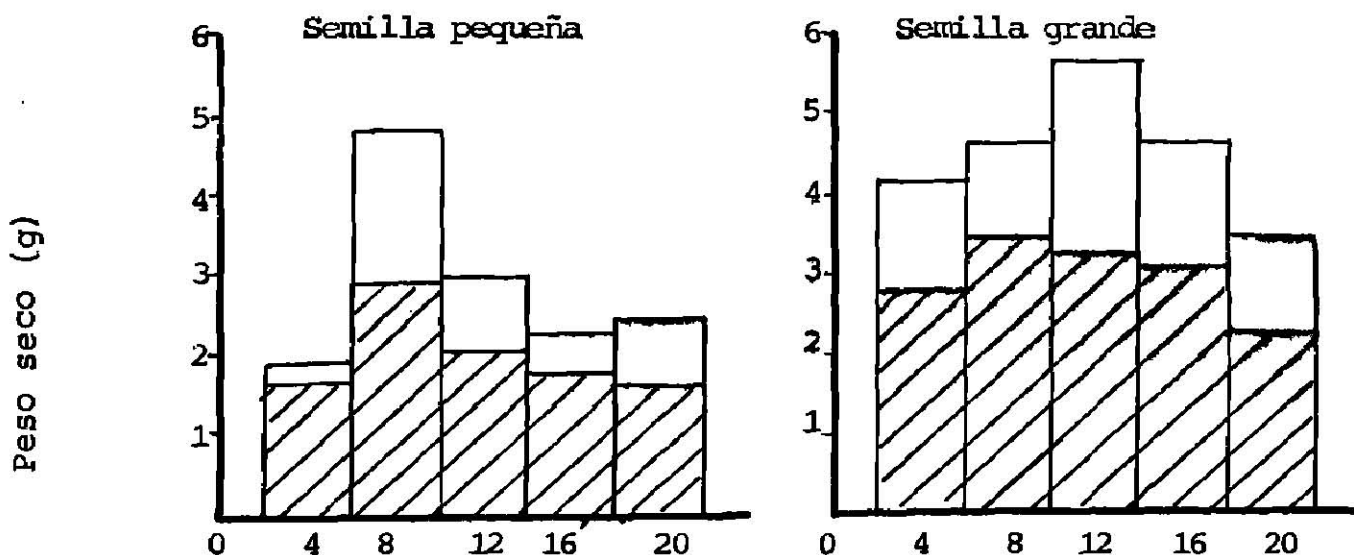


Figura 7. Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre el peso seco de ayocote (Phaseolus coccineus L.) estimado a los 32 (▨) y 43 (□) días después de la siembra.

mayores de número de nudos con 7.83 nudos en comparación con la semilla pequeña con 6.64 nudos.

5.7. Tasa relativa de crecimiento (TRC).

No se presentaron diferencias significativas del efecto de la profundidad de siembra ni del tamaño de semilla sobre la TRC (Cuadro 4-A).

5.8. Porcentaje de floración a los 36 días.

Se presentaron diferencias altamente significativas del efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de semilla sobre el porcentaje de floración a los 36 días posteriores a la siembra (Cuadro 1-A).

Las profundidades de 8 y 12 cm presentaron los mayores porcentajes de floración con 67.5 y 65.13% respectivamente y las profundidades de 4, 16 y 20 cm presentaron los porcentajes menores con 58.0, 57.75 y 43.75% respectivamente (Cuadro 5-A).

Dentro de los tamaños de semilla estudiados, la semilla grande fué la que presentó los mayores porcentajes de floración con 69.1% en comparación con la semilla pequeña con 47.75% (Cuadro 5-A).

5.9. Porcentaje de floración a los 40 días.

Solamente se presentaron diferencias altamente significativas del tamaño de semilla sobre la variable porcentaje de

