

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA  
SOBRE EL VIGOR DE LAS PLANTULAS DE FRIJOL:  
(Phaseolus vulgaris L.) MAIZ (Zea mays L.)  
Y SORGO (Sorghum bicolor, Moench)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTAN

ROBERTO MARTIN ALEGRIA ZEBADUA  
JUAN EDUARDO RODRIGUEZ ALANIS  
OSWALDO DE LA ROSA RIVERA

MARIN, N. L.

ABRIL DE 1986

T

SB327

A44

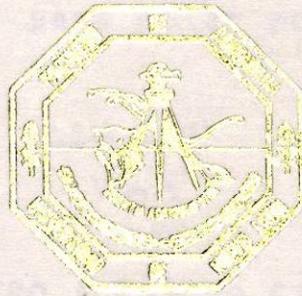
C.1



1080060719

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA  
SOBRE EL VIGOR DE LAS PLANTULAS DE FRIJOL  
(*Phaseolus vulgaris* L.) MAIZ (*Zea mays* L.)  
Y SORGO (*Sorghum bicolor*. Moench)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTAN

ROBERTO MARTIN ALEGRIA ZEBADUA  
JUAN EDUARDO RODRIGUEZ ALANIS  
OSWALDO DE LA ROSA RIVERA

MARIN, N. L.

ABRIL DE 1986

005951

*[Handwritten signature]*

T  
SB 327  
A44



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

F. tesis



040.635

FA11

1986

e.5

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:

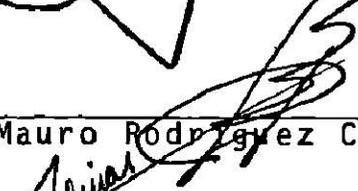
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Comité Supervisor:

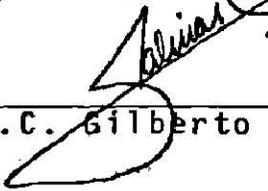
Presidente

  
Ing. Agr. Cesáreo Guzmán Flores

Secretario

  
Ing. Agr. Mauro Rodríguez Cabrera

Vocal

  
Ing. M.C. Gilberto E. Salinas García

## DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Dr. Jesus J. Alegría García

Lic. María Zebadúa de Alegría

Quienes me dieron el don de vivir y  
me han guiado con mucho amor para  
lograr conquistar mis metas.

A MIS HERMANOS:

Mayra

Jesús Juan

Gabriela

Por su gran apoyo durante todos  
mis estudios.

Al ING. HOMERO GUAJARDO TREVIÑO

Por su magnífica ayuda brindada-  
para la realización del presente  
trabajo.

Muy especialmente a mi novia:

Srita. Elizabeth Santoyo Baldazo

Por su valioso apoyo material y  
espiritual durante mis estudios  
y en la realización del presente  
escrito.

A mis amigos y compañeros.

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES:

Sr. Aurelio Rodríguez Medrano

Sra. Carolina Alanís de Rodríguez

Por haberme dado lo más preciado  
del mundo: La Vida.

### A MIS HERMANOS:

Francisca Magdalena

Isabel

Olga del Socorro

Angel Aurelio

Por su inagotable apoyo para la  
terminación de mi meta.

### A MI NOVIA:

Srita. Ma. de los Angeles Guerra Vega

Por su valiosa ayuda y grandioso estímulo  
durante el desempeño de mi carrera.

A mis familiares, amigos y compa  
ñeros.

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES:

Sr. Cipriano de la Rosa Gzz.

Sra. Ma. Guadalupe Rivera de de la Rosa

Que por la gracia de Dios me brindaron el ser; su invaluable atención y orientación para alcanzar la realización de mi meta.

### A MIS HERMANOS:

Juan Manuel      Javier

Antonio            Armando

Cipriano           Alberto

Ofelia             Maricruz

Por su valioso apoyo durante el curso de mis estudios.

Muy especialmente al  
SR. ANTONIO DE LA ROSA

Por su constante estímulo hacia la superación .

### AL ING. CESAREO GUZMAN FLORES

Por su atinada impartición de cátedra durante mi formación y por su asesoría en la realización de éste escrito.

### A MI NOVIA:

Srita. Alma E. Juárez

Por su valioso apoyo moral y espiritual para la realización de mis estudios.

A mis amigos y compañeros.

## AGRADECIMIENTOS

Ing. Agr. Cesáreo Guzmán Flores

Ing. Agr. Mauro Rodríguez Cabrera

Ing. M.C. Gilberto E. Salinas García

Biol. Elizabeth Cárdenas Cerda

Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo

F.A.U.A.N.L.

