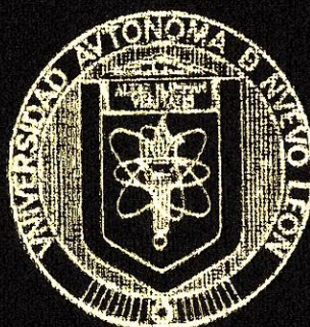


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA
SOBRE EL VIGOR Y EL RENDIMIENTO DEL
FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

PEDRO VILLANUEVA SANCHEZ

MARIN, N. L.,

MAYO DE 1986.

T
SB3 27
V5
c.1



1080063379

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA
SOBRE EL VIGOR Y EL RENDIMIENTO DEL
FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

PEDRO VILLANUEVA SANCHEZ

MARIN, N. L.,

MAYO DE 1986.

006740

T
SB327
V5

040.635

FA7

1986

C.5



F. tesis




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

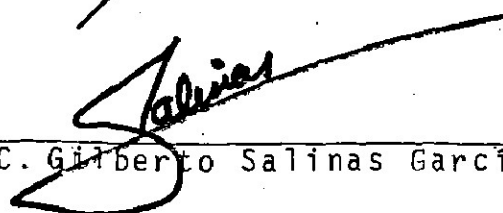
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Comité Supervisor:

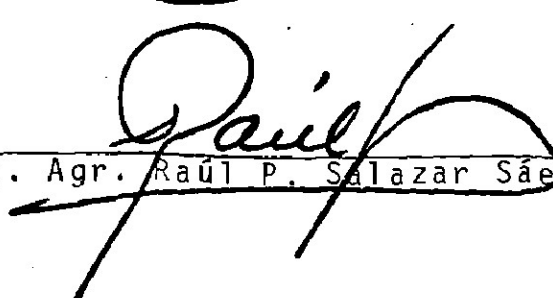
Presidente


Ing. Agr. César Guzmán Flores

Secretario


Ing. M.C. Gilberto Salinas García

Vocal


Ing. Agr. Raúl P. Salazar Sáenz

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Pedro Villanueva González
Sra. Margarita Sánchez de Villanueva

Por su cariño, comprensión y paciencia por el apoyo tanto moral como económico que siempre me brindaron para realizar esta meta tan grande en mi vida.

A MIS HERMANOS

Jésus G.
Esperanza
Juan A.
Ma. de los Angeles
Patricia

Con gran cariño.

A TODOS MIS FAMILIARES.

AGRADECIMIENTO

A MI ASESOR:

Ing. Cesáreo Guzmán Flores

Por su ayuda desinteresada y sus valiosos consejos que hicieron posible la realización del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Gilberto Salinas

Por su valiosa cooperación en el análisis estadístico del presente trabajo.

Al Ing. Raúl P. Salazar Sáenz

Por su amistad que me brindó durante mi carre^{ra} como estudiante. Así como por su valiosa ayuda en la revisión del presente trabajo.

A mis compañeros y amigos de la Facultad de Agronomía de la U. A.N.L. que directa o indirectamente intervinieron para la elaboración de este trabajo.

INDICE

| | Pag. |
|---|------|
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 2. REVISION DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. Taxonomía del frijol..... | 3 |
| 2.2. Estructura de la semilla..... | 3 |
| 2.3. Germinación..... | 4 |
| 2.3.1. El proceso de la germinación..... | 5 |
| 2.4. Condiciones necesarias para la germinación.... | 7 |
| 2.4.1. Condiciones intrínsecas..... | 7 |
| 2.4.2. Condiciones extrínsecas..... | 7 |
| 2.4.2.1. Humedad..... | 7 |
| 2.4.2.2. Temperatura..... | 8 |
| 2.4.2.3. Aireación..... | 10 |
| 2.5. Plántula..... | 11 |
| 2.5.1. Tipos de plántulas..... | 12 |
| 2.6. Emergencia..... | 13 |
| 2.6.1. Emergencia del frijol..... | 14 |
| 2.7. Fenómenos fotomorfogénicos que intervienen en- la emergencia..... | 14 |
| 2.8. Profundidad de siembra..... | 16 |
| 2.8.1. Factores que determinan la profundidad- de siembra..... | 17 |
| 2.8.1.1. Factores intrínsecos..... | 18 |
| 2.8.1.1.1. Tipo de emergencia. | 18 |
| 2.8.1.1.2. Tamaño de la semi- lla..... | 18 |
| 2.8.1.2. Factores extrínsecos..... | 19 |

| | INDICE | Pag. |
|----|--|------|
| | 2.8.1.2.1. Agua y oxígeno..... | 19 |
| | 2.8.1.2.2. Temperatura del sue lo..... | 20 |
| | 2.8.1.2.3. Tipo de suelo..... | 22 |
| | 2.8.2. Profundidad de siembra en frijol..... | 22 |
| 3. | HIPOTESIS..... | 24 |
| 4. | MATERIALES Y METODOS..... | 25 |
| | 4.1. Localidad..... | 25 |
| | 4.2. Genotipos utilizados..... | 25 |
| | 4.3. Tratamientos bajo estudio..... | 27 |
| | 4.4. Diseño experimental..... | 27 |
| | 4.5. Método de siembra..... | 28 |
| | 4.6. Practicas culturales..... | 29 |
| | 4.7. Toma de datos..... | 31 |
| | 4.8. Variables estimadas y método para su cuantifi- cación..... | 31 |
| | 4.8.1. Morfológicas..... | 32 |
| | 4.8.1.1. Area foliar..... | 32 |
| | 4.8.1.2. Vainas por planta..... | 32 |
| | 4.8.1.3. Vainas normales por planta.... | 33 |
| | 4.8.1.4. Granos por vaina..... | 33 |
| | 4.8.2. Fisiológicas..... | 33 |
| | 4.8.2.1. Dias a la emergencia..... | 33 |
| | 4.8.2.2. Porcentaje de emergencia..... | 33 |
| | 4.8.2.3. Peso seco de la parte emergida | 34 |
| | 4.8.2.4. Peso seco del grano..... | 34 |

INDICE

| | Pag. |
|---|------|
| 4.9. Análisis estadístico..... | 35 |
| 5. RESULTADOS..... | 36 |
| 5.1. Dias a la emergencia..... | 36 |
| 5.2. Porcentaje de emergencia..... | 36 |
| 5.3. Area foliar a los 30 dias..... | 39 |
| 5.4. Peso seco a los 30 dias..... | 39 |
| 5.5. Peso seco a los 55 dias..... | 41 |
| 5.6. Vainas por planta, vainas normales por planta, granos por vaina, y peso seco del grano..... | 41 |
| 5.7. Relaciones entre variables..... | 41 |
| 5.7.1. Peso seco..... | 43 |
| 5.7.2. Area foliar..... | 43 |
| 5.7.3. Dias a la emergencia..... | 43 |
| 6. DISCUSION..... | 44 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 49 |
| 8. BIBLIOGRAFIA..... | 50 |
| 9. APENDICE..... | 55 |

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 Margot con drenaje normal y deficiente sembrado con café en el área de Turrialba, Costa Rica (Fassbender, 1975)..... | 12 |
| 2 | Efecto de la profundidad sobre la temperatura en suelos con diferente textura (Yakuma citado por Baver, 1973)..... | 21 |
| <u>Cuadros del apéndice:</u> | | |
| 1A | Análisis de varianza y coeficiente de variación (C.V.) de las variables estimadoras del vigor de las plántulas de frijol..... | 56 |
| 2A | Comparación de medias de profundidad y de la interacción profundidad por variedad de la variable días a la emergencia en el cultivo de frijol..... | 57 |
| 3A | Comparación de medias de profundidades, variedades y la interacción profundidad por variedad de la variable porcentaje de emergencia en el cultivo de frijol..... | 58 |

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

| <u>Cuadros del apéndice</u> | TITULO | PAGINA |
|-----------------------------|---|--------|
| 4A | Comparación de medias de profundidades y <u>variedades</u> en el cultivo de frijol, de las variables área foliar a los 30 días y peso seco a los 30 y 55 días posteriores a la siembra..... | 59 |
| 5A | Comparación de medias de profundidades y <u>variedades</u> de las variables vainas por planta, vainas normales por planta, granos por vaina y <u>peso</u> seco del grano en el cultivo de frijol..... | 60 |
| 6A | Correlaciones entre las variables..... | 61 |

| FIGURA | TITULO | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| <u>Figuras del texto:</u> | | |
| 1 | Sección de una semilla de frijol en su madurez | 5 |
| 2 | Materiales y procedimiento que se utilizó para depositar la semilla a la profundidad que <u>requería</u> el tratamiento respectivo..... | 30 |
| 3 | Efecto de la profundidad de siembra sobre la variable días a la emergencia de dos <u>cultivares</u> de frijol..... | 38 |
| 4 | Efecto de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia de dos cultivares de frijol, estimado hasta los 22 días de la <u>siembra</u> | 38 |

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

| <u>Figuras del texto:</u> | TITULO | PAGINA |
|---------------------------|--|--------|
| 5 | Efecto de la profundidad de siembra sobre el área foliar de dos cultivares de frijol, estimada a los 30 días después de la siembra.. | 40 |
| 6 | Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco de dos cultivares de frijol, estimado hasta los 30 días después de la siembra | 40 |
| 7 | Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco de dos cultivares de frijol, estimado a los 55 días después de la siembra.. | 42 |

Figuras del apéndice:

| | | |
|----|---|----|
| 1A | Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo..... | 62 |
|----|---|----|

1. INTRODUCCION

Debido a que las regiones del estado de Nuevo León se encuentran en las regiones áridas y semiáridas del país, presentan problemas de temporal o riego inseguro, fluctuaciones altas de temperaturas y vientos secos. Esto provoca el secado rápido de las capas superficiales del suelo ocasionando que, si la profundidad de siembra es muy somera, la semilla quede expuesta en la parte superior del suelo a la ausencia de humedad; por el contrario si es muy profunda se puede afectar la emergencia ya que las plantas pueden agotar sus reservas antes de emerger.

Lo anterior trae como consecuencia que la profundidad de siembra a la que se coloque la semilla es un factor importante para el establecimiento del cultivo y la densidad del mismo. En las regiones antes mencionadas la escasa información enfocada a los anteriores aspectos impide seguir un criterio uniforme para determinar la profundidad de siembra de los diferentes cultivos.

Debido a lo anterior se efectúan estudios tendientes a definir las profundidades de siembra adecuadas para los principales cultivos en la zona de influencia de la F.A.U.A.N.L. El presente trabajo es una contribución a lo anterior, específicamente en el cultivo del frijol del cual en el estado de Nuevo León, se siembran 16,000 hectáreas (Lépiz y Navarro, 1983), el 90% son bajo condiciones de temporal y el 10% restante de riego.

Por lo anterior, la presente investigación plantea como objetivos: 1) Determinar el efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas de frijol y 2) Observar el efecto de la misma sobre el rendimiento de grano y algunos de sus componentes morfológicos y fisiológicos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Taxonomía del frijol

La clasificación taxonómica del frijol común es la siguiente (Lépiz y Navarro, 1983).

Familia : Leguminosae
Subfamilia: Papilionoideae
Tribú : Phaseoleae
Subtribú : Phaseolineae
Género : Phaseolus
Especie : vulgaris

2.2. Estructura de la Semilla

La semilla es un órgano diseminante que se forma a partir del primordio seminal (Diccionario Salvat, 1971). Botánicamente, la semilla de las angiospermas es un óvulo maduro encerrado dentro del ovario o fruto.

Hartmann y Kester (1979) y Diehl (1980), sostienen que las semillas estan formadas de las siguientes tres partes básicas:

El embrión, que es una nueva planta que resulta de la uñión, durante la fertilización del gametofito femenino con el masculino. Su estructura básica consiste en un eje con puntos de crecimiento en cada extremo, uno para el tallo y otra para la raíz y una o más hojas seminales fijadas en el eje embrionario y además consta de plúmula, radícula, cotiledones e hipocotilo (Hartmann y Kester, 1981).