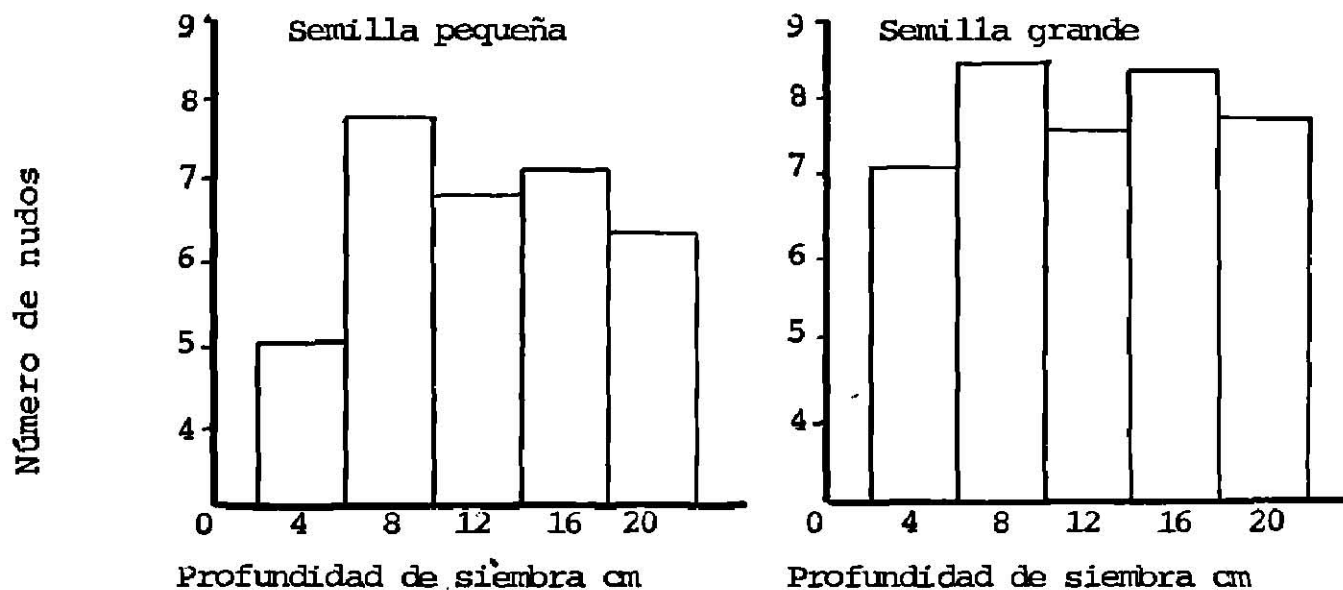


Figura 8. Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre el número de nudos de ayocote (Phaseolus coccineus L.)

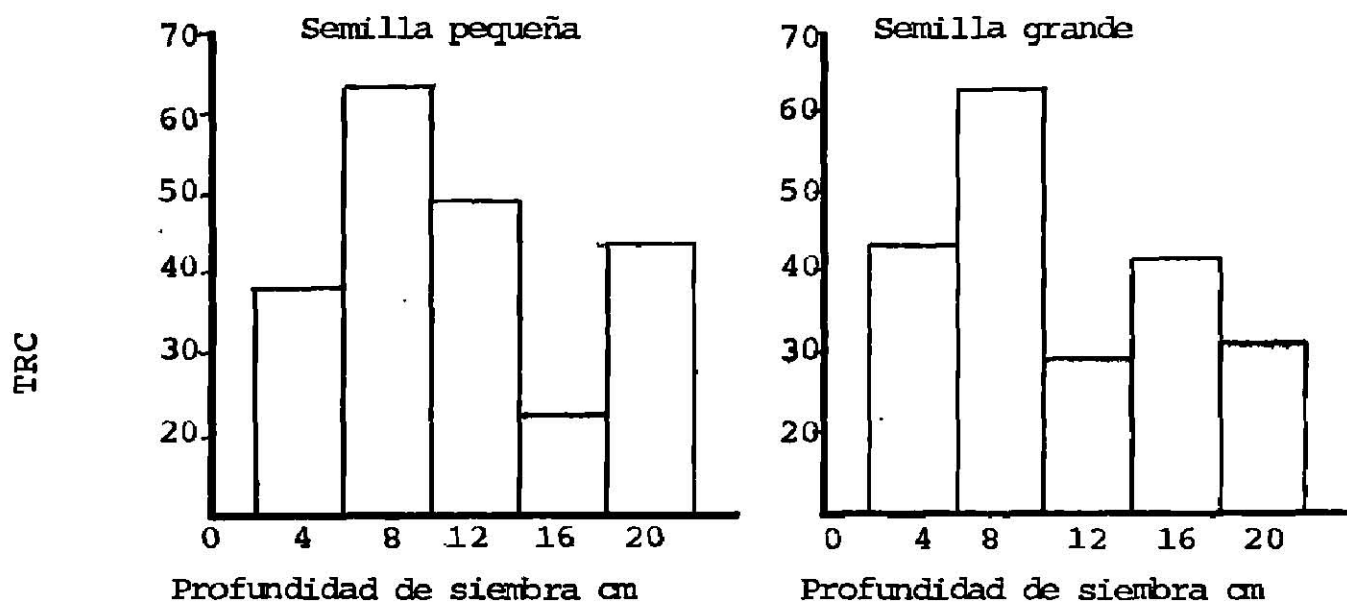


Figura 9. Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre la TRC de ayocote (Phaseolus coccineus L.)

floración a los 40 días posteriores a la siembra (Cuadro 1-A). La semilla grande presentó el mayor porcentaje de floración con 81.05% en comparación con la semilla pequeña con 63.35%.