A nuestros compañeros y amigos

## INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	1
2. LITERATURA REVISADA.....	3
2.1. Taxonomía.....	3
2.2. Morfología de la semilla.....	3
2.3. Morfología de la plántula.....	8
2.3.1. Morfología de la plántula de frijol.....	8
2.3.2. Morfología de la plántula de maíz y de -- sorgo.....	9
2.4. Germinación.....	9
2.4.1. Factores externos que influyen en la ger- minación.....	11
2.4.2. Factores intrínsecos que influyen en la - germinación.....	15
2.5. Emergencia.....	16
2.6. Proceso de germinación y emergencia del maíz y - sorgo.....	19
2.7. Proceso de germinación y emergencia del frijol..	20
2.8. Fotomorfogénesis y ahilamiento.....	23
2.8.1. Fitocromo.....	24
2.9. Profundidad de siembra y factores que la afectan	25
2.9.1. Factores intrínsecos.....	28
2.9.1.1. Tamaño de la semilla.....	28
2.9.1.2. Tipo de emergencia.....	28
2.9.1.3. Porcentaje de emergencia y vigor de las plántulas.....	29
2.9.2. Factores extrínsecos.....	30

## INDICE

	Pág.
2.9.2.1. Humedad y oxígeno del suelo.....	30
2.9.2.2. Textura del suelo.....	31
3. HIPOTESIS.....	33
4. MATERIALES Y METODOS.....	34
4.1. Localidad.....	34
4.2. Genotipos utilizados.....	34
4.3. Tratamientos bajo estudio.....	36
4.4. Diseño experimental.....	37
4.5. Variables estimadas y métodos para cuantificarlas	38
4.6. Método de siembra.....	42
4.7. Prácticas culturales.....	43
4.8. Análisis estadístico.....	43
5. RESULTADOS.....	44
5.1. Experimento #1 (Frijol).....	44
5.1.1. Porcentaje de emergencia.....	44
5.1.2. Peso seco.....	44
5.1.3. Tasa relativa de crecimiento (TRC).....	46
5.1.4. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC).....	46
5.1.5. Altura del hipocotilo.....	49
5.1.6. Altura del epicotilo.....	50
5.1.7. Velocidad de crecimiento del hipocotilo...	50
5.1.8. Velocidad de crecimiento del epicotilo....	53
5.1.9. Área foliar.....	53
5.2. Experimento #2 (Maíz).....	56
5.2.1. Porcentaje de emergencia.....	56
5.2.2. Peso seco.....	58
5.2.3. Tasa relativa de crecimiento (TRC).....	58

## INDICE

	Pág.
5.2.4. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC).....	58
5.2.5. Altura de plántula.....	58
5.2.6. Velocidad de crecimiento.....	61
5.2.7. Area foliar.....	61
5.3. Experimento #3 (Sorgo).....	65
5.3.1. Porciento de emergencia.....	65
5.3.2. Peso seco.....	65
5.3.3. Tasa relativa de crecimiento (TRC).....	67
5.3.4. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC).....	69
5.3.5. Altura de plántula.....	69
5.3.6. Velocidad de crecimiento.....	71
5.3.7. Area foliar.....	73
6. DISCUCION.....	78
6.1. Experimento #1 (Frijol).....	78
6.2. Experimento #2 (Maíz).....	80
6.3. Experimento #3 (Sorgo).....	82
7. CONCLUSIONES.....	86
8. BIBLIOGRAFIA.....	87
9. APENDICE.....	92

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	TITULO	Pág.
<b>Cuadros del texto:</b>		
1	Alturas medias del hipocotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. Las estimaciones se hicieron desde los 4 hasta los 33 -- dias posteriores a la siembra.	51
2	Alturas medias del epicotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. Las estimaciones se hicieron desde los 4 hasta los 33 -- dias posteriores a la siembra.	52
3	Alturas medias de plántula en dos ge notipos de maíz a 8 profundidades de siembra. Las estimaciones se hicieron desde los 4 hasta los 33 dias -- posteriores a la siembra.	62
4	Alturas medias de plántula en dos ge notipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. Las estimaciones se hicieron desde los 4 hasta los 33 dias posteriores a la siembra.	72
<b>Cuadros del apéndice:</b>		
1A	Análisis de varianza para las variables bajo estudio en la determina-- ción del vigor de plántulas de fri-- jol.	94
2A	Análisis de varianza para las variables bajo estudio en la determina-- ción del vigor de plántulas de maíz.	96
3A	Análisis de varianza para las variables bajo estudio en la determina-- ción del vigor de plántulas de sorgo.	97
4A	Comparación de medias de profundidad, variedades y la interacción profundi dad por variedad para la variable -- porcentaje de emergencia en dos va-- riedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 10 dias posteriores a la siembra.	98

CUADRO	TITULO	Pág.
5A	Comparación de medias de profundidad y variedades para la variable peso seco de plántulas en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	99
6A	Comparación de medias de la interacción profundidad por variedades para la variable peso seco de plántula en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	100
7A	Comparación de medias de profundidad, variedades y de la interacción profundidades por variedad para la variable tasa de crecimiento del cultivo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	101
8A	Comparación de medias de profundidad y variedades para la variable altura de hipocotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	102
9A	Comparación de medias de la interacción profundidad por variedades para la variable altura de hipocotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	103
10A	Comparación de medias de profundidad y variedades para la variable altura de epicotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	104