Los tejidos de almacenamiento de la semilla pueden ser los cotiledones, el endospermo, el perispermo o en el caso de las gimnospermas, el gametofito femenino haploide. El alimento almacenado en las semillas incluye proteínas, carbohidratos y grasas y las proporciones varían de acuerdo con la especie. Las semillas de las leguminosas a menudo tienen un contenido relativamente alto de proteínas (Cronquist, 1977). En el caso de las semillas de frijol las cuales no presentan un endospermo, las reservas alimenticias son digeridas por el embrión durante su maduración y son incorporadas a los cotiledones los cuales se desarrollan grandemente.

Las envolturas de las semillas pueden estar formadas por las cubiertas de las mismas, por los restos de la nucela y a veces por parte del fruto. Estas por lo común son una o dos y se derivan de los integumentos del óvulo, tienen la función de dar protección al embrión y al albúmen evitando que sufran alteraciones por golpes o acciones mecánicas, así como la de evitar la penetración de los parásitos vegetales y animales (Diehl, 1980; Duffus y Slaughter, 1980).

Las partes de la semilla de frijol se pueden observar en la Figura (1).

2.3. Germinación

Desde el punto de vista botánico la germinación es un proceso de cambio; el cambio de una pequeña estructura inactiva viviendo con abastecimiento mínimo, a una planta que cre

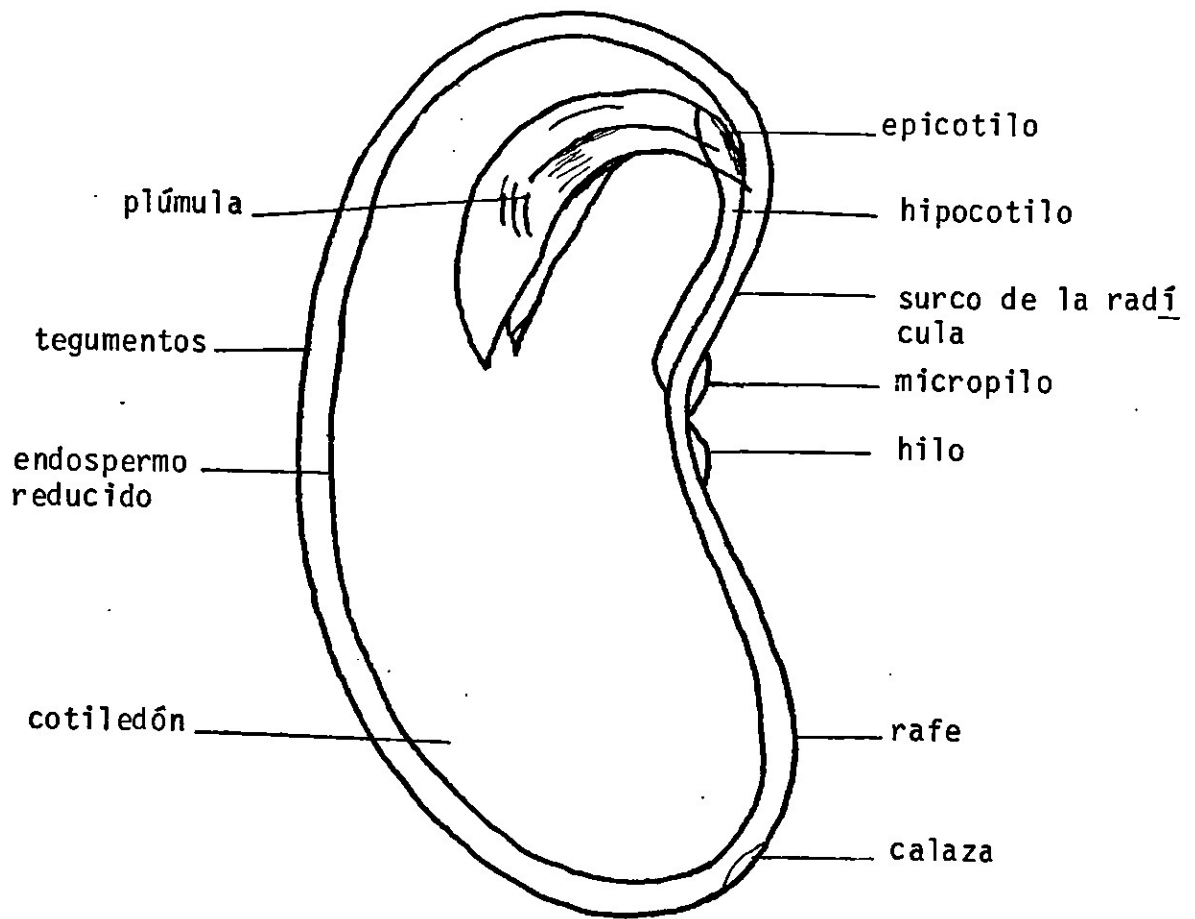


Figura 1. Sección de una semilla de frijol en su madurez.

ce, destinada a llegar a la autosuficiencia antes que los materiales de reserva de la semilla se terminen (Ruiz, 1977; Duffus y Slaughter, 1980).

2.3.1. El proceso de la germinación.- Torrey citado por Sivori (1980), ha dividido el proceso de la germinación en cuatro etapas: 1) Imbibición; 2) Hidratación de enzimas hidrolíticas y sintéticas; 3) División y alargamiento celular y 4) Presión de la radícula (o de la plúmula) sobre el tegumento y emergencia a través de éste.

Imbibición.- La absorción inicial de agua significa la imbibición de la misma por los coloides de la semilla seca, la

cual ablanda las cubiertas de la semilla y ocasiona hidratación del protoplasma. Como resultado de ello, la semilla se hincha y sus cubiertas se rompen. Los componentes del sistema de sintetización de proteínas de las células (esto es, diversas moléculas de DNA y RNA) se activan para permitir la continuación de la síntesis de proteínas.

Hidratación de enzimas.- La absorción de agua y la respiración ahora continúan a un ritmo constante. Los sistemas se han activado y los sistemas de síntesis de proteínas están funcionando para producir diversas 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 más sencillos. Estos compuestos suelen ser translocados a los puntos de crecimiento del eje embrionario para usarse en el crecimiento y la formación de nuevas partes de la plántula.

División y alargamiento.- Una vez que principia el crecimiento en el 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, excepto en las plantas en que los cotiledones se vuelven activos en la fotosíntesis (Hartmann y Kester, 1981).

2.4. Condiciones necesarias para la germinación

Dentro de las condiciones necesarias que deben de existir para que se tenga una buena germinación se deben de considerar las siguientes (Diehl, 1980): a) Condiciones intrínsecas y b) Condiciones extrínsecas.

2.4.1. Condiciones intrínsecas.- Las condiciones intrínsecas de la germinación son evidentes: una semilla sólo podrá germinar si reúne las siguientes características:

- Tener vitalidad, que no haya sobrepasado el límite de longevidad.
- Estar normalmente constituida, que tenga el embrión y reservas intactas.
- Tener tegumentos permeables.
- Que la semilla haya alcanzado su madurez fisiológica.

2.4.2. Condiciones extrínsecas.- Las condiciones extrínsecas son aquellas que deben de existir en el medio para favorecer el proceso 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 básicamente puede producirse en medio aireado y a una temperatura suficiente.

2.4.2.1. Humedad.- La humedad que se le proporcione a la semilla en la germinación podrá afectar tanto al porcentaje como a la velocidad de germinación. Siendo esto último influenciado por la cantidad de humedad disponible (Hartmann y Kester, 1981).

También se menciona que la mayoría de las semillas germinan mejor cuando el contenido de humedad del suelo se encuentra a capacidad de campo, o un poco debajo de éste, pero puede producirse también una buena germinación de muchas especies y la emergencia de las plántulas, cuando el nivel de humedad del suelo corresponde al punto de marchitez permanente, o está un poco por debajo (Meyer, 1972). El frijol es de las semillas que germinan en suelos con humedad intermedia hasta con humedad superior a capacidad de campo (Hartmann y Kester, 1981). En general, en medio líquido, la semilla embebe toda su agua entre 24 y 36 horas, la velocidad del fenómeno depende sobre todo de la cantidad de agua libre, después de la completa imbibición transcurre un tiempo mas o menos largo antes de producirse la germinación propiamente dicha. La naturaleza de la semilla y el grado de madurez fisiológica intervienen en la determinación de este tiempo de reposo (Diehl, 1980).

2.4.2.2. Temperatura.- La germinación solo tiene efecto dentro de unos límites de temperatura bastante reducidos, aunque los valores extremos varían ampliamente según las diferentes especies, en conjunto las plantas de países más fríos y templados tienen una temperatura de germinación más bajas que las de regiones más cálidas (James, 1967). Se ha señalado que existen para cada planta y cada fase de la vegetación temperaturas mínimas, óptimas y máximas. La germinación no se sale de esta regla a continuación se describe cada una de ellas:

Temperaturas óptimas.- Son aquellas temperaturas en donde

se presenta una germinación más adecuada y estas mismas favorecen el crecimiento más rápido de las plántulas (Edmond, 1967). Las semillas de especies de regiones templadas, germinan dentro de cifras de temperaturas mas bajas que las semillas de especies nativas de regiones tropicales y subtropicales, por ejemplo la gama de temperaturas para la germinación de semillas de maíz (especie de origen subtropical) permanece entre valores mínimos de 5° a 10°C y un límite superior de 45°C (Meyer, 1972). Siendo el óptimo para su germinación de 34°C. En el caso del frijol presenta una temperatura óptima de 25° a 30°C para su germinación (SEP, 1983).

Temperatura mínima.- Se define como aquella temperatura mínima a la cual una determinada semilla puede germinar. Estas temperaturas varían grandemente y puede sorprender la comprobación de que esta temperatura mínima pueda comenzar para ciertas plantas a 0°C. La integral térmica o suma de temperaturas necesarias para la germinación de semillas de frijol es de 200°C, durante la etapa siembra-emergencia a 5 cm de profundad (Diehl, 1980). Con temperaturas inferiores a 5°C las semillas o no germinan o el daño de enfriamiento puede resultar en la producción anormal de las plántulas, esto en el caso de plantas de estación cálida como el maíz, frijol, calabaza, etc. (Hartmann y Kester, 1981). Es evidente que la germinación se realizará mas lentamente en las proximidades de la temperatura mínima. Entonces se deberá esperar a que la temperatura del suelo haya sobrepasado sensiblemente ese punto crítico antes de efectuar la siembra para evitar una germinación lenta y fre

cuentemente defectuosa (Diehl, 1980). La mayoría de las especies tropicales y subtropicales requieren temperaturas mínimas de germinación de 10°C como el maíz, tomate y de 15°C como el caso del frijol y la calabaza (Hartmann y Kester, 1981).

Temperatura máxima.- Se puede definir como la temperatura más alta en que puede ocurrir la germinación. Algunos autores mencionan que temperaturas superiores de 40°C pueden detener el desarrollo del embrión en ciertas especies, o si ya estaba la plántula establecida impiden su crecimiento normal. La velocidad de germinación también llegara verse afectada con las altas temperaturas y en algunas ocasiones altas temperaturas pueden ocasionar la muerte del embrión (Hartmann y Kester, 1981). La temperatura máxima que tolera la semilla de frijol es de 37°C (Diehl, 1980).