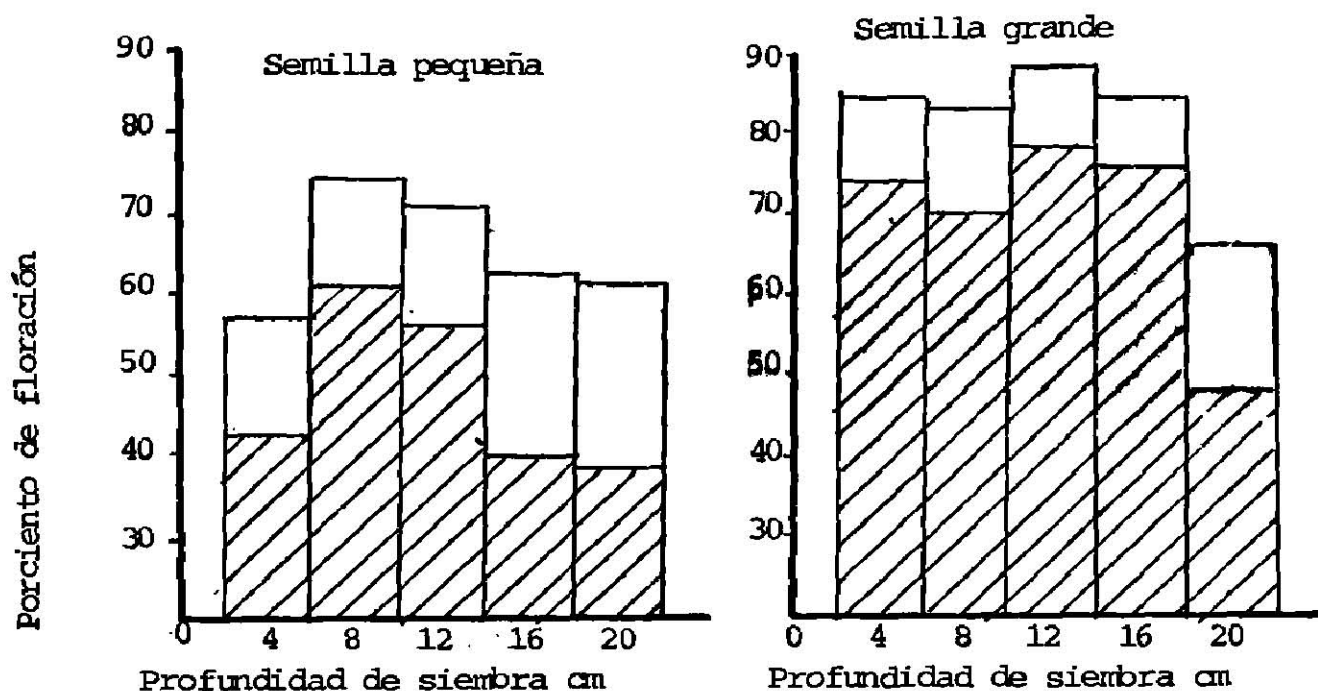


Figura 10. Efecto de la profundidad de siembra y del tamaño de la semilla, sobre el porcentaje de floración de ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) estimado a los 36 (▨) y 40 (□) días después de la siembra.

6. DISCUSION

6.1. Dias a la emergencia.

Los resultados presentan la misma tendencia que los obtenidos por Treviño y García (1984), en ambos casos el rango de días a la emergencia entre tratamientos no fué mayor de 1.5 días entre los que mas y menos tardaron en emerger. Lo anterior se explica, no obstante de existir diferencias marcadas en la profundidad de siembra (en ambos casos hasta de 16 cm) por el hábito de emergencia hipógea, que provoca menor resistencia del suelo a la emergencia de la plántula, aunado a que el cultivar estudiado tiene un tamaño de semilla grande, es decir una gran cantidad de reservas para el desarrollo de la plántula.

6.2. Porcentaje de emergencia.

Nuestros resultados difieren de los trabajos previos efectuados por Treviño y García (1984) quienes no encontraron diferencias significativas del efecto de la profundidad de siembra sobre el % de emergencia, esta diferencia puede deberse a las diferencias en las condiciones de siembra; en nuestro caso se hizo directamente en el campo, a diferencia del anterior estudio que se hizo en bolsas de plástico con condiciones de suelo mas favorables para la emergencia.