CUADRO	TITULO	Pág.
11A	Comparación de medias de la interacción profundidad por variedades para la variable altura de epicotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	105
12A	Comparación de medias de profundidad, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable velocidad de crecimiento del epicotilo de dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	106
13A	Comparación de medias de profundidad y variedades para la variable área foliar en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	107
14A	Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable porcentaje de emergencia en dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 10 días posteriores a la siembra.	108
15A	Comparación de medias de profundidades y variedades para las variables peso seco y tasa relativa de crecimiento en dos genotipos de maíz estimados a los 14 y 30 días respectivamente posteriores a la siembra.	109
16A	Comparación de medias de profundidades y variedades para la variable altura de plántula en dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 14 y 30 días posteriores a la siembra.	110
17A	Comparación de medias de profundidad y variedades para la variable área foliar de plántula en dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 14 y 30 días posteriores a la siembra.	111

CUADRO	TITULO	Pág.
18A	Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable porcentaje de emergencia en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 10 --- días posteriores a la siembra.	112
19A	Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidad por variedades para la variable peso seco de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 días posteriores a la siembra.	113
20A	Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidad por variedades para la variable peso seco de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	114
21A	Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable tasa relativa de crecimiento en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	115
22A	Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidad por variedades para la variable tasa de crecimiento del cultivo en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	116
23A	Comparación de medias de profundidad, variedad y de la interacción profundidades por variedades para la variable altura de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 días posteriores a la siembra.	117

CUADRO	TITULO	Pág.
24A	Comparación de medias de profundidad, variedad y de la interacción profundidades por variedades para la variable altura de plántula en dos genotipos - de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días - posteriores a la siembra.	118
25A	Comparación de medias de profundidad, variedad y de la interacción profundidades por variedades para la variable velocidad de crecimiento en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	119
26A	Comparación de medias de profundidad, variedad y de la interacción profundidad por variedades para la variable -- área foliar de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de --- siembra. La estimación se hizo a los 23 días posteriores a la siembra.	120
27A	Comparación de medias de profundidad, variedad y de la interacción profundidades por variedades para la variable área foliar de plántulas en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.	121

FIGURA	TITULO	Pág.
Figuras del Texto:		
1	Corte longitudinal de un grano de maíz.	6
2	Sección longitudinal de la semilla de - frijol común.	6
3	Sección longitudinal de la estructura - de un grano maduro de sorgo.	7
4	Estadios en la emergencia de las gramineas (maíz y sorgo).	21
5	Fases de la emergencia de una planta de frijol común.	22

FIGURA	TITULO	Pág.
6	Porcentaje de emergencia de dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 10 --- días posteriores a la siembra.	45
7 y 8	Peso seco de dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	47
9 y 10	TRC y TCC de dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo entre los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	48
11 y 12	Velocidad de crecimiento de hipocotilo y epicotilo de dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo entre los 23 y los 33 días posteriores a la siembra.	54
13 y 14	Area foliar de dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	55
15	Porcentaje de emergencia de dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 10 --- días posteriores de la siembra.	57
16 y 17	Peso seco de dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 14 y 30 días posteriores a la siembra.	59
18 y 19	TRC y TCC de dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo entre los 14 y 30 días posteriores a la siembra.	60
20	Velocidad de crecimiento del cultivo de dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo entre los 14 y los 30 días posteriores a la siembra.	63
21 y 22	Area foliar de dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 14 y 30 días posteriores a la siembra.	64

FIGURA	TÍTULO	Pág.
23	Porcentaje de emergencia de dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 10 días posteriores a la siembra.	66
24 y 25	Peso seco de dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	68
26 y 27	TRC y TCC de dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo entre los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	70
28	Velocidad de crecimiento del cultivo de dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo entre los 23 y los 33 días posteriores a la siembra.	74
29 y 30	Area foliar de dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.	76

#### Cuadros del Apéndice

1A	Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo.	93
----	---	----

## 1. INTRODUCCION

Según estudios realizados se ha encontrado que la profundidad de siembra, entre otros factores, está intimamente ligada y es responsable en gran medida de la densidad de población y del aprovechamiento del agua; por otro lado, ésta determinará el porcentaje de emergencia y el vigor que las plántulas presentarán. Debido a esto es conveniente definir en forma específica para cada región la profundidad a la que deberá ser colocada la semilla, logrando con esto un mejor establecimiento y desarrollo del cultivo.

En las regiones de clima árido y semiárido en donde está localizado Nuevo León, la profundidad de siembra es sumamente importante debido a que si ésta es superficial corremos el riesgo de que se seque el terreno antes de establecerse el cultivo, y si es muy profunda, la emergencia se retrasa e inclusive la plántula puede no ser capaz de crecer lo suficiente para cuando se le agote el alimento almacenado en los tejidos de reserva (cotiledones o endospermo), perdiéndose con ésto toda la posibilidad de emergencia.