2.4.2.3. Aireación.- El oxígeno participa de una u otra forma en el desencadenamiento de las reacciones iniciales de la germinación requiriéndose para las reacciones de postmaduración condiciones aeróbicas. En consecuencia, la limitación en la provisión de oxígeno en los períodos iniciales puede inhibir la germinación (Cronquist, 1977). Por lo general, se considera que la proporción y composición de los constituyentes gaseosos encontrados en el suelo influyen en el crecimiento de las plantas. También se suele suponer que propiedades físicas tales como la densidad aparente, la distribución del tamaño de los poros y la estabilidad de los agregados regulan la aireación y, por lo tanto, el crecimiento de las plantas (Gavande,

1972). La germinación puede ser disminuída por reducci3n en la aereaci3n, esto puede ser ocasionado por una costra dura ya que limita la difusi3n del oxígeno inhibiendo con esto el brote de las plántulas. También en suelos mal drenados o después de un riego o lluvia copiosa al llenarse con agua los espacios porosos del suelo puede existir una limitaci3n de oxígeno y como consecuencia inhibir la germinaci3n. En el caso de suelos inundados como los pantanos la concentraci3n de CO₂ puede aumentar de 5 a 10% reduciéndose la concentraci3n de oxígeno, lo que perjudica la germinaci3n y la emergencia (Fa_{ssbender}, 1975). El aire del suelo guarda cierta relaci3n con el tamaño del poro que se forma entre los agregados del suelo. Las arenas, contienen gran cantidad de macroporos con una buena aereaci3n y escasa retenci3n de humedad. Las arcillas presentan mayor cantidad de microporos que en cambio estan llenos de agua, se menciona que un suelo que contenga entre 10% y 15% de aire está bien aereado y como consecuencia se podrá tener una adecuada germinaci3n de las semillas.

La variaci3n del aire del suelo con la profundidad del mismo se presenta en el Cuadro 1.

2.5. Plántula

Robbins (1974), considera como plántulas, a las plantas jóvenes, tiernas, que emergen del suelo habiéndose desarrollado directamente del embri3n de una semilla (Holman, 1965), describe, que la plántula se puede considerar desde que el embri3n emerge de la semilla hasta que depende completamente de

si mismo para la elaboración de su alimento.

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 (Fassbender, 1975).

| Profundidad cm | 28 feb-2 mar. 1965 | | | 9-10 mar. 1965 | | |
|---------------------------|--------------------|-----------------|------|----------------|-----------------|------|
| | O ₂ | CO ₂ | SUMA | O ₂ | CO ₂ | SUMA |
| Drenaje normal | | | | | | |
| 15 | 20.1 | 0.6 | 20.7 | 19.9 | 0.5 | 20.4 |
| 30 | 18.9 | 1.4 | 20.3 | 19.9 | 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 |
| Drenaje deficiente | | | | | | |
| 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 | " | " | " |

2.5.1. Tipos de plántulas.- Las plántulas pueden dividirse en dos tipos muy distintos de acuerdo a su emergencia (Robbins, 1974):

1. Emergencia epígea: son aquellas plántulas en las que su co tiledón o cotiledones se levantan sobre el suelo.
2. Emergencia hipógea: son aquellas plántulas en las que el cotiledón o cotiledones permanecen bajo el suelo.

Dentro del primer tipo de plántulas tenemos a la cebolla dentro de las monocotiledóneas y al frijol, calabaza, girasol dentro de las dicotiledoneas.

Dentro del segundo tipo se encuentran los zacates, el chí

charo y el frijol ayocote (Phaseolus coccineus).

2.6. Emergencia

Robles (1982), define a la emergencia como la salida del talluelo sobre el suelo después de la siembra.

Weaver (1976), menciona que la emergencia temprana y el crecimiento rápido de las plántulas pueden tener ventajas con siderables, puesto que permitirán a las plantas jóvenes evitar muchos de los riesgos de insectos y enfermedades así como el de encostraduras en las superficies del suelo, que acompañan frecuentemente a su germinación y crecimiento inicial.

Diehl (1980), recomienda reducir al máximo la duración de la etapa siembra-emergencia ya que es un período durante el cual el embrión es particularmente sensible a la intemperie y parásitos, además se debe asegurar la emergencia íntegra de las semillas, este doble objetivo se puede alcanzar realizando las condiciones siguientes: a) elegir la época favorable de siembra; b) depositar la semilla a una profundidad adecuada de acuerdo con el tamaño de la semilla; c) una preparación adecua da del terreno; d) evitar la formación de costras en el suelo debido a una lluvia o riego intenso, que pueda ser peligrosa particularmente para las semillas de emergencia epigea como es el caso del frijol. A pesar de las precauciones anteriores, prácticamente no se logra obtener en la emergencia el número de plántulas que la densidad de población y el ensayo de germi nación hubieran previsto. Esta diferencia constituye la merma de germinación que es extremadamente variable según la natura-

leza, el clima, la época del año, la preparación de la tierra, la presencia de parásitos, etc. En general, esta merma varía de un 10% a un 15% de la cantidad de semillas sembradas, e inclusive más.

2.6.1. Emergencia del frijol.- La emergencia en las plantas del frijol es de tipo epígea y se realiza de la siguiente manera (Cronquist, 1977; Wilson, 1968): La radícula emerge primero convirtiéndose en la raíz primaria, después de nacida la radícula, el hipocotilo se alarga y arquea, el ápice de este arco es la primera parte de la plántula que aparece sobre el suelo. Al crecer el hipocotilo, se enderezan y levantan ambos cotiledones en el aire. Entre tanto, la plúmula que está entre los cotiledones ha empezado a crecer y origina las hojas verdaderas y la porción del tallo que hay sobre los cotiledones. Al emerger del suelo, los cotiledones y la plúmula del frijol no son empujados por el hipocotilo, sino que éste al crecer tira de ellos. Así se evita el daño al apice vegetativo. El alimento almacenado en los cotiledones es transferido gradualmente a otras regiones de la plántula que crece rápidamente. Los cotiledones carnosos del frijol se vuelven verdes al ser expuestos a la luz, pero la cantidad de alimento que sintetizan es insignificante y al consumirse el alimento acumulado se marchitan y caen.

2.7. Fenómenos fotomorfogénicos que intervienen en la emergencia.

El estudio de la fotomorfogénesis comprende todos los procesos dependientes de la luz distintos de la fotosíntesis y que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Sivori, 1980). Ray (1975), define a la fotomorfogénesis como un proceso por el cual la luz actúa estimulando la expansión de las hojas e inhibiendo el alargamiento de los entrenudos y este fenómeno no depende de la dirección de la iluminación.

Los procesos fotomorfogénicos juegan un papel regulador, intervienen en el control de la forma y aumento de la utilización de los productos de la fotosíntesis, influyendo 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. La luz es el principal factor que activa el proceso fotomorfogénico de las plantas y los efectos que ella ocasiona en las plantas se deberá al tipo de intensidad, duración y calidad que ella tenga. Con esto se determina la actividad fisiológica de las plantas y les provocará una adaptación morfológica permitiéndoles ajustarse y vivir bajo condiciones ambientales en que prevalecen (Sivori, 1980).

El elemento central que induce la fotomorfogénesis es el fitocromo, tiene la capacidad de absorber luz desde los 200 hasta los 800 nm, Actúa en diferentes procesos fisiológicos en las plantas, uno de ellos es el ahilamiento. Ray (1975), define a una planta ahilada como aquella que en completa obscuridad, no se forma su clorofila, los cloroplastos no se desarrollan y las hojas no se expanden sino que se quedan pequeñas y rudimentarias, los entrenudos se alargan mucho más de lo nor-

mal, de tal modo que la planta pronto se vuelve más alta y delgada.

Cronquist (1977), concluye que el fenómeno del ahilamiento se presenta solo en plántulas de semillas profundamente cubiertas y en los brotes, que se forman de órganos perennes subterráneos tales como rizomas, tubérculos, bulbos, raíces carnosas o rastreras. Y puede tener por lo tanto, un valor de su pervivencia, capacitando a tales brotes a alcanzar la superficie del suelo rápidamente y con pocos daños.

2.8. Profundidad de siembra

La profundidad de siembra tiene gran importancia y debe prestársele gran atención, ya que en caso de sembrar a mayor profundidad que la debida se puede tener poblaciones bajas de plantas y se reduce el rendimiento de grano por hectárea (Robles, 1975).

Maití (1984) concluye que la profundidad de siembra es un factor de gran importancia en el establecimiento de los cultivos, ya que la poca disponibilidad de humedad en los suelos implica realizar siembras a mayor profundidad puesto que si se realizan muy superficialmente puede ocasionar daños a la semilla y como consecuencia evitar la germinación y emergencia de las mismas. Además, menciona que el vigor de las plántulas también se puede ver afectado por la profundidad de siembra, ya que las plántulas que no alcanzan a emerger presentan los mesocotilos, coleoptilos e hipocotilos enroscados, debido a una excesiva división celular y al agotamiento de las reservas

del embrión. Y aquellas que lleguen a emerger serán por lo regular flácidas y poco vigorosas debido al mismo agotamiento de las reservas.

El control de la profundidad de siembra es importante ya que también puede afectar a la velocidad de emergencia y al porcentaje de germinación y en algunos casos a la densidad de población. Cuando la semilla se deposita en la capa superficial del suelo y existen altas temperaturas puede ser que estas capas se sequen muy rápido y la semilla puede morir por deshidratación (Hartmann y Kester, 1981).

Crespo (1985), trabajó con cinco variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) y encontró que la profundidad de siembra está de igual manera relacionada inversamente con el porcentaje y días a la emergencia; es decir, a mayores profundidades menor fué el porcentaje de emergencia y mayor fué la cantidad de días que transcurrieron hasta que las plántulas emergieron con la consecuencia que obtuvo plántulas menos vigorosas.

2.8.1. Factores que determinan la profundidad de siembra. Edmond (1967) menciona que la profundidad de siembra depende: a) tipo de emergencia; b) contenido de oxígeno y humedad del suelo, Chapman (1976) y Rusell (1968), también mencionan que la temperatura y el tipo de suelo influyen en la profundidad de siembra. Delorit (1970), agrega que el tamaño de la semilla influye también en la profundidad de siembra.

2.8.1.1. Factores intrínsecos.

2.8.1.1.1. Tipo de emergencia.- Según el tipo de emergencia que presente el cultivo será la forma en que se verá afectada la profundidad de siembra, si la plántula es de emergencia epígea como es el caso de la calabaza y frijol, los cuales sacan los cotiledones sobre el suelo requerirán de una siembra más superficial que aquellas plántulas de emergencia hipógea en las cuales los cotiledones permanecen bajo el suelo, como es el caso del Chicharo, ésto es debido principalmente al gasto de energía que realiza la plántula para vencer la fuerza que ejerce el suelo para la emergencia de los cotiledones.

Cuellar (1985) y Crespo (1985), realizando trabajos de profundidad de siembra con diferentes variedades de frijol común y en diferentes ciclos de siembra (el primero fué en el ciclo tardío y el segundo en el ciclo otoño-invierno) ambos encontraron que la profundidad de siembra afectó en una relación inversa al porcentaje de emergencia y al peso seco de las plántulas. Treviño y García (1984), también realizaron estudios de profundidades de siembra en maíz y encontraron que las variables antes mencionadas presentaron otro tipo de relación debido al efecto de la profundidad de siembra.

2.8.1.1.2. Tamaño de la semilla.- Chapman (1976) y Hartmann y Kester (1981), ambos recomiendan como regla general que las semillas de mayor tamaño deben de sembrarse a una profundidad mayor que aquellas de tamaño más pequeño, ellos mencionan de una a dos veces su diámetro como mínimo, siempre que durante la

primera semana que siga a su siembra se mantengan buenas condiciones de humedad. La S.E.P. (1983), recomienda que se siembre a una profundidad de 2 a 4 veces del tamaño de la semilla. Alsina (1976) menciona que las semillas pequeñas de leguminosas forrajeras, tabaco, etc. no deben sembrarse a profundidades mayores de 1 cm. Diaz citado por Robles (1982) sembró semillas de maíz grandes y pequeñas a 5 y 15 cm de profundidad cada una de ellas y concluye que las semillas de mayor tamaño por contener más cantidad de nutrientes, emergen más rápido y vigorosamente la plántula.