La relación inversa que se presentó entre el % de emergencia y la profundidad, lo podemos explicar debido a que las

semillas entre mas profundas se depositen tienen como consecuencia qué atravesar una capa de suelo mayor, agotando sus reservas sin llegar a la superficie.

Esta afirmación también la podemos apoyar en el hecho de que las semillas más pequeñas tienen menor % de emergencia que las más grandes.

6.3. Altura de plántula.

La altura de plántula presenta diferencias altamente significativas por el efecto de profundidad de siembra y sigue la misma tendencia que las variables anteriores, donde las siembras a profundidades intermedias presentaron las máximas alturas de plántulas. Esto lo podemos explicar con lo mencionado por Alanís (1986) y Alegría (1986), quienes mencionan que esto se debe a que las plántulas emergidas a profundidades intermedias lo hicieron con mayor anticipación y con menor gasto de energía, en comparación con las plántulas que emergieron de profundidades mayores.

Con lo que respecta al efecto del tamaño de semilla sobre la altura de plántula se vió afectado en una forma altamente significativa notándose de que las semillas grandes presentaron las mayores alturas de plántulas en comparación con las semillas chicas.

Los resultados del efecto de la profundidad sobre la altura nos sugiere que las diferencias encontradas se deben a una elongación mayor del tallo, en los tratamientos estadísti

cos mayores, y no a una mayor producción de entrenudos ya que no hubo diferencias estadísticas en la producción de éstos por efecto de la profundidad de siembra. En cambio, las diferencias encontradas por efecto del tamaño de semilla sobre la altura de planta, nos indican que éstas pudieron deberse tanto a una mayor elongación de entrenudos como por una mayor producción de nudos ya que en estas variables estimadas las diferencias estadísticas fueron significativas.

6.4. Peso seco.

A los 32 días después de la siembra, el comportamiento del peso seco fué muy similar entre los diferentes tratamientos, sugiriendo que el vigor de las plántulas no se vió afectado por las diferentes profundidades de siembra, no obstante se presentó una tendencia que sugiere que a las mayores profundidades de siembra disminuye el peso seco (Figura 7). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Treviño y García (1984) y Crespo (1985), quienes encontraron una relación inversa del peso seco y área foliar con las profundidades de siembra, atribuyendo ésta a que las semillas sembradas más superficialmente al emerger e incidir la luz sobre el gancho plumular, comienzan procesos fotomorfogénicos que a través del fitocromo provocan que las reservas se destinen en mayores cantidades al desdoblamiento del grano plumular, la expansión foliar y el inicio del crecimiento, elaborando la planta su propio alimento a través de la fotosíntesis; las plántulas que se sembraron a mayores profundidades retrasaron

estos fenómenos. A los 43 días después de la siembra, el vigor de las plántulas se vió afectado por las diferentes profundidades de siembra, notándose que las profundidades intermedias de 8 y 12 cm presentaron las plantas más vigorosas, debido a que encontraron una capa de suelo con mayor humedad, en comparación con las siembras más superficiales, y aunque las siembras a 16 y 20 cm están en una área de mayor humedad éstas tienen que atravesar una capa de suelo mayor para emerger, gastando más energía y como consecuencia presentando menor vigor.

La variación existente en peso seco entre los tamaños de semilla estudiados tienen la misma explicación que se ha manejado en cuanto al menor tiempo para emerger y establecerse de la semilla grande en comparación con la semilla chica, que tiene un crecimiento mas lento y por ende la que menor vigor presentó.

No obstante la diferencia por efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco, la eficiencia con que se alcanzó éste fue similar en todos los tratamientos lo que indica que la profundidad no afecta la TRC.

6.5. Porcentaje de floración.

El efecto de la profundidad de siembra también se reflejó en el porcentaje de floración a los 36 días posteriores a la siembra ya que se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Esto sugiere que sí fué afecta

do dicho porcentaje por la profundidad de siembra, presentando la misma tendencia que en el caso de vigor de plántula; las que provinieron de profundidades intermedias (8 y 12 cm) fueron las que presentaron los mas altos porcentajes de floración. A los 40 dias posteriores a la siembra dicho porcentaje no presentó diferencias significativas con respecto a la profundidad de siembra, aunque se mantuvo la misma tendencia de que las profundidades intermedias (8 y 12 cm) presentaron los más altos porcentajes de floración.

Con lo que respecta al efecto del tamaño de semilla sobre el porcentaje de floración se nota que las semillas grandes presentaron mayor porcentaje de floración en comparación con las semillas chicas. Esto podría ser reflejo del mayor vigor, que en general presentaron las plántulas de semillas grandes.