En las zonas bajas del Estado de Nuevo León se acostumbra colocar la semilla en el fondo del surco, este procedimiento según Wall y Ross (1975), es propio para tierras secas; sin embargo, cuando ocurren lluvias después de la siembra se produce escorrentía, la que provoca la formación de costra en la superficie del suelo y obstaculiza la emergencia de la plántula (Guzmán, 1984).

El presente trabajo tiene como objetivo principal determinar el efecto de la profundidad de siembra sobre algunas variables estimadoras del vigor de las plántulas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), maíz (Zea mays L.) y sorgo ---- (Sorghum bicolor Moench) en condiciones específicas de siembra en seco considerando el efecto que la costra del suelo -- ocasionará.

## 2. LITERATURA REVISADA

### 2.1. Taxonomía

#### Frijol:

Familia	Leguminosae
Tribu	Phaseoleae
Género	<u>Phaseolus</u>
Especie	<u>vulgaris</u>

#### Maíz:

Familia	Gramineae
Tribu	Maydeae
Género	<u>Zea</u>
Especie	<u>mayz</u>

#### Sorgo:

Familia	Gramineae
Tribu	Andropogoneae
Género	<u>Sorghum</u>
Especie	<u>bicolor</u>
(Bailey, 1945)	

### 2.2. Morfología de la semilla

En las semillas maduras se distinguen las siguientes partes: la testa, que es la cubierta de la semilla y se forma de los tegumentos; el endospermo, que puede existir en gran cantidad o casi faltar; el embrión, que no es otra cosa que el jo--

ven esporofito parcialmente desarrollado (14).

2.2.1. Embrión.- El embrión es una nueva planta que resulta de la unión, durante la fertilización, del gameto masculino con el femenino (18). El embrión de una angiosperma consta de un breve eje que lleva uno o dos cotiledones. El punto de fijación de los cotiledones al eje -designado como nudo cotiledonario- divide el eje en dos regiones (16); la parte de abajo -que recibe el nombre de hipocotilo, literalmente "debajo de los cotiledones" (la parte más baja de éste formará lo que con frecuencia recibe el nombre de radícula), y la parte del eje embrionario que queda arriba del punto de unión de los cotiledones que es con frecuencia un montecillo de tejido meristemático que señala la localización del meristemo apical. Sin embargo, en muchos embriones se puede desarrollar tejido primario a partir del meristemo apical para formar un epicotilo, literalmente "arriba de los cotiledones", en la punta del cual se encuentra el meristemo apical (35). Las plantas se clasifican según el número de cotiledones, uno en el caso de las monocotiledonéas (maíz y sorgo), y dos en el de las dicotiledoneas (frijol) (18). En síntesis, el embrión vegetal consta de cuatro regiones: cotiledones, hipocótilo, radícula y epicotilo -- (35).

2.2.2. Tejido de reserva.- Los tejidos de reserva de la semilla pueden ser los cotiledones, el endospermo, el perispermo, o en las gimnospermas, el gametofito femenino haploide (18). Las

semillas a las que, en su estadio maduro les falta el endospermo son denominadas exalubuminosas. En tales semillas el embrión es grande en relación con la semilla y más que nada los cotiledones que son los que almacenan alimentos (frijol). A las semillas con endospermo o perispermo se les llama albu-  
minosas (maíz y sorgo) (13),

Los cotiledones de todas las plantas proporcionan las --  
substancias nutritivas de las plántulas y esto se puede efectuar de varias maneras: 1) actuando como órganos de almacenamiento (frijol); 2) pueden asumir temporalmente la función de hoja y producir alimento a partir de la luz del sol; y 3) pueden absorber el alimento almacenado en la semilla y transferirlo a la plántula (maíz y sorgo) (35).

2.2.3. Cubiertas de la semilla.- La joven testa o cubierta de la semilla se desarrolla a partir del tegumento o tegumentos y consta de células más o menos vacuoladas de membranas delgadas (13). Durante el desarrollo estas cubiertas se modifican y en la madurez presentan un aspecto característico. En general, la cubierta exterior de la semilla se seca, se endurece y engrosa, y toma cierta coloración que puede ser café o de otro tono (18). La epidermis de la semilla desarrolla frecuentemente membranas muy gruesas y se llena de materia colorante (13).

Las cubiertas de la semilla proporcionan protección mecánica al embrión, haciendo posible manejar la semilla sin dañarla y permitiendo así su transporte a grandes distancias y-