2.8.1.2. Factores extrínsecos.- Dentro de los factores que influyen principalmente en la profundidad de siembra tenemos: a) agua y oxígeno; b) temperatura y c) tipo de suelo.

2.8.1.2.1. Agua y oxígeno.- La importancia de la aireación para el crecimiento y desarrollo de las plántulas, se evidencia en la respuesta de diferentes tipos de plantas a suelos inundados, saturados o con porosidad reducida. Cuando los poros se llenan de agua, el aire es empujado fuera de ellos. Para el crecimiento normal de las plántulas, la porosidad (porcentaje de volumen del suelo no ocupado por sólidos) mínima, debe ser del 10 al 15%. La óptima variará con la especie vegetal y con su estado de madurez (Chapman, 1976). Ortíz (1980), menciona que el agua al igual que la aireación del suelo, juegan un papel muy importante durante todas las fases de desarrollo de los cultivos como viene siendo la germinación y la emergencia.

La profundidad de siembra de las semillas debe ser en aquellas zonas en donde el contenido de humedad sea la más adecuada ya que por el contrario una excesiva cantidad de agua puede ocasionar una falta de oxígeno que puede dañar a la semilla, y por el contrario si la semilla se deposita muy superficialmente puede existir poca cantidad de agua y el crecimiento de las plántulas puede detenerse completamente. Bear (1969), menciona que si el suelo en que el cultivo está desarrollándose permanece saturado de agua durante un período considerable, muchas plantas morirán. La causa de su muerte puede ser debida a la acumulación de CO_2 , a la deficiencia de O_2 o a la formación de compuestos reducidos de hierro y manganeso. Las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas cultivables se obtienen cuando un tercio del espacio entre los poros del suelo se halla ocupado por el aire y dos tercios por el agua, esto se logra obtener en lo que viene siendo la profundidad de 0 a 15 cm que comprende la capa de suelo. Ya que el subsuelo contiene normalmente un porcentaje más elevado de CO_2 que el de la zona inmediata a la superficie. Esto es debido a que esta zona es más compacta, contiene porcentajes elevados de agua y la velocidad de difusión de los gases a través de ella es más lenta.

2.8.1.2.2. Temperatura del suelo.- La temperatura del suelo es un factor que cambia según la época del año, hora del día y profundidad, en general puede decirse que en el suelo a medida que la profundidad es menor, las oscilaciones entre temperatu-

ras máximas y mínimas son mayores; en tanto que a mayor profundidad las variaciones en temperaturas son menores (Gavande, 1972). La germinación, emergencia y crecimiento inicial de las plantas está íntimamente ligado o relacionado con la temperatura del suelo. Temperaturas desfavorables pueden ocasionar grandes fallas en la germinación, obteniéndose plantaciones o poblaciones muy bajas y además, pueden retardar el desarrollo disminuyendo fuertemente no solo el rendimiento, sino también la calidad de los productos (Gavande, 1972).

Millar y et al (1975) mencionan, que los procesos de crecimiento de la mayoría de las plantas de importancia agrícola son muy lentos a temperaturas cercanas a los 5°C y aumentan hasta temperaturas que varían de 20° a 30°C.

La variación de la temperatura del suelo con respecto a la profundidad se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto de la profundidad sobre la temperatura en suelos con diferente textura (Yakuma citado por Baver, 1973).

| | Arena °C | Marga °C | Arcilla °C | Turba °C |
|-------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| Temperatura a la profundidad cm. | - | - | - | - |
| 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 |

2.8.1.2.3. Tipo de suelo.- Las características de cada suelo son importantes en la determinación de una profundidad de siembra adecuada. La semilla emerge con más facilidad a grandes profundidades en suelos arenosos, mientras que en suelos arcillosos la profundidad de siembra debe ser más somera ya que a mayor profundidad se dificulta la emergencia de las plántulas.

Maití (1984), determinó que el encostramiento y la compactación del suelo influyen también para la recomendación adecuada de una profundidad de siembra para algún cultivo en particular.

2.8.2. Profundidad de siembra en frijol.- Particularmente en la profundidad de siembra del frijol la SEP (1983) recomienda de 3 a 5 cm de profundidad, en suelos pesados y húmedos se siembra a menor profundidad y en suelos livianos y menos húmedos se siembra a mayor profundidad. Guzmán (1984), menciona que en las zonas bajas del estado de Nuevo León los agricultores recomiendan una profundidad de siembra para el frijol de 6 cm en caso de riego y de 7 a 20 cm de profundidad si es de temporal, con los cuales se obtienen los mayores rendimientos en los ciclos agrícolas de extrema sequía o de óptima humedad respectivamente. Cabe aclarar que solo en las parcelas dedicadas al autoconsumo fué en donde se localizó la mayor profundidad de siembra que fué de 20 cm.

El Centro de Investigaciones de Agricultura de Tamaulipas (1969), realizó estudios en el ciclo primavera-verano con distintas variedades de frijol común sembrándolas a tierra veni-

da, y recomiendan una profundidad de siembra promedio de 8 a 10 cm. (Chapman, 1976), recomienda que la profundidad de siembra para el frijol oscila de 3 a 8 cm, con un máximo de 10 cm que es en donde se puede localizar el mayor contenido de humedad. (Delorit, 1970) recomienda para el frijol soya una profundidad de siembra no mayor de 3 cm en suelos arcillosos y en otros suelos pesados, no más de 6 cm de profundidad en suelos ligeros o arenosos.

Treviño y García (1984), trabajaron en el ciclo tardío con tres variedades de frijol común sembrándolas a tierra venida y recomiendan una profundidad de 2.5 cm ya que aquí es donde encontraron las plántulas más vigorosas.

Cuellar (1985), trabajando también en el ciclo tardío pero con dos variedades de frijol común, sembrando a tierra venida no encontró efectos significativos en el vigor de las plántulas debido a la profundidad de siembra utilizada que fué de 0 a 16 cm. Y además recomienda que los máximos valores de la velocidad y porcentaje de emergencia se hayan en un rango de profundidad de 4 a 8 cm en el cual se logra un buen establecimiento del cultivo.

Crespo (1985) trabajó en el ciclo otoño-invierno con cinco variedades de frijol común sembrando a tierra venida, recomienda una profundidad de siembra de 2 a 10 cm, ya que es en donde se localizan las plántulas más vigorosas.

3. HIPOTESIS

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

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localidad

El estudio se efectuó en la Estación Agropecuaria Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el municipio de Marín, N.L., durante el ciclo primavera-verano de 1985.

El municipio está ubicado entre las coordenadas 25°53' de latitud norte y 100°03' longitud oeste, con una altura de 375 msnm.

La temperatura promedio anual es de 22°C, con una media máxima de 28°C y una mínima de 18°C. La precipitación anual es de 500 mm.

El clima de la región es del tipo semiárido $BS_1(h')$ $hx'(e')$ según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1973).

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

4.2. Genotipos utilizados

Se estudiaron los cultivares de frijol Delicias 71 y Pinto Norteño. A la semilla se le determinó previamente el porcentaje de germinación que fué del 97 y 99% respectivamente. Este germoplasma lo proporcionó el Proyecto de Mejoramiento de Maíz Frijol y Sorgo de la F.A.U.A.N.L.

Características de los cultivares de frijol según Treviño y García (1984) y Crespo (1985):

Delicias 71

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Color de la testa de la semilla..... | crema con café |
| Forma de la semilla..... | arriñonada |
| Tamaño de la semilla..... | mediano |
| Peso de 100 semillas..... | 18.50 g |
| Volumen por semilla..... | 0.163 cm ³ |
| Color de la flor..... | blanca |
| Hábito de crecimiento..... | semiguía postrado |
| Ciclo vegetativo..... | intermedio |
| Origen de la semilla..... | Marín, N.L. |
| Epoca de cosecha..... | verano de 1984 |

Pinto Norteño

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Color de la testa de la semilla..... | crema con café |
| Forma de la semilla..... | arriñonada |
| Tamaño de la semilla..... | mediano a grande |
| Peso de 100 semillas..... | 18.50 g |
| Volumen por semilla..... | 0.170 cm ³ |
| Color de la flor..... | blanca |
| Hábito de crecimiento..... | semiguía erecto |
| Ciclo vegetativo..... | intermedio |
| Origen de la semilla..... | Marín, N.L. |
| Epoca de cosecha..... | verano de 1984 |

4.3. Tratamientos bajo estudio

Los tratamientos se formaron mediante la combinación de los dos genotipos con las 4 profundidades bajo estudio, se establecieron de tal manera que incluyeran las recomendadas por los agricultores de la región, por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos y las que sugieren experimentos previos en la misma estación experimental.

Se formaron 8 tratamientos asignados de la siguiente forma:

$$T_1 = V_1 P_1$$

$$T_2 = V_2 P_1$$

$$T_3 = V_1 P_2$$

$$T_4 = V_2 P_2$$

$$T_5 = V_1 P_3$$

$$T_6 = V_2 P_3$$

$$T_7 = V_1 P_4$$

$$T_8 = V_2 P_4$$

V_1 y V_2 = variedades de frijol Delicias 71 y Pinto Norteño respectivamente.

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

4.4. Diseño experimental

Los tratamientos se aleatorizaron en una forma de bloques completamente al azar bajo un arreglo factorial. Cada tratamiento se repitió 4 veces formando un total de 32 unidades experimentales. Cada unidad experimental constó de 4 surcos de 5 m de largo, con una separación entre surcos de .60 m y una distancia entre plantas de .20 m. Como parcela útil se consideró a los 2 surcos centrales eliminándose 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 de frijol.

M = Media general de todas las observaciones

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

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

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

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

E_{ijkl} = Error experimental

4.5. Método de siembra

La siembra se efectuó a tierra venida el 25 de marzo de 1985. Previamente se efectuaron las 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 surco, en donde se efectuó la siembra.

El procedimiento para depositar la semilla a la profundi-

dad requerida en el tratamiento consistió en los siguientes pa
sos:

1. Se abrió el surco hasta la profundidad que requería el tra-
tamiento. Para ello la profundidad era regulada con una re
gla y un cordón que con 2 estacas se disponía paralelamente
al fondo del surco y a todo lo largo del mismo (Figura 2).
2. La semilla se colocaba en el fondo del surco recién formado
e inmediatamente se tapaba con la tierra húmeda que previa-
mente había sido desalojada. El nivel al que se rellenaba
el surco fué el indicado por el cordón instalado. Se depo-
sitaron 2 semillas por punto y la distancia entre puntos
fué de 20 cm.
3. Esta operación se repetía en cada surco en los tratamientos
respectivos.
4. Cuando las plantas habían emergido se aclaró dejando una
planta por punto.

4.6. Prácticas culturales

Se eliminaron las malezas que aparecieron en toda la par-
cela experimental.

Se hicieron 2 aplicaciones con Sevin al 50% C.E. La pri-
mera en el ciclo vegetativo del cultivo para el control de la
Diabrotica (Balteata spp y Undecimpunteata spp) ya que está
ocasionó daños en el follaje del cultivo. La segunda aplica-
ción se hizo en la etapa reproductiva para controlar al picu-
do del ejote (Apion godmani W.)