7. CONCLUSIONES

1. La profundidad de siembra influyó en el establecimiento del cultivo, presentando una relación inversa con la velocidad y el porcentaje de emergencia, es decir, éstas fueron menores a medida que la profundidad aumentó.
2. Considerando el peso seco como estimador del vigor de las plántulas, las profundidades de 8 y 12 cm indujeron las plantas más vigorosas. Así mismo las semillas de mayor tamaño produjeron en general plántulas más vigorosas.
3. Se acepta parcialmente la hipótesis de que el vigor de las plántulas es afectado en relación inversa por la profundidad de siembra, debido a que esto sucedió en las siembras de 8 cm o más, no así en las superficiales de 4 cm donde se presentó un vigor de plántula similar a las siembras profundas (16 y 20 cm).

8. RESUMEN

Se continuaron los estudios del efecto de la profundidad de siembra sobre el crecimiento del frijol ayocote (Phaseolus coccineus L.).

La siembra se hizo a tierra venida bajo condiciones de campo en un suelo arcilloso. El cultivo se desarrolló bajo condiciones de temporal. Se sembró semilla de dos tamaños a 4, 8, 12, 16 y 20 cm de profundidad.

Los resultados indican que la profundidad de siembra afectó el establecimiento del cultivo ya que se presentaron diferencias en el porcentaje y velocidad de emergencia entre las diferentes profundidades, siendo las de 8 y 12 cm donde se presentaron los máximos valores para ambas variables. Además, de los dos tamaños de semilla estudiados, el menor presentó un porcentaje de emergencia inferior.

Se encontraron diferencias en la altura de plántula entre las diferentes profundidades de siembra a los 30 días posteriores a la siembra; en esta etapa no se presentaron diferencias en el peso seco. A los 43 días después de la siembra sí se presentaron diferencias en ambas variables entre los diferentes tratamientos. En general en todos los casos las profundidades de 8, 12 y 16 cm presentaron las máximas alturas y pesos secos. Además a los 30 días, la semilla de mayor tamaño produjo plantas con mayor altura (17.7 cm) y mayor peso seco (3 g), presentando a los 43 días después de la siembra 4.4 g.

En comparación, las plantas producidas por la semilla pequeña tuvieron 13.2 cm y 2 g a los 30 días después de la siembra.

Los resultados obtenidos, se atribuyen a que en la profundidad superficial (4 cm) la desecación de suelo ocurrió con mayor rapidez y como consecuencia afectó el porcentaje de emergencia y el desarrollo normal de las plántulas y en las profundidades mayores (16 y 20 cm) se tiene que gastar más energía para emerger, afectando consecuentemente el desarrollo de la plántula emergida.

9. BIBLIOGRAFIA

- Alanís F., J.C. 1986. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Alegría Z., R.M., J.E. Rodríguez y O. de la R. Rivera. 1976. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Maíz (Zea mays L.) y sorgo (Sorghum bicolor Moench). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Alsina, G.L. 1976. Horticultura General. 3a. Edición. Editorial Barcelona. 383 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical 1980. Resúmenes Analíticos sobre Frijol (Phaseolus vulgaris L.). VI:85.
- Crespo M., I.J. 1985. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de la plántula de cinco variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Cronquist, A. 1977. Introducción a la Botánica. A. Marino A., Traductor. Segunda edición. CECSA. México. 848 p.

- Delorit, R., J. y H.L. Ahlgren 1976. Producción Agrícola. Cuarta Edición. C.E.C.S.A. México. 783 p.
- Diehl, R., J.M. Mateo B. y P. Urbano T. 1980. Fitotecnia General J.M. Mateo B. Traductor. Mundi-Prensa. España 814 p.
- Edmon, J.B., T.L. Senn y F.S. Andrews 1967. Principios de Horticultura. C.E.C.S.A. México. 575 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. Segunda Edición. Editado en la U.N.A.M. México. 246 p.
- Gavande, S.A. 1972. Física de suelos, principios y aplicaciones. LIMUSA, S.A. México. 351 p.
- Gondé, H., C. Carre y Ph. Jussiaux 1965. Lecciones de agricultura. J. Ramírez, Traductor. Aguilar, S.A. Madrid. España. 645 p.
- Guzmán B., G. 1984. Problemática en la producción de cultivos básicos en la sub-región de lomeríos suaves de las zonas bajas de Nuevo León. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