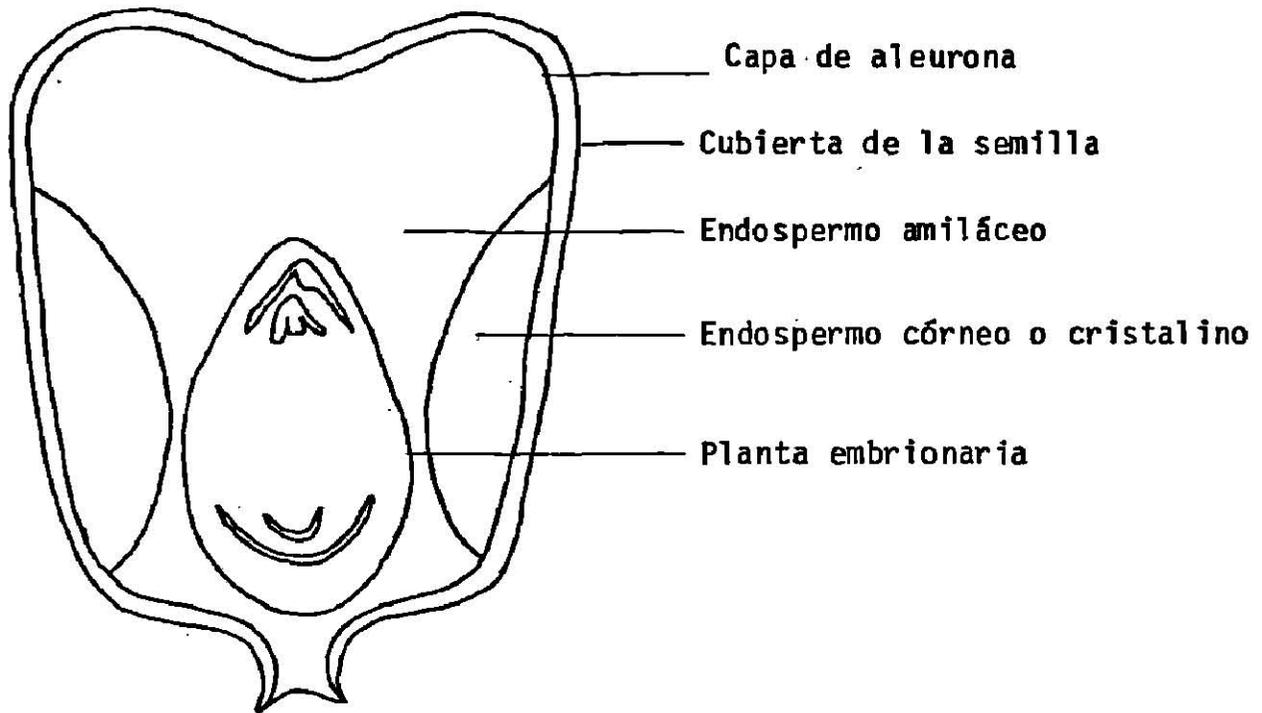


Figura #1: Corte longitudinal de un grano de maíz(28).

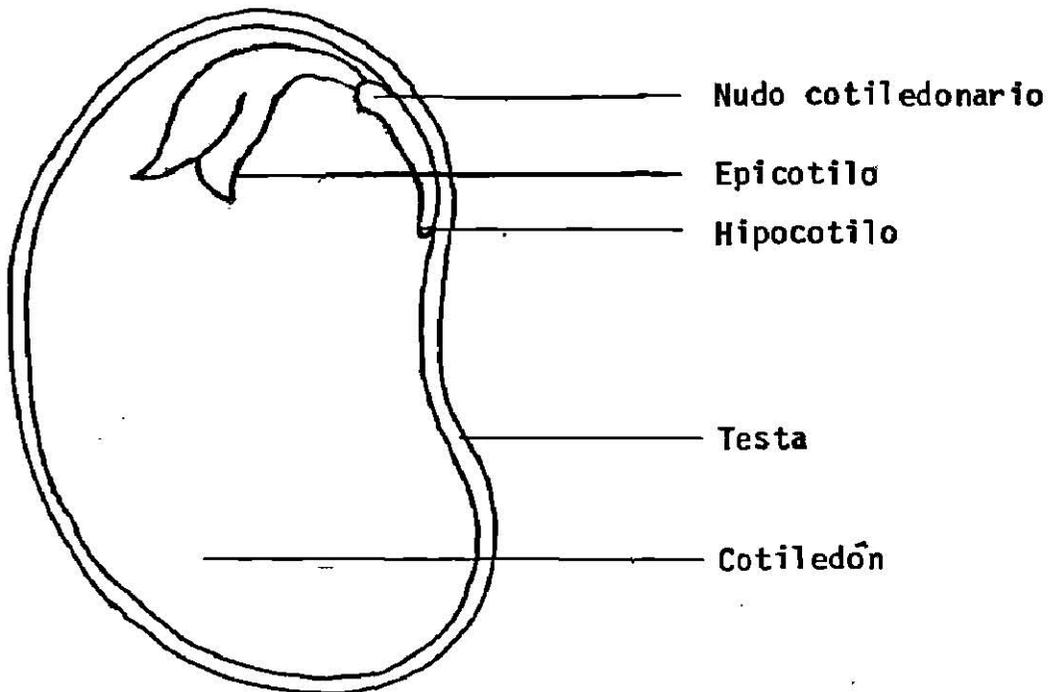


Figura #2: Sección longitudinal de la semilla de frijol común. En el dibujo solo se ve uno de los dos cotiledones (16).