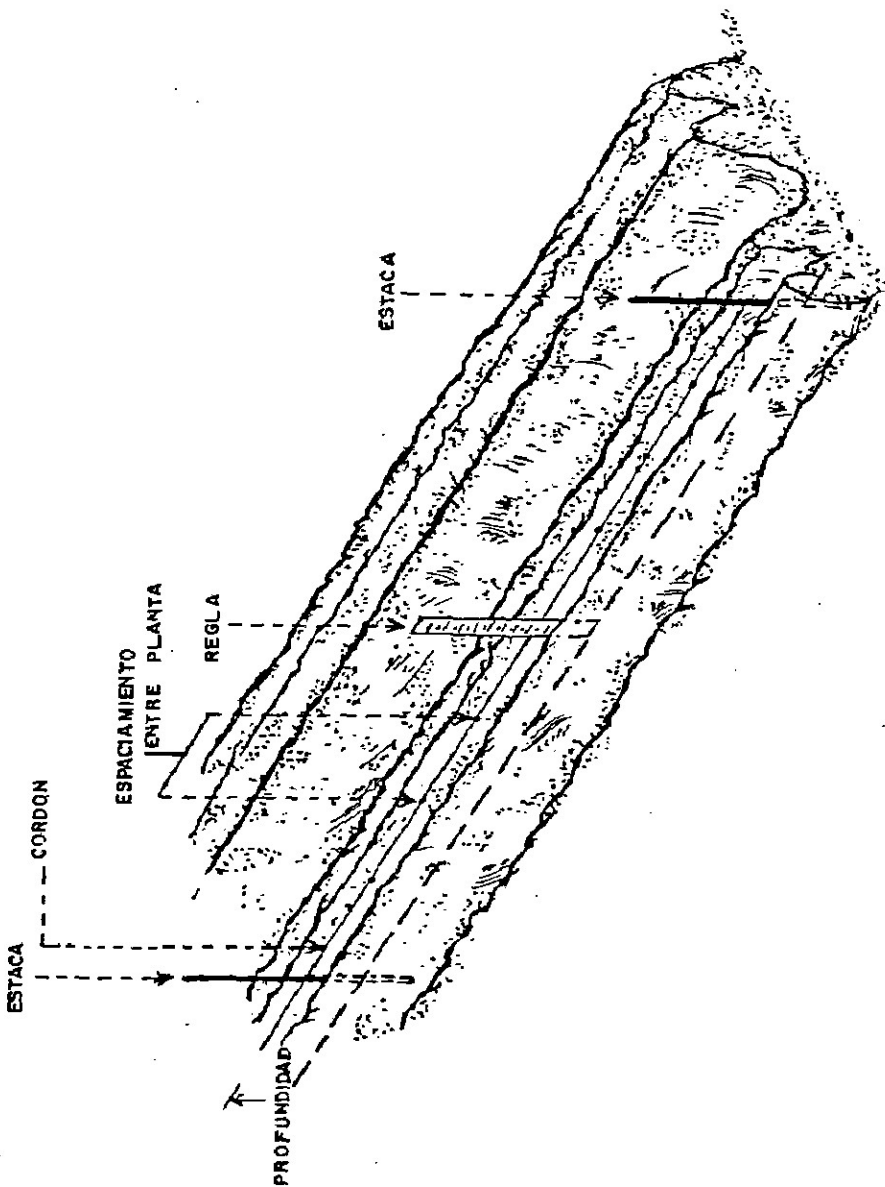


Figura 2. Materiales y procedimiento que se utilizó para depositar la semilla a la profundidad que requería el tratamiento respectivo.

El mayor daño se presentó a los 70 días aproximadamente, lo ocasionó una enfermedad fungosa identificada como Macrophomina phaseoli, esta enfermedad eliminó aproximadamente un 30% de las plantas útiles, distribuyéndose uniformemente en toda la parcela experimental.

El daño por el ataque del picudo del ejote y por la enfermedad fungosa ocasionaron una baja considerable en el rendimiento del cultivo.

4.7. Toma de datos

Durante la duración del experimento se realizaron 3 muestreos. El primero se realizó a los 30 días posteriores a la siembra en la etapa de crecimiento vegetativo. El segundo se realizó a los 55 días después de la siembra, en la etapa de diferenciación floral y fructificación.

El último muestreo se efectuó hasta la cosecha, a los 93 días de la siembra que fué la etapa en la que el grano llegó a su madurez fisiológica.

4.8. Variables estimadas y método para su cuantificación

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

4.8.1. Morfológicas

4.8.1.1. Area foliar.- Se define como la superficie foliar que tiene una plántula. Esta variable se cuantificó a los 30 días después de la siembra, se utilizó el método gravimétrico el cual 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 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 fórmula:

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

En donde:

X = área de los dibujos recortados = área foliar de la plántula

4.8.1.2. Vainas por planta.- Representa el número total de vainas normales y vainas vanas producidas por planta. Esta variable se cuantificó a los 93 días después de la siembra, para esto se cortaron las plantas con competencia completa desde el nivel del suelo.

En cada repetición, se procedió a separar de cada planta el total de vainas que poseía, incluyendo vainas vanas y normales.

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

Esta variable se cuantificó en forma similar a la anterior.

4.8.1.4. Granos por vaina.- Se refiere a la cantidad de granos producidos por vaina que presentaron un desarrollo normal.

Para cuantificar ésta se siguió la misma metodología para las dos variables anteriores, con el total de granos por planta divididos entre las vainas normales de las mismas se estimó el número de granos por vaina.

4.8.2. Fisiológicas

4.8.2.1. Días a la emergencia.- Es el intervalo de tiempo entre el momento de la siembra y el día en que cuando menos el 50% + 1 de las plántulas de la unidad experimental respectiva estuvieron emergidas. Se consideró como planta emergida aquella cuyo gancho plumular alcanza el nivel del suelo. Esta variable se cuantificó hasta los 22 días de la siembra.

4.8.2.2. Porcentaje de emergencia.- Es el cociente multiplicado por 100, del número de plántulas emergidas entre el número de semillas sembradas. Sin embargo, las variedades Pinto Nor-teño y Delicias 71 tenían un porcentaje de germinación de 99% y 97% respectivamente, se procedió a ajustar su porcentaje de emergencia por la siguiente fórmula:

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

en donde:

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

4.8.2.3. Peso seco de la parte emergida.- Esta variable se cuantificó a los 30 y 55 días después de la siembra. Fueron cortadas al nivel del suelo 4 plántulas por unidad experimental. Estas se seleccionaron al azar y considerando que tuvieron competencia completa, no se consideraron las tres plantas de las cabeceras del surco.

Las plantas muestreadas se metieron en bolsas de papel previamente identificadas, para su secado en una estufa (marca Thelco, modelo 26), en donde se deshidrataron por un período de 48 horas a una temperatura de 70°C, posteriormente se pesaron utilizando para el primer muestreo una balanza analítica (marca Sartorius, modelo 2842), para el segundo muestreo se usó una balanza eléctrica (marca Sartorius, modelo 1200-mp), registrándose el peso en cada uno de los muestreos.

4.8.2.4. Peso seco del grano.- Es el peso seco del grano normal por planta, esta variable se cuantificó a los 93 días des-

pués de la siembra.

Se procedió de la misma manera que en la variable anterior para su cuantificación.

4.9. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron agrupados en tablas, se les calculó la media por unidad experimental; éstas fueron ordenadas y codificadas para ser procesadas posteriormente en el Centro de Cómputo y Estadística de la F.A.U.A.N.L.

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

La prueba de comparación de medias que se utilizó fué la de Tukey descrita por Reyes (1978). El nivel de significancia que se prefijó fué de un alfa de .05.

5. RESULTADOS

5.1. Días a la emergencia

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

La máxima velocidad de emergencia se presentó a los 6 cm de profundidad con 5.6 días; mientras que la mínima a los 9, 3 y 12 cm con 6.5, 7.4 y 7.6 días respectivamente (Cuadro 2A). Lo anterior ocasionó una relación directa entre la profundidad de siembra y los días a la emergencia en las siembras a 6 cm o más de profundidad no así en las superficiales (3 cm) (Figura 3).

No se encontraron diferencias significativas entre variedades; aunque como se mencionó la interacción profundidad por variedad sí fué significativa, encontrándose la máxima velocidad de emergencia en las profundidades de 6 y 9 cm de la variedad Pinto Norteño y de 3 y 6 cm del Delicias 71, dentro de un rango de 5.6 a 6.2 días en promedio; mientras que los mínimos valores se obtuvieron en las profundidades de 12 y 3 cm de la variedad Pinto Norteño y de 9 a 12 cm del Delicias 71 en un período de 6.8 a 8.6 días en promedio (Cuadro 2A).

5.2. Porcentaje de emergencia

Se presentaron diferencias altamente significativas entre los efectos de las profundidades de siembra, variedad e inter-

acción profundidad por variedad, sobre el porcentaje de emergencia (Cuadro 1A).

En las profundidades de siembra de 6, 9 y 12 cm fué en donde se presentaron los máximos porcentajes de emergencia con 99.8, 99.7 y 99.2% respectivamente, mientras que el mínimo se encontró en la profundidad de 3 cm con 98.7% (Cuadro 3A).

De las variedades, la que mayor porcentaje de emergencia presentó fué la Delicias 71 con el 99.8% mientras que la menor fué la variedad Pinto Norteño con 98.9% (Cuadro 3A). Aunque estadísticamente tuvieron diferencias las variedades prácticamente no es muy importante ya que esa diferencia no es mayor del 1%.

En cuanto a las diferencias que presentó la interacción; profundidad por variedad, se obtuvo que los tratamientos que presentaron los mayores porcentajes de emergencia con 99.75% fueron la variedad Delicias 71 sembrada de los 3 hasta los 12 cm y la variedad Pinto Norteño a 9 cm. Los tratamientos que presentaron los porcentajes de emergencia intermedios con un 99.56 y 98.67% fué la variedad Pinto Norteño sembrada a los 6 y 12 cm, mientras que el mínimo valor de 97.72% se presentó en la variedad Pinto Norteño sembrada a los 3 cm de profundidad (Cuadro 3A). Cabe mencionar que en la profundidad de 3 cm el porcentaje de emergencia se incrementó después de los 14 días debido a una precipitación sucedida (Figura 1A). Aunque no se tiene la cuantificación de dicho incremento es posible que sin esa precipitación las plántulas mencionadas nunca hubieran emergido. Fué diferente el comportamiento de ambas variedades,

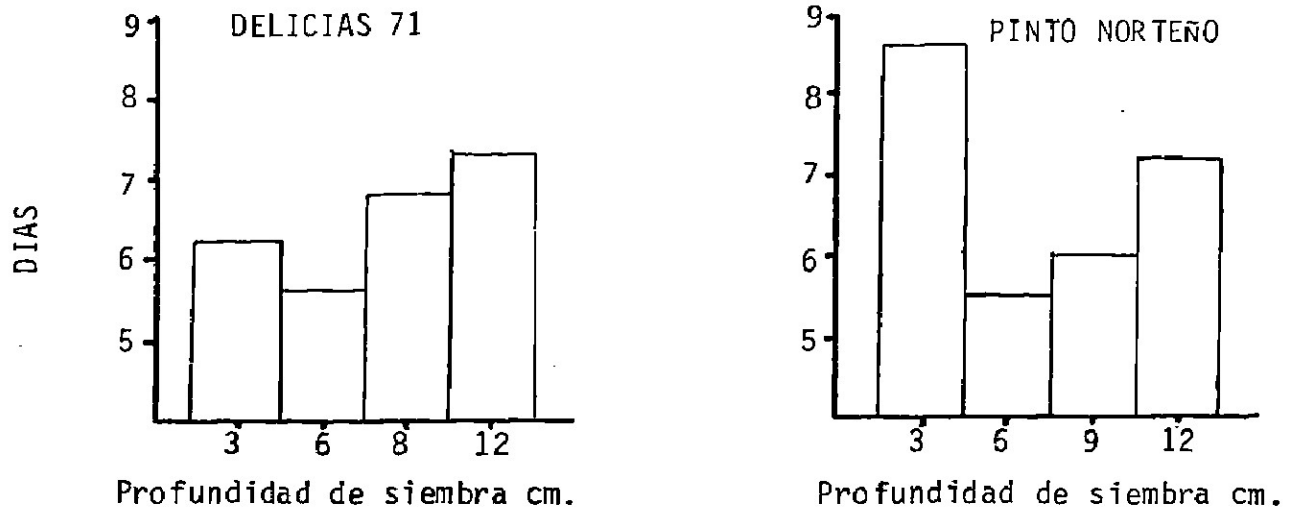


Figura 3. Efecto de la profundidad de siembra sobre la variable días a la emergencia de dos cultivares de frijol.