- Hartmann, H.T. y D.E. Kester 1981. Propagación de plantas, principios y prácticas. A. Marino A., Traductor. Segunda reimpresión. C.E.C.S.A. México. 814 p.
- Holman, R.M. y W.W. Robbins 1965. Botánica General. E. Beltrán, Traductor. UTEHA. México. 632 p.
- Lepiz, I.R. y F.J. Navarro S. 1983. Frijol en el noreste de México; tecnología y producción. SARH. México. 218 p.
- Maití, R.K. 1983. Evaluación del sorgo bajo condiciones de "Stress" múltiple en los Trópicos del Noreste de México. Centro de Investigaciones Agropecuarias. Folleto No. 1. Editado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Meyer, B.S., D.B. Anderson y R.H. Bohning 1972. Introducción a la Fisiología Vegetal. L. Guibert y R. Pitterbarg, Traductor. Tercera Edición. EUBA. Argentina. 579 p.
- Raven, P.H. y H. Curtis 1975. Biología Vegetal. X. Llimona P. y A.M. Hernández C., Traductor. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, 716 p.
- Ray, P.M. 1975. La planta viviente. Editorial C.E.C.S.A. México, D.F. 272 p.

- Reyes C., P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas. Segunda Edición. México. 344 p.
- Robin, W.W., T.E. Weier y C.R. Stocking 1974. Botánica, A. Blachaller V., Traductor. LIMUSA. México. 608 p.
- Robles S., R. 1982. Producción de granos y forrajes. Cuarta Edición. Editorial LIMUSA. México. 608 p.
- Robles S., R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial LIMUSA. México. 675 p.
- Ruiz O., M. 1977. Tratado elemental de botánica. Décima cuarta edición. ECLALSA. México.
- Secretaría de Educación Pública. 1983. Frijol y chícharo. Manual para la educación agropecuaria. Area de producción vegetal. Trillas, S.A. México. 58 p.
- Sivori E., M., E.R. Montaldi y O.H. Caso 1980. Fisiología Vegetal. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 881 p.
- Stephen, C. y L.P. Carter 1976. Producción Agrícola. Zaragoza, España. Editorial Acribia, 1976. 572 p.
- Treviño del R., E. y E. García S. 1984. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas de maíz

(*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus* spp.). Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Vaila, J.J. 1979. Botánica, morfología de las plantas superiores. Editorial Hemisferio Sur, S.A. México. 332 p.

Ville, C.A. 1974. Biología.V. Agust. A., Traductor. Sexta Edición. Interamericana. México, S.A. 820 p.

Wilson, C.L. y W.E. Loomis, 1968. Botánica. I.L. Coll, Traductor. Primera edición en español. UTEHA. México. 682 p.

Zavala G., F. 1984. Apuntes del curso de Fisiotecnia Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

10. APENDICE

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

| Variables | Días a la emergencia | | Porcentaje de emergencia | | Altura de plántula a los 30 días | | Peso seco a los 32 días | | Porcentaje de floración a los 36 días | |
|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------|------|---------------------------------------|------|
| Fuente de variación | G.L. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. |
| Profundidad | 4 | 5.392 ^{NS} | 3385.617 ^{**} | 240.642 ^{**} | 6.203 ^{NS} | 2745.900 ^{**} | | | | |
| Variiedad | 1 | 1.102 ^{NS} | 220.571 [*] | 205.255 ^{**} | 9.771 ^{**} | 4558.255 ^{**} | | | | |
| Prof. x Var. | 4 | 2.335 ^{NS} | 55.300 ^{NS} | 18.877 ^{NS} | 1.406 ^{NS} | 1230.400 ^{NS} | | | | |
| Error | 27 | 15.073 | 882.776 | 161.433 | 17.726 | 3129.978 | | | | |
| Total | 39 | 32.001 | 4927.973 | 671.168 | 41.715 | 12841.776 | | | | |
| C.V. (%) | | 10.01 | 7.57 | 15.80 | 32.29 | 18.43 | | | | |

* Significativo

** Altamente Significativo

NS No Significativo

Cuadro 1-A: Continuación

| Variable | Porcentaje de floración a los 40 días | | Peso seco a los 43 días | Número de nudos | Tasa relativa de crecimiento |
|---------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------------|
| Fuente de variación | G.L. | S.C. | S.C. | S.C. | |
| Profundidad | 4 | 1389.650 ^{NS} | 27.581 ^{**} | 18.650 ^{NS} | 4660.349 ^{NS} |
| Variedad | 1 | 2464.900 ^{**} | 22.952 ^{**} | 14.292 [*] | 34.225 ^{NS} |
| Prof. x Var. | 4 | 719.350 ^{NS} | 4.505 ^{NS} | 2.295 ^{NS} | 1787.150 ^{NS} |
| Error | 27 | 4947.901 | 44.777 | 55.088 | 36057.176 |
| Total | 39 | 9872.400 | 104.541 | 119.978 | 63199.973 |
| C.V. (%) | | 18.49 | 35.18 | 19.72 | 85.92 |