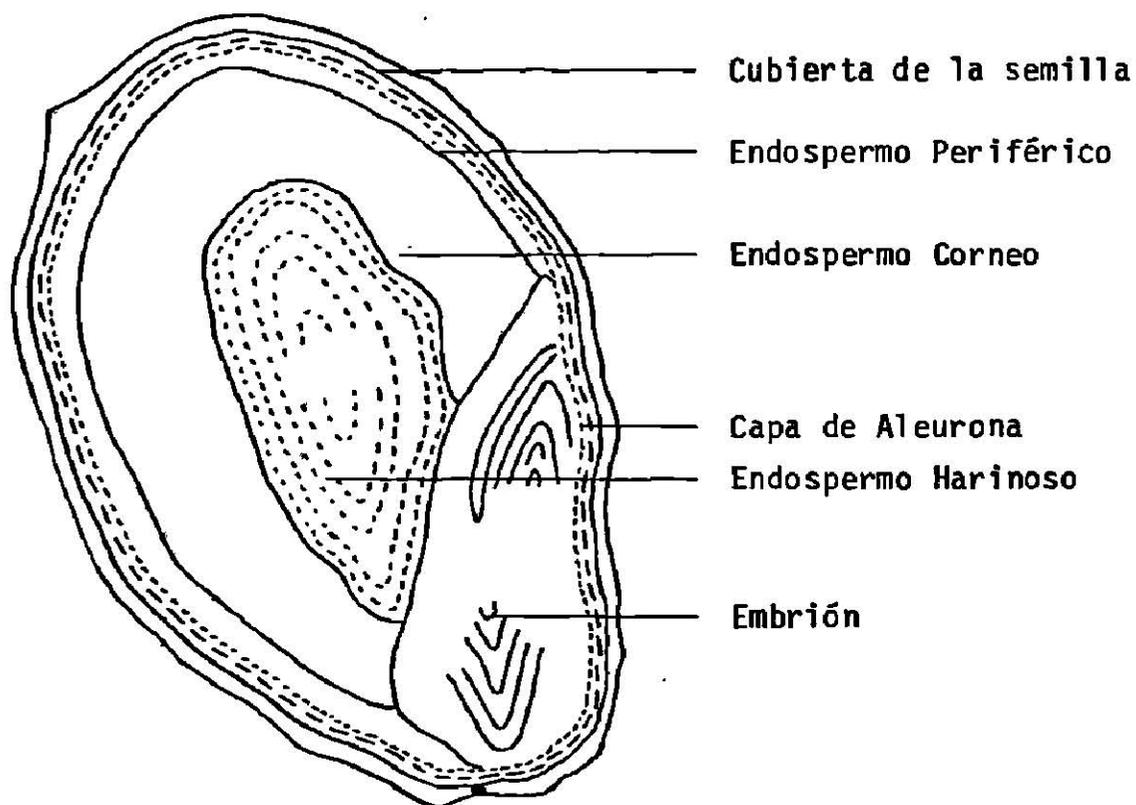


Figura #3: Sección longitudinal de la estructura de un grano maduro de sorgo (Doggett, 1970; Rooney, 1971) (37).

el almacenamiento por largos periodos de tiempo. Las cubiertas de la semilla desempeñan un papel importante al influir en la germinación (18).

### 2.3. Morfología de la plántula

Al germinar la semilla el embrión crece, las envolturas se rompen y la planta joven emerge. Por algún tiempo la planta joven depende completamente del alimento almacenado dentro de ella o en el endospermo, con el que puede mantenerse en contacto. Sólo cuando el tallo sale a la luz y es capaz de manufacturar su propio alimento, y cuando desarrolla su sistema radicular, se vuelve independiente. Desde que el embrión emerge de la semilla hasta que depende completamente de sí mismo para la elaboración de su alimento, se le llama plántula (19).

2.3.1. Morfología de la plántula de frijol.- Consta de una raíz pivotante, con el eje primario o raíz principal muy desarrollado, el cual penetra casi verticalmente en el suelo y se distingue perfectamente de sus ramificaciones que son mas cortas y delgadas (30). Estas raíces laterales se ramificarán ampliamente formando una radícula cónica (32). El tallo de la plántula se compone de dos tallos sucesivos de origen diferente: - el tallo inferior, que resulta del talluelo del embrión y que se llama hipocotíleo por estar debajo de los cotiledones, y el tallo superior, denominado epicotíleo, que se desarrolla sobre los cotiledones a partir de la gémula y comprende el resto del tallo primario de la planta. Las hojas-cotiledones son las --

primeras dos especies de hojas de forma acorazonada, sencillas y opuestas (resultado de la germinación epigea). Las primeras hojas verdaderas son sencillas, las otras trifoliadas (30).