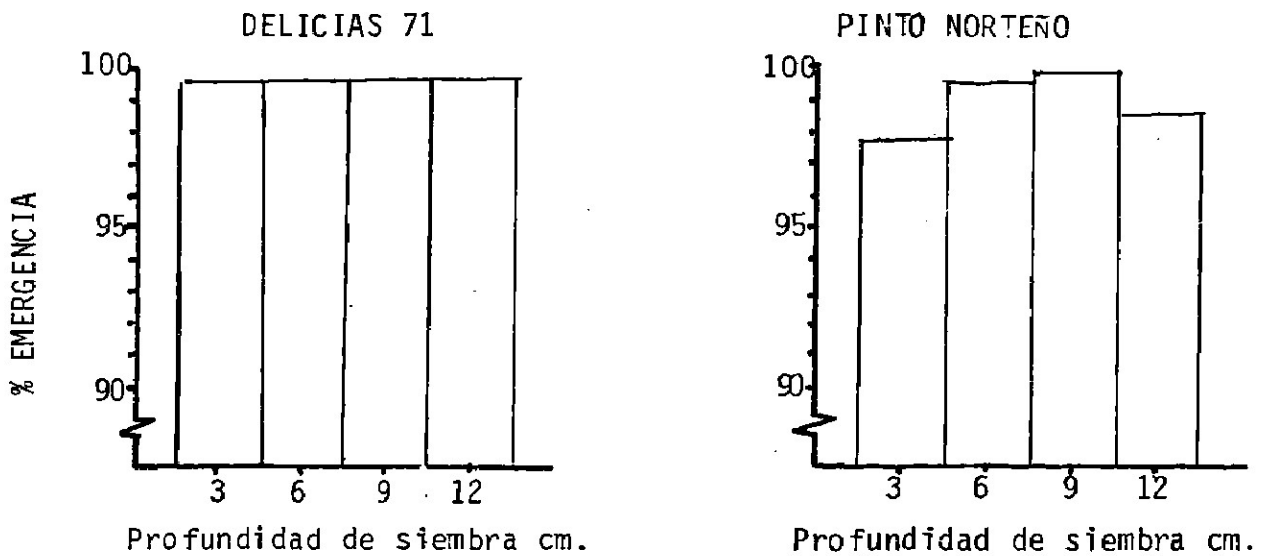


Figura 4. Efecto de la profundidad de siembra sobre el porcentaje de emergencia de dos cultivares de frijol estimado hasta los 22 días de la siembra.

en el primer caso no hubo diferencias entre profundidades, mientras que en la variedad Pinto Norteño si se presentó efecto de las profundidades (Figura 4).

5.3. Area foliar a los 30 días

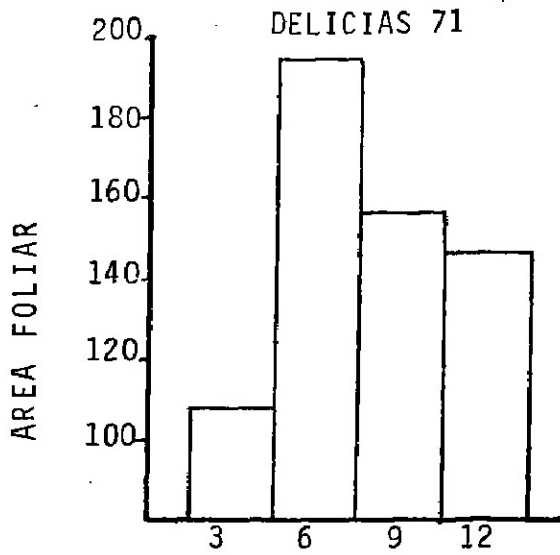
A los 30 días de la siembra se encontraron diferencias altamente significativas de los efectos de la profundidad de siembra sobre el área foliar, no así en el efecto de la variedad, ni de la interacción profundidad por variedad (Cuadro 1A).

Las profundidades de siembra intermedias de 6, 9 y 12 cm fué en donde se obtuvieron las máximas áreas foliares con 193.4, 162.3 cm² y 154.4 cm² respectivamente, mientras que el mínimo valor fué a 3 cm con 118.9 cm² (Cuadro 4A). En general ambas variedades presentaron un comportamiento similar, en cuanto al área foliar producida en las diferentes profundidades de siembra (Figura 5).

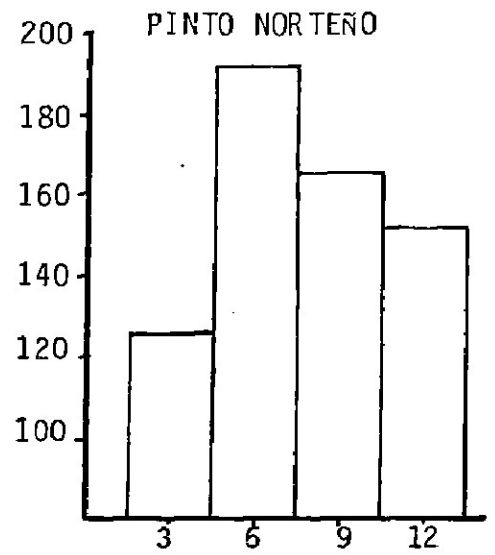
5.4. Peso seco a los 30 días

Se observaron diferencias altamente significativas de los efectos de la profundidad de siembra sobre el peso seco, no así en el efecto de la variedad ni de la interacción profundidad por variedad en esta variable (Cuadro 1A).

Los máximos valores de peso seco se obtuvieron en las profundidades de siembra de 6, 9 y 12 cm con 0.81, 0.78 y 0.68 g respectivamente., mientras que el mínimo valor se obtuvo en el tratamiento de 3 cm con 0.53 g (Cuadro 4A). A los 30 días pos

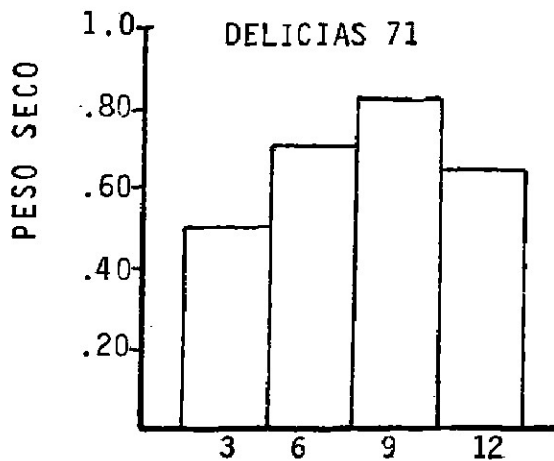


Profundidad de siembra cm.

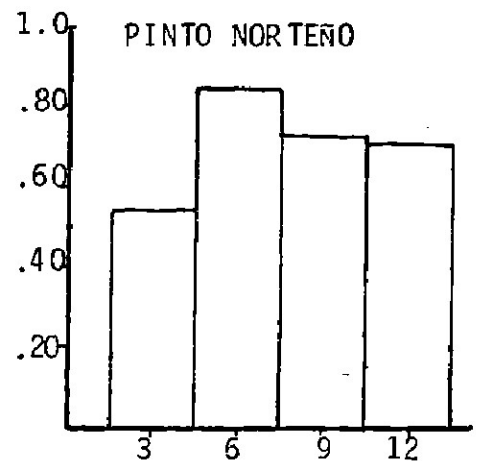


Profundidad de siembra cm.

Figura 5. Efecto de la profundidad de siembra sobre el área foliar de dos cultivares de frijol, estimada a los 30 días después de la siembra.



Profundidad de siembra cm



Profundidad de siembra cm.

Figura 6. Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco de dos cultivares de frijol, estimado a los 30 días después de la siembra.

teriores a la siembra, las dos variedades presentan un comportamiento diferente en cuanto al peso seco producido en las diferentes profundidades de siembra (Figura 6).

5.5. Peso seco a los 55 días

A los 55 días de la siembra, se encontraron diferencias significativas para el efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco, no así en el efecto de las variedades ni de la interacción profundidad por variedad (Cuadro 1A).

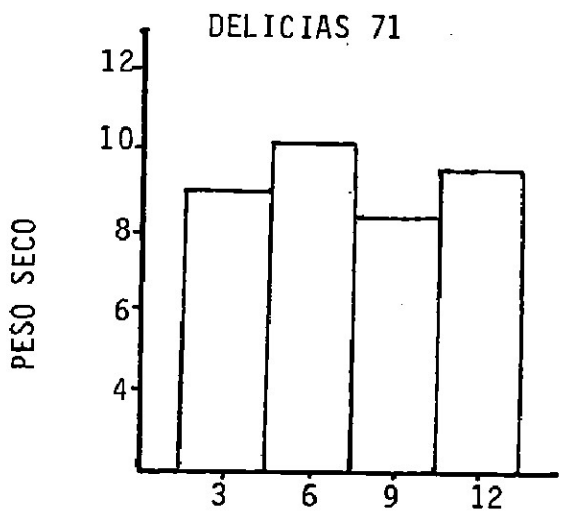
Las profundidades de siembra de 6,12 y 3 cm presentaron los máximos valores de peso seco con 10.1, 9.9 y 9.2g respectivamente, mientras que el mínimo valor se obtuvo a los 9 cm con 8.9 g (Cuadro 4A). En general a los 55 días, ambas variedades siguen un comportamiento similar, en cuanto al peso seco producido en las diferentes profundidades de siembra (Figura 7).

5.6. Vainas por planta, vainas normales por planta, granos por vaina y peso seco de grano por planta.

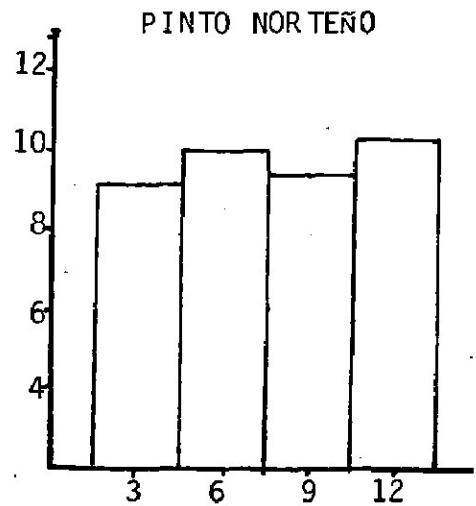
No presentaron diferencias significativas los efectos de la profundidad de siembra, variedad y de la interacción profundidad por variedad sobre estas variables (Cuadro 1A).

5.7. Relaciones entre variables

Aquí solamente se tomó en cuenta a las variables que son estimadoras del vigor de las plántulas como son: peso seco, área foliar y días a la emergencia.



Profundidad de siembra cm.



Profundidad de siembra cm.

Figura 7. Efecto de la profundidad de siembra sobre el peso seco emergido de dos cultivares de frijol, estimado a los 55 días después de la siembra.

5.7.1. Peso seco.- Esta variable estimada a los 30 días de la siembra no presentó ningún tipo de correlación con las demás variables bajo estudio (Cuadro 6A).

5.7.2. Area foliar.- A los 30 días de la siembra se presentó una correlación positiva y altamente significativa con el peso seco a los 30 días con un coeficiente de 0.75 (Cuadro 6A).

5.7.3. Días a la emergencia.- Esta variable presentó una correlación negativa y significativa con el porcentaje de emergencia con un coeficiente de -0.53. Además tuvo una correlación negativa y altamente significativa con las siguientes variables: área foliar a los 30 días con -0.38 y peso seco a los 30 días con -0.47 (Cuadro 6A).

6. DISCUSION

En general los resultados obtenidos indican que la profundidad de siembra influyó en el establecimiento del cultivo al afectar la velocidad y en menor grado al porcentaje de emergencia. Además afectó las principales variables que determinan el vigor de las plántulas como son: el peso seco y el área foliar, no manifestándose ésto en el rendimiento (Cuadro 1A).