Cuadro 2-A: Comparación de medias de profundidades y tamaño de semilla para las variables días a la emergencia y porcentaje de emergencia.

| Días a la emergencia | | | Porcentaje de emergencia | | |
|----------------------|-------|------|--------------------------|-------|---------------|
| Profundidad | Media | DMSH | Profundidad | Media | DMSH |
| | | | | | (.05) = 8.359 |
| 16 | 8.07 | | 8 | 83.57 | a |
| 12 | 7.51 | | 4 | 83.44 | a |
| 20 | 7.48 | | 12 | 78.59 | ab |
| 8 | 7.25 | | 16 | 73.28 | b |
| 4 | 6.96 | | 20 | 58.75 | c |
| | | | | | |
| Tamaño de semilla | Media | DMSH | | Media | DMSH |
| | | | | | (.05) = 8.359 |
| S. chica | 7.29 | | | 73.18 | b |
| S. grande | 7.62 | | | 77.88 | a |
| C.V. (%) | 10.01 | | | 7.57 | |

Cuadro 3-A: Comparaciones de medias de profundidades y tamaño de semilla para las variables altura de plántula a los 30 días y peso seco a los 32 y 43 días después de la siembra.

| Altura de plántula | | P.S. a los 32 días | | P.S. a los 43 días | |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Profundidad | Media DMSH (.05)=3.574 | Profundidad | Media | Profundidad | Media DMSH (.05)=1.881 |
| 8 | 18.87 a | 8 | 3.15 | 8 | 5.24 a |
| 12 | 16.75 ab | 12 | 2.68 | 12 | 3.63 ab |
| 4 | 15.87 ab | 16 | 2.44 | 16 | 3.42 ab |
| 16 | 14.30 bc | 4 | 2.30 | 4 | 3.04 b |
| 20 | 11.55 c | 20 | 1.97 | 20 | 2.95 b |
| Tamaño de semilla | Media DMSH (.05)=1.586 | Media DMSH (.05)=.526 | Media DMSH (.05)=.835 | Media DMSH (.05)=.835 | Media DMSH (.05)=.835 |
| S. chica | 13.20 b | 2.01 b | 2.90 b | 2.90 b | 2.90 b |
| S. grande | 17.73 a | 3.00 a | 4.41 a | 4.41 a | 4.41 a |

Cuadro 4-A: Comparación de medias de profundidades y de tamaño de semilla para las variables número de nudos y tasa relativa de crecimiento.

| Número de nudos | | | Tasa relativa de crecimiento | | |
|-------------------|-------|-----------------|------------------------------|-------|------|
| Profundidad | Media | DMSH | Profundidad | Media | DMSH |
| 8 | 8.09 | | 8 | 63.25 | |
| 16 | 7.73 | | 4 | 40.75 | |
| 12 | 7.20 | | 12 | 39.38 | |
| 20 | 7.06 | | 20 | 37.38 | |
| 4 | 6.09 | | 16 | 31.88 | |
| Tamaño de semilla | Media | DMSH (.05)=.927 | | Media | DMSH |
| S. chica | 6.64 | b | | 43.45 | |
| S. grande | 7.83 | a | | 41.60 | |
| C.V. (%) | 19.72 | | | 85.92 | |

Cuadro 5-A. Comparación de medias de profundidades y de tamaño de semilla para las variables porcentaje de floración a los 36 y 40 días después de la siembra.

| Profundidad | % de floración a los 36 días | | % de floración a los 40 días | |
|----------------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|
| | Media | DMSH(.05)=15.737 | Profundidad | Media DMSH |
| 12 | 67.50 | a | 12 | 79.25 |
| 8 | 65.13 | a | 8 | 79.00 |
| 4 | 58.00 | a b | 16 | 73.75 |
| 16 | 57.75 | a b | 4 | 70.63 |
| 20 | 43.75 | b | 20 | 63.38 |
| Tamaño de semilla | Media | DMSH(.05)=6.993 | | Media DMSH(.05)=8.793 |
| S. chica | 47.75 | b | 65.35 | b |
| S. grande | 69.10 | a | 81.05 | a |
| C.V. (%) | 18.43 | | 18.49 | |

Cuadro 6-A: Aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo. Orden de los números: Profundidad (cm), tamaño (1=semilla chica y 2=semilla grande).