2.3.2. *Morfología de la plántula de maíz y de sorgo.*- Constituidas por las raíces seminales que son las primeras en aparecer después de la primera raíz y sirven para afirmar la plántula y absorber agua y sustancias nutritivas. Pero estas raíces no constituyen un sistema permanente; el sistema radical principal surge posteriormente, por encima del primero originándose en la corona de la plántula. Entre las semillas y la corona hay un trozo tubular, de color blanco, semejante a un tallo, que es el mesocotilo (1). El punto de crecimiento de la plúmula y las hojas jóvenes están envueltos por la vaina llamada coleoptilo, cuyo extremo se rompe al crecer la plúmula y deja paso a la primera hoja. Del nudo de ésta nacen las primeras raíces adventicias (19). Tan pronto como alcanza la luz, el coleoptilo rompe la parte superior y se despliegan dos hojas verdaderas (1). Las hojas se desarrollan de los primordios foliares. Al principio, el crecimiento es en el ápice (crecimiento apical), pero después se van diferenciando los tejidos mediante crecimiento en todo sentido hasta adquirir la forma característica de la hoja (28).

#### 2.4. Germinación

La palabra germinar proviene del latín germinare que sig

nifica brotar y comenzar a crecer las plantas. Suele definirse como germinación al proceso por el cual la radícula emerge a través de los tegumentos seminales. Este es el fenómeno que con más frecuencia se observa en una semilla que germina, aunque no es general, pues en algunas familias es la plúmula la primera en irrumpir a través de los tegumentos. Así los técnicos definen la germinación como la aparición y desarrollo, a partir del embrión, de aquellas estructuras esenciales que, para un cierto tipo de semillas, indican la capacidad de producir plantas normales en condiciones ambientales favorables (33).

Existen dos formas esenciales de desarrollo del embrión que se traducen en dos tipos de germinación llamados epígeo e hipógeo. En el primer caso la radícula se hunde en el suelo, creciendo el eje hipocotileo y arrastrando con él los cotiledones fuera del suelo. La yema terminal (gémula) se desarrolla posteriormente cuando los cotiledones se abren (germinación típica en frijol).

En el caso de la germinación hipógea, no hay crecimiento del eje hipocotileo; los órganos de reserva, los cotiledones o el albumen, permanecen en el suelo y solamente la yema terminal (gémula) se desarrolla y da nacimiento a la plántula. Pertenecen a este tipo el maíz y el sorgo (11).

Independientemente del tipo de germinación existente, se considera que este proceso comienza mucho antes de la aparición de los órganos embrionarios. En realidad Torrey (1967) ha dividido el proceso de germinación en cuatro etapas: 1) im-

bibición; 2) hidratación de enzimas hidrolíticas y sintéticas; 3) división y alargamiento celulares; y 4) presión de la radícula (o de la plúmula) sobre el tegumento y emergencia a través de éste. Solamente efectuadas estas etapas puede decirse que la semilla a germinado (33).

2.4.1. Factores que afectan 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 únicamente puede producirse en un medio aireado y a una temperatura suficiente. Además de considerar las condiciones intrínsecas de la germinación tales como la vitalidad, constitución, tegumentos permeables y madurez de la semilla (11).

2.4.2. Factores externos que influyen en la germinación.

2.4.2.1. Temperatura.- La germinación sólo tiene efecto dentro de unos límites de temperatura bastante reducido, aunque los valores extremos varían ampliamente según la especie (20). En 1860 J. Sachs señaló al respecto la existencia de tres temperaturas, a las que llamó cardinales, con el objeto de caracterizar los requerimientos, térmicos, de la germinación. La temperatura "máxima" y "mínima" determinan los límites dentro de los cuales es posible la germinación; en tanto que la óptima es en la cual se observa el máximo porcentaje de germinación (33). Para el maíz la temperatura máxima, mínima y óptima son 45°C, 9°C y 32-35°C respectivamente; igualmente para-

el frijol son 37°C, 10°C y 32°C (11). Para el sorgo la temperatura óptima está alrededor de 21°C (9). Dentro de los efectos de la temperatura puede mencionarse que por encima de las temperaturas máximas, las semillas remojadas mueren, probablemente a causa de la coagulación por el calor de sus proteínas y enzimas. La temperatura ejerce también un marcado efecto sobre la velocidad de entrada de agua en la semilla; la absorción de agua es tanto más rápida cuanto más alta es la temperatura (20).

2.4.2.2. Humedad.- Si bien la hidratación de la semilla es un requisito previo e indispensable para que se inicie la germinación, la cantidad de agua absorbida así como su abundancia en el ambiente que la circunda puede tener una profunda influencia sobre el comportamiento germinativo de aquella (33).

Las semillas secas son muy higroscópicas; la primera fase de la germinación consiste en la absorción de grandes cantidades de agua que se embeben en el protoplasto o pasan a las vacuolas celulares (20). La absorción del agua se efectúa por ósmosis a través del tegumento que, por ser más o menos celulósico, retiene cantidades importantes (11). Tan pronto como los tejidos de las semillas han quedado saturados de agua, el embrión reanuda el crecimiento en su interior y, aunque no entre en la semilla ninguna sustancia sólida, sus propios materiales experimentan profundas transformaciones (20).