Los resultados sugieren que las profundidades de 6 ó mas cm existe una relación inversa con respecto a la velocidad de emergencia. Sin embargo en las siembras superficiales (3 cm) esta relación se modifica debido a los cambios en las condiciones del suelo producidos principalmente por las condiciones hídricas ya que al momento de la siembra incidieron altas temperaturas (Figura 1A), ocasionando la deshidratación de las capas superficiales del suelo ocasionando que las semillas depositadas a 3 cm tardarán más en emerger que las siembras más profundas inclusive se confirma con el incremento en la emergencia posterior a la precipitación que sucedió 14 días después de la siembra (Figura 1A).

Lo anterior concuerda con Treviño y García (1984) y Crespo (1985) quienes encuentran también la relación inversa entre la velocidad de emergencia y la profundidad de siembra a excepción de las profundidades superficiales lo que como se discutirá más adelante redundó en el vigor de las plántulas pudiéndose explicar debido a que a profundidades de siembra mayores las plántulas necesitan de más tiempo para llegar a emer

ger, debido a la mayor distancia que debe de recorrer y a la fuerza que opone el suelo al paso de los cotiledones (Hartmann y Kester, 1981 y Edmond, 1967). Lo anterior explica que en donde sucedió el establecimiento más rápido de las plántulas también se encontraran plántulas más vigorosas así tenemos que el área foliar y el peso seco presentaron una relación inversa con la profundidad de siembra con excepción de la profundidad de 3 cm concordando con lo reportado por Treviño y García (1984) y Crespo (1985). Esto se puede corroborar al observar las correlaciones negativas que se obtuvieron en el área foliar y el peso seco con los días a la emergencia (Cuadro 6A). Lo anterior se puede deber a la diferencia de tiempo en el que suceden algunos procesos fotomorfogénicos causados por la acción de la luz sobre el gancho plumular, lo cual provoca que las reservas se utilicen en el desdoblamiento del mismo, la expansión foliar y el inicio del crecimiento y como consecuencia la planta elabora más rápido su alimento debido a la fotosíntesis. Este fenómeno retrazó en las profundidades mayores y en la superficial (3 cm) de ahí que las plántulas obtenidas mostraron un menor vigor.

Los mayores valores en cuanto al área foliar y peso seco estimados a los 30 días de la siembra se encontraron en las plántulas sembradas a 6, 9 y 12 cm de profundidad por ser las que emergieron primero; a los 55 días posteriores a la siembra, las plántulas sembradas a 6 y 12 cm fueron las más vigorosas ya que la profundidad de 12 cm casi igualó en vigor a la profundidad de 6 cm que era la segunda profundidad más superficial

(Cuadro 4A). Esto puede deberse a que se presentaron condiciones favorables como una buena cama de siembra, correcta ubicación de la semilla y buena absorción de agua y nutrientes por la raíz y la demanda de éstos por los puntos de crecimiento en la parte emergida, presentándose un equilibrio entre el aumento de la raíz y el tallo e igualando el vigor entre las profundidades mencionadas. Los resultados a los 55 días concuerdan con los obtenidos por Días citado por Robles (1982), quien obtuvo que las diferencias en cuanto al peso seco en plantas de maíz depositadas a 5 y 15 cm de profundidad disminuyeron en los muestreos que hizo a los 15 y 30 días de la siembra.

Treviño y García (1984) trabajando en el ciclo tardío, considerando al peso seco y área foliar como estimadores del vigor, encontraron que las profundidades de 2.5 y 8 cm presentaban las plántulas más vigorosas, mientras Crespo (1985) menciona que las plántulas de mayor vigor las encontró en las profundidades de 2 a 10 cm, estos resultados concuerdan con los que se obtuvieron en el presente estudio en el cual las plántulas más vigorosas se presentaron en las profundidades de siembra de 6 y 9 cm, las cuales se encuentran dentro de los rangos antes mencionados.

Las causas de que no se presentaran diferencias en el rendimiento tal vez puede ser debido a que las diferencias presentadas en las variables estimadoras del vigor como son el área foliar y el peso seco no fueron lo suficientemente grandes o persistentes como para que llegaran a tener influencia en el rendimiento del cultivo. Además, de que la presencia de facto

res bióticos como fueron las plagas y enfermedades que se presentaron pueden haber tenido influencia sobre los resultados obtenidos en la variable granos por vaina la cual se esperaba que tuviera un efecto determinante en la producción final del cultivo. No obstante en un estudio efectuado simultáneamente con Phaseolus acutifolius, los resultados fueron similares al presente, siendo que ahí no se presentaron ataques de patógenos.

En general, se concluye que para el caso de los genotipos estudiados y bajo las condiciones ambientales que existieron, la primera parte de la hipótesis planteada en el presente experimento de que el vigor de las plántulas sea afectado en una relación inversa por la profundidad de siembra, se acepta parcialmente salvo con la excepción de la profundidad de 3 cm ya que los resultados obtenidos así lo confirman. También se puede concluir que la segunda parte de la hipótesis sea rechazada ya que las variables estimadoras del vigor no repercutieron sobre el rendimiento.

Se puede afirmar que se cumplió el objetivo planteado de determinar la profundidad de siembra en la cual obtenemos el mayor vigor de las plántulas. Guzmán (1984) menciona que los agricultores de las regiones bajas de Nuevo León manejan profundidades de siembra de 4 a 6 cm para el frijol en condiciones de riego, en el trabajo realizado se obtuvo que el vigor de las plántulas estimado por el peso seco y el área foliar se obtienen en siembras a 6 y 9 cm de profundidad. Estas profundidades se pueden recomendar dependiendo de las condiciones

ambientales prevalencientes: cuando existan temperaturas altas y/o soplen vientos secos se recomienda siembras profundas; en cambio, con temperaturas bajas y/o condiciones favorables de humedad siembras superficiales. Además, se recomienda realizar estudios en diferentes ciclos de siembra, tratando de aumentar la precisión del experimento, ya sea aumentando el área de estudio, el tamaño de la muestra, etc.

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 (con la excepción de la profundidad de 3 cm); es decir, éstas fueron menores a medida que la profundidad aumentó.
2. Considerando el peso seco y el área foliar a los 30 días como estimadores del vigor de las plántulas, las profundidades de siembra de 6, 9 y 12 cm para el peso seco a los 30 días indujeron las plántulas más vigorosas.
3. Se acepta parcialmente la hipótesis planteada, por una parte se suponía que a mayor profundidad de siembra el vigor de las plántulas disminuiría. Ya que esto no se cumplió en las profundidades superficiales como fué cuando se depositó la semilla a 3 cm. Por otra parte no se reflejaron estas diferencias en el rendimiento de las plantas por lo tanto no hubo efecto de la profundidad de siembra sobre el rendimiento.

8. BIBLIOGRAFIA

- Alsina, G.L. 1976. Horticultura General. 3a. edición. Ed. Síntesis. Barcelona. 383 p.
- Baver, L.D. , W.H. Gardner y W.R. Gardner. 1973. Física de suelos. J.M. Rodríguez, traductor. Ed. UTHEA. México. 329 p.
- Bear, F.E. 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. J. Abeijón U., traductor. Ed. Omega. España. 368 p.
- Centro de Investigaciones Agrícolas de Tamaulipas. 1969. Informe de labores. S.A.G. INIA. 350 p.
- Crespo M., J. I. 1985. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de plántula de cinco variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Cuellar D., G. 1985. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Chapman , S.R., y L.P. Carter. 1976. Producción agrícola, principios y prácticas. M. Medina B., E. Peinado L. y A. G. Gómez C., traductor. Ed. Acribia. España. 572 p.
- Delorit, R.T. y H.L. Ahlgren. 1970. Producción agrícola A. Marino A., traductor. Ed. Continental. México. 783 p.
- Diehl, J., J.M. Mateo B. y P. Urbano T. 1980. Fitotecnia gene

- ral. J.M. Mateo B., traductor. Ed. Mundi-Prensa. España. 814 p.
- Duffus, C. y C. Slaughter. 1985. Las semillas y sus usos. F. Márquez S., traductor. Ed. AGT, S.A. México. 188 p.
- Edmund, J.B., T.L. Senn y F.S. Andrews. 1967. Principios de horticultura. Ed. CECSA. México. 575 p.
- Enciclopedia Salvat Diccionario. 1971. Salvat editores. Barcelona. Vol. 11.
- Fassbender, H.W. 1975. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Centro regional de ayuda técnica. Ed. I.T.C.A. de la O.E.A. Turrialba, Costa Rica, 398 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. 2a. edición. Editado en la U.N.A.M. México. 246 p.
- Gauande, S.A. 1972. Física de suelos; principios y aplicaciones. Ed. Limusa-Wiley, S.A. México. 351 p.
- Guzmán B., G. 1984. Problemática en la producción de cultivos básicos en la sub-región de lomerías suaves de las zonas bajas de Nuevo León. Tesis 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 2a. re-impresión. Ed. CECSA. México. 814 p.
- Holman, R.M. y W.W. Robbins. 1965. Botánica General. E. Bel-

- trán, traductor. Ed. UTEHA. México. 632 p.
- James, W.O. 1967. Introducción a la fisiología vegetal. J. Llimona P., traductor. Ed. Oméga. España. 328 p.
- Lépez, I.R. y F.J. Navarro S. 1983. Frijol en el Noreste de México; tecnología y producción. SARH. México. 218 p.
- Maití, R.K., H. González R. y C.O. Alanís L. 1984. El establecimiento de los cultivos en el trópico semiárido del Nor este de México; una síntesis práctica. Editado en la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 77 p.
- Meyer, B.S., D.B. Anderson. y R.H. Bohning. 1972. Introducción a la fisiología vegetal. L. Guibert y R. Pitterbarg., traductor. 3a. edición. Ed. EUDEBA, Buenos Aires. 579 p.
- Millar, C.E., L.M. Turk. y H.D. Foth. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. Ed. Continental. México. 527 p.
- Ortiz, V.B. y C.A. Ortiz S. 1980. Edafología. Chapingo, México 331 p.
- Ray, P.M. 1981. La planta viviente; serie biología moderna. A. Marino A., traductor. 7a re-impresión. Ed. CECSA. México. 272 p.
- Reyes C., P. 1983. Diseños de experimentos agrícolas. Ed. Trillas. México. 344 p.
- Robbins, W.W., T.E. Weier y C.R. Stocking. 1974. Botánica A. Blackaller V., traductor. Ed. Limusa. México. 608 p.

- Robles S., R. 1982. Producción de granos y forrajes. 4a. edición. Ed. Limusa, México. 608 p.
- Robles S., R. 1982. Terminología genética y fitogenética. 2a. edición. Ed. Trillas. México, D.F. 163 p.
- Ruiz O., M., D. Nieto R., y I. Larios R. 1979. Tratado elemental de botánica. 14a. edición. Ed. E.C.L.A.L.S.A., México. 730 p.
- Rusell, E.J. y E.W. Rusell. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. G. González G., traductor. 4a. edición. Ed. Aguilar. España. 801 p.
- Secretaría de Educación Pública. 1983. Frijol y chícharo. Manual para la educación agropecuaria. Area producción vegetal. 3a. edición. Ed. Trillas, S.A. México. 56 p.
- Secretaría de Educación Pública. 1983. Cultivos básicos. Manual para la educación agropecuaria. Area producción vegetal. 3a. edición. Ed. Trillas, S.A. México. 72 p.
- Sivori, E.M., E.R. Montaldi y O.H. Caso. 1980. Fisiología vegetal. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 682 p.
- Treviño del R., E. y E. García S. 1981. 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.
- Weaver, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. A. Contin y D.H. Díaz M., traductor.

Ed. Trillas. México. 622 p.

Wilson, C.L. y W.E. Loomis. 1968. Botánica. I.L. Coh, traductor. Ed. UTEHA. México. 682 p.

9. APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza y coeficiente de variación (C.V.) de las variables estimadas del vigor de las plántulas de frijol.

| VARIABLE Fuente de variación | G.L. | Días a la Emergencia | | Porcentaje de Emergencia | | Área foliar a los 30 días (cm ²) | | Peso seco a los 30 días (g) | |
|------------------------------------|------|-------------------------|----------|-----------------------------|------------|---|------|--------------------------------|--|
| | | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | | |
| Profundidad | 3 | 0.655** | 41.495** | 22922.566** | 0.378** | | | | |
| Variedad | 1 | 0.011 N.S. | 47.819** | 867.987 N.S. | 0.003 N.S. | | | | |
| Prof. x Var. | 3 | 0.357* | 41.493** | 400.211 N.S. | 0.027 N.S. | | | | |
| Error | 21 | 0.648 | 32.871 | 12845.234 | 0.211 | | | | |
| Total | 31 | 1.671 | 163.678 | 37035.998 | 0.619 | | | | |
| C.V. | | 6.33% | 4.33% | 15.71% | 14.29% | | | | |

* Significativa ** Altamente Significativa N.S. No Significativa

Cuadro 1A. Continuación

| VARIABLE Fuentes de variación | G.L. | Peso seco a los 55 días (g) | | Total de vainas por planta | | Vainas normales por planta | | Granos por vaina | | Peso seco del grano (g) | |
|-------------------------------------|------|--------------------------------|------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|------|---------------------|------|----------------------------|--|
| | | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | S.C. | | |
| Profundidad | 3 | 8.107* | 1.169 N.S. | 0.504 N.S. | 0.014 N.S. | 3.132 N.S. | | | | | |
| Variedad | 1 | 0.987 N.S. | 0.047 N.S. | 0.463 N.S. | 0.001 N.S. | 4.651 N.S. | | | | | |
| Prof. x Var. | 3 | 1.646 N.S. | 1.198 N.S. | 1.095 N.S. | 0.016 N.S. | 6.133 N.S. | | | | | |
| Error | 21 | 16.201 | 5.556 | 4.907 | 0.256 | 32.419 | | | | | |
| Total | 31 | 26.941 | 7.970 | 6.969 | 0.287 | 46.335 | | | | | |
| C.V. | | 9.22% | 15.01% | 16.91% | 6.12% | 55.23% | | | | | |

Cuadro 2A. Comparación de medias de profundidad y de la interacción profundidad por variedad de la variable días a la emergencia en el cultivo del frijol.

| VARIEDAD | PROFUNDIDADES | | | | \bar{X} |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| | P ₁ | P ₂ | P ₃ | P ₄ | |
| V ₁ | 6.23 (ab, b) | 5.61 (b,a) | 6.80 (ab,a) | 7.94 (a,a) | 6.64 |
| V ₂ | 8.63 (a, a) | 6.10 (b,a) | 6.10 (b,a) | 7.29 (ab,a) | 6.90 |
| \bar{X} | 7.43 (a) | 5.59 (b) | 6.45 (ab) | 7.61 (a) | 6.77 |

P₁ = Profundidad a 3 cm Profundidad 0.05 (Tukey: 1.55)
 P₂ = Profundidad a 6 cm Interacción 0.05 (Tukey: 2.20) profundidad
 P₃ = Profundidad a 9 cm (Tukey: 1.64) variedad
 P₄ = Profundidad a 12 cm
 V₁ = Delicias 71
 V₂ = Pinto Norteño

Cuadro 3A. Comparación de medias para la profundidad, variedad y la interacción profundidad por variedad de la variable porcentaje de emergencia en el cultivo del frjio1.

| VARIEDAD | PROFUNDIDADES | | | | \bar{X} |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| | P ₁ | P ₂ | P ₃ | P ₄ | |
| V ₁ | 99.75 (a,a) | 99.75 (a,a) | 99.75 (a,a) | 99.75 (a,a) | 99.75 (a) |
| V ₂ | 97.72 (c,b) | 99.56 (ab,a) | 99.75 (a,a) | 98.67 (bc,b) | 98.92 (b) |
| \bar{X} | 98.73 (b) | 99.65 (a) | 99.75 (a) | 99.21 (ab) | 99.33 |

P₁ = Profundidad a 3 cm

P₂ = Profundidad a 6 cm

P₃ = Profundidad a 9 cm

P₄ = Profundidad a 12 cm

V₁ = Delicias 71

V₂ = Pinto Norteño

Profundidad 0.05 (Tukey: 0.69)

Variedad 0.05 (Tukey: 0.37)

Interacción 0.05 (Tukey: 0.98) Profundidad

0.05 (Tukey: 0.73) Variedad

Cuadro 4A. Comparación de medias de profundidad y variedades, en el cultivo de frijol, de las variables área foliar a los 30 días y peso seco a los 30 y 55 días posteriores a la siembra.

| Area foliar a los 30 días(cm ²) | | Peso seco a los 30 días (g) | | Peso seco a los 55 días (g) | | | |
|---|--------|-----------------------------|-------|-----------------------------|---------------|-------|--------------------|
| PROFUNDIDAD | MEDIA | .05 (Tukey:34.49) | MEDIA | .05 (Tukey: .14) | PROFUNDIDAD | MEDIA | 0.05 (Tukey: 1.18) |
| 3 | 118.19 | c | 0.53 | b | 3 | 9.16 | a |
| 6 | 193.39 | a | 0.81 | a | 6 | 10.08 | a |
| 9 | 162.27 | āb | 0.78 | a | 9 | 8.89 | b |
| 12 | 154.37 | b | 0.68 | a | 12 | 9.94 | a |
| VARIEDAD | MEDIA | | MEDIA | | VARIEDAD | MEDIA | |
| Delicias 71 | 151.85 | | 0.69 | | Delicias 71 | 9.34 | |
| Pinto Norteño | 162.26 | | 0.71 | | Pinto Norteño | 9.69 | |

Cuadro 5A. Comparación de medias de profundidad y variedades de las variables vainas por planta, vainas normales por planta, granos por vaina y peso seco del grano en el cultivo del frijol.

| | Vainas por planta | Varinas normales por planta | Granos por vaina | Peso seco del grano (g) |
|---------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|
| PROFUNDIDAD | MEDIA | MEDIA | MEDIA | MEDIA |
| 3 | 3.64 | 2.92 | 1.81 | 2.29 |
| 6 | 3.15 | 2.71 | 1.80 | 2.02 |
| 9 | 3.57 | 3.03 | 1.77 | 2.75 |
| 12 | 3.36 | 2.78 | 1.76 | 1.95 |
| VARIEDAD | MEDIA | MEDIA | MEDIA | MEDIA |
| Delicias 71 | 3.47 | 2.74 | 1.79 | 1.87 |
| Pinto Norteño | 3.39 | 2.98 | 1.78 | 2.63 |

Cuadro 6A. Correlación entre las variables.

| VARIABLES | X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | X ₉ |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Días a la emergencia (X ₁) | - | -.53* | -.38** | -.47** | -.17NS | -.08NS | -.08NS | -.31NS | -.15NS |
| % de emergencia (X ₂) | | - | .17NS | .32NS | -.08NS | .09NS | .02NS | .21NS | .07NS |
| Area foliar 30 días (X ₃) | | | - | .75** | .40NS | -.22NS | -.15NS | -.04NS | -.09NS |
| Peso seco 30 días (X ₄) | | | | - | .04NS | -.19NS | -.03NS | .07NS | .01NS |
| Peso seco 55 días (X ₅) | | | | | - | -.24NS | -.28NS | -.01NS | -.27NS |
| Total de vainas (X ₆) | | | | | | | .82** | .39* | .75** |
| Vainas normales (X ₇) | | | | | | | | .41* | .95** |
| Granos por vaina (X ₈) | | | | | | | | - | .44* |
| Peso seco del grano (X ₉) | | | | | | | | | - |

* : Correlación Significativa

** : Correlación Altamente Significativa

NS : Correlación No Significativa

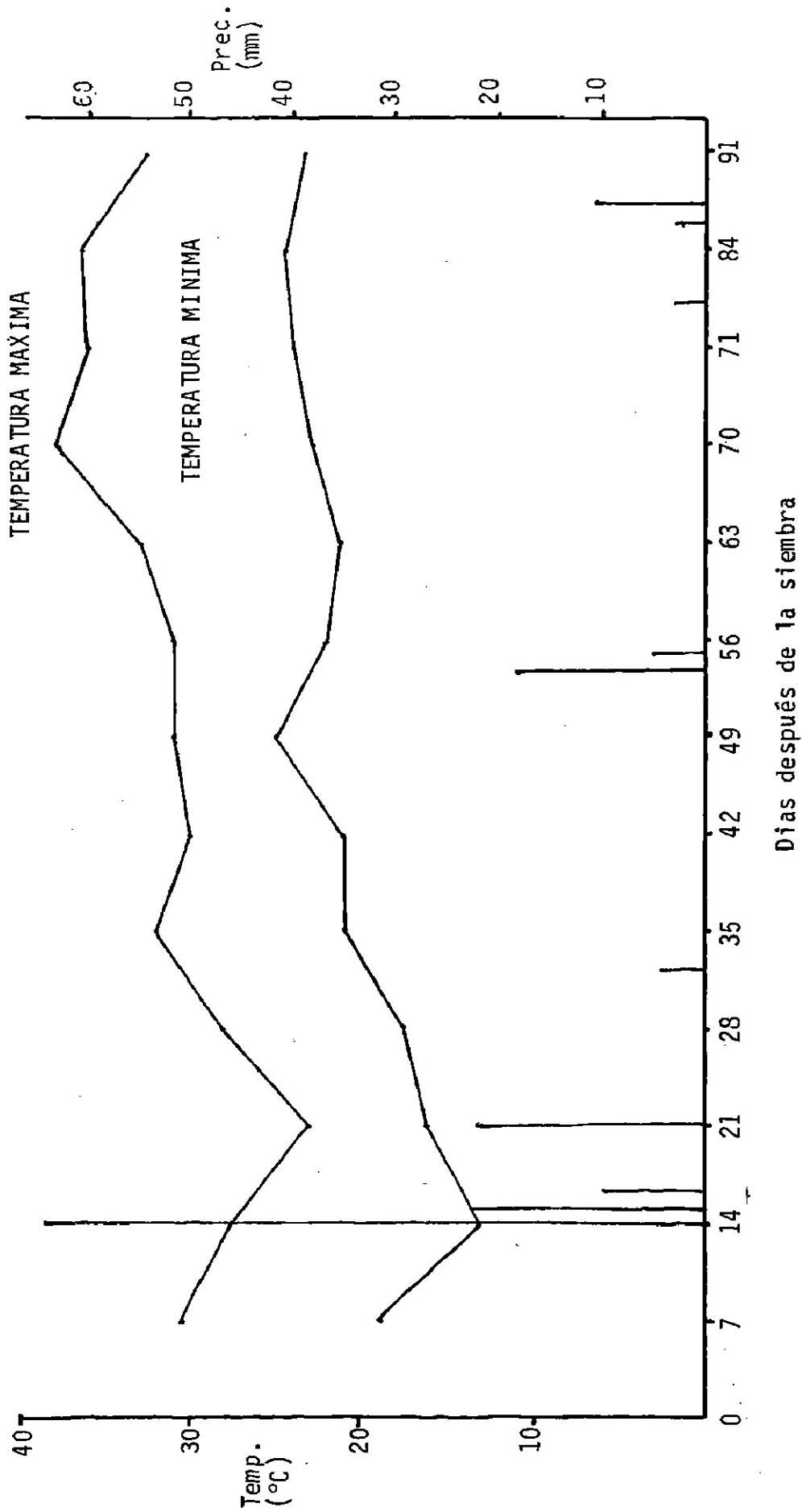


Figura 1A. Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el periodo que permaneció el experimento en el campo.

006740