| Repetición I | Repetición II | Repetición III | Repetición IV |
|--------------|---------------|----------------|---------------|
| 04 - 2 | 12 - 1 | 04 - 2 | 20 - 1 |
| 08 - 1 | 16 - 2 | 20 - 1 | 16 - 2 |
| 12 - 1 | 20 - 1 | 16 - 2 | 04 - 1 |
| 16 - 2 | 04 - 2 | 08 - 1 | 12 - 1 |
| 20 - 1 | 16 - 1 | 12 - 2 | 20 - 2 |
| 04 - 1 | 08 - 2 | 12 - 1 | 04 - 2 |
| 08 - 2 | 04 - 1 | 20 - 2 | 16 - 1 |
| 20 - 2 | 12 - 2 | 16 - 1 | 12 - 2 |
| 16 - 1 | 20 - 2 | 04 - 1 | 08 - 2 |
| 12 - 2 | 08 - 1 | 08 - 2 | 08 - 1 |

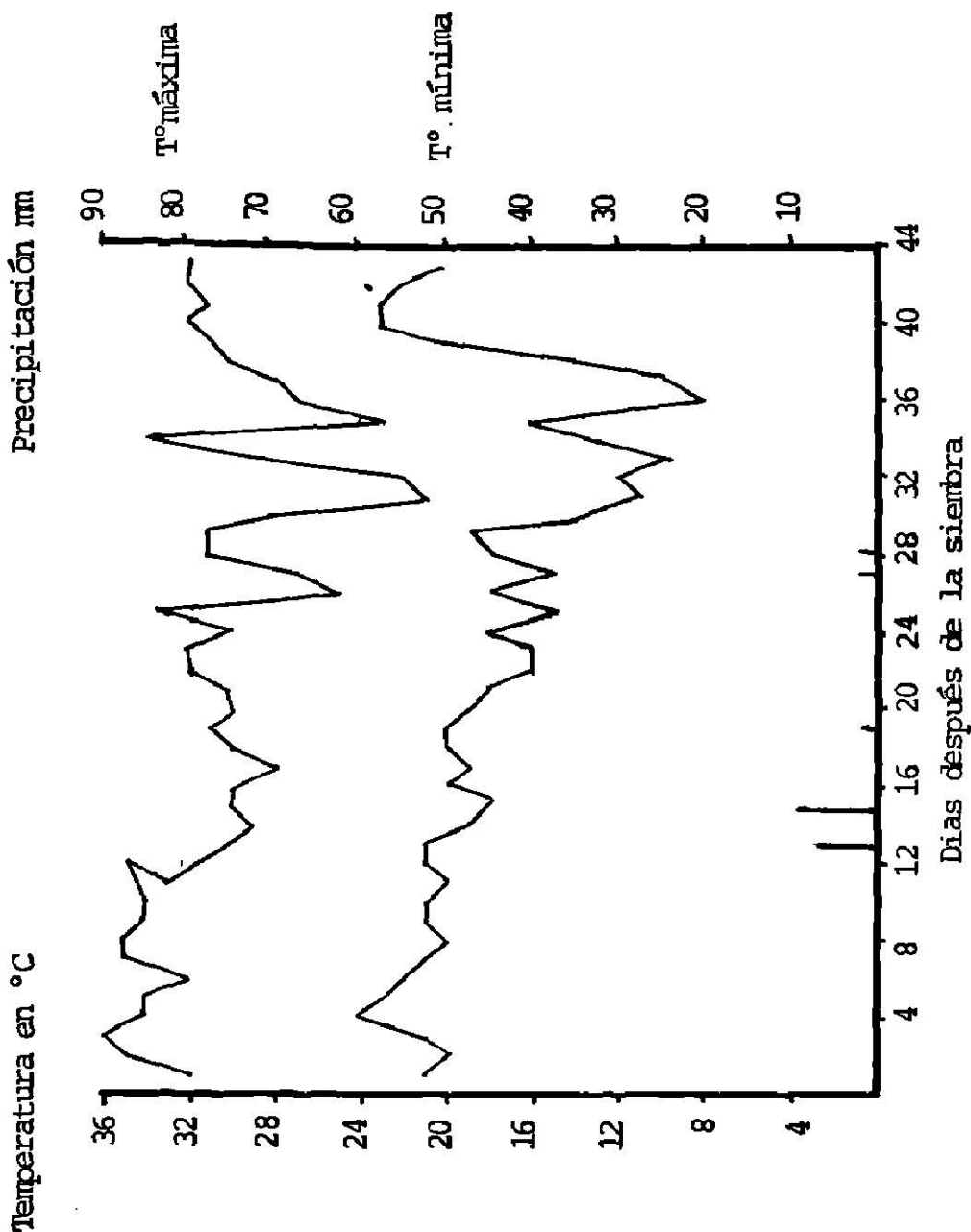


Figura 1-A: Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo.

006 00 00