La humedad proporcionada a la semilla en germinación puede afectar tanto al porcentaje como a la velocidad de germina

ción (18). En general cuando la energía libre del agua en contacto con la semilla es baja, disminuye el porcentaje de germinación (33).

Las semillas de maíz y sorgo germinan en suelos con humedad desde el porcentaje de marchitez permanente (o un poco --- arriba) hasta un contenido de humedad más alto que la capacidad de campo. El frijol germina en suelos con contenido intermedio de humedad hasta una cantidad superior a la capacidad de campo (18).

2.4.2.3. Composición de la fase gaseosa.- Los gases que en el medio de germinación pueden afectar a la germinación de las semillas son el oxígeno, el dióxido de carbono y posiblemente el etileno. El oxígeno es esencial para los procesos respiratorios que se efectúan en las semillas durante la germinación, el dióxido de carbono es un producto de la respiración y el etileno es desprendido por algunas semillas en el mismo proceso.

El oxígeno es esencial para los procesos respiratorios -- (18), si éste faltara la semilla solo respiraría anaeróbicamente y no germinaría (20). Es tan importante el papel del oxígeno en el proceso de germinación que la tasa de absorción de -- oxígeno se ha considerado como un indicador del avance de la -- germinación y se ha sugerido como un indicador del vigor de -- las semillas. En general, la absorción de oxígeno es propor-- cional a la cantidad de actividad metabólica que se está --- efectuando (18).

A profundidades mayores en el terreno, el aumento en la concentración de dióxido de carbono puede en cierto grado inhibir la germinación, pero es probable que desempeñe solo un papel menor en el mantenimiento del letargo de esas semillas.

Se ha encontrado que el etileno solo es desprendido por las semillas de trébol y puede funcionar con un papel independiente en el estímulo de la germinación de grupos de semillas en condiciones de suelos costrosos (18).

2.4.2.4. Luz.- Las causas por las cuales el oxígeno, la temperatura y la humedad afectan a la germinación no son difíciles de comprender, pero la acción de la luz es mucho menos clara (20). La influencia de la luz sobre la germinación se manifiesta por medio de su contenido energético. Este es la resultante de la combinación de tres variables: intensidad, composición espectral y tiempo de exposición (33). El control de la germinación se ejerce por medio de una reacción fotoquímica reversible en la que interviene la respuesta de un pigmento (fitocromo) a la luz de una longitud de onda específica (18).

El requerimiento de luz para germinar no es general, las semillas de los cereales germinan bien con iluminación y sin ella, por lo cual han sido clasificadas como "no fotoblásticas" (33).

2.4.2.5. Influencia de la naturaleza del suelo.- El suelo es el depósito de donde toma la semilla su agua de imbibición y-

donde se desarrollan las primeras raíces. Su preparación superficial, sus propiedades y contenido de agua intervienen sobre la germinación.

Una tierra mal preparada, integrada por grandes terrones o con grandes espacios lagunares (suelos huecos) constituye un medio muy desfavorable para las semillas que reclaman muchos puntos de contacto con el suelo (11).

2.4.3. Factores intrínsecos que influyen en la germinación.- Las condiciones intrínsecas de la germinación son apriori evidentes, una semilla sólo podrá germinar si reúne las siguientes características: a) viabilidad; b) exenta de letargo; c) tegumentos permeables; d) estar normalmente constituida (11).

2.4.3.1. Viabilidad.- La no germinación de la semilla puede presentarse debido a diferentes factores, entre ellos: la pérdida de la viabilidad, es decir que la semilla esté muerta. Son tres los factores que determinan la longevidad de la semilla: la temperatura ambiental, el contenido de humedad de la semilla y la presión parcial de oxígeno. Cuanto menores son la humedad y la temperatura, mayor es la longevidad del embrión (33). Existen diferentes pruebas para estimar la viabilidad de las semillas, tales son: prueba de germinación, prueba de embriones separados, prueba con tetrazolio y análisis con rayos X (18).

2.4.3.2. Letargo.- En muchas especies, cuando la semilla ha --

terminado su desarrollo, el embrión entra en letargo y no germina, aunque se le coloque en un medio apropiado, sino hasta que pasa un cierto tiempo, que puede ser de varios meses. Las causas de éste fenómeno son las siguientes: testa dura, testa impermeable, embriones rudimentarios o no diferenciados y la presencia de inhibidores (29).

Los tegumentos representan algo más que una cubierta protectora de los tejidos seminales. En muchos casos sus capas son impermeables al agua y a los gases o contienen inhibidores de la germinación.

El carácter dureza es hereditario y su manifestación depende, en gran medida, de las condiciones ambientales durante la maduración de la semilla (33). Entre las plantas de cultivo, la dureza de las semillas se encuentra en las leguminosas (Phaseolus vulgaris) (18).

## 2.5. Emergencia

Las zonas áridas se caracterizan por tener lluvias erráticas, donde el agricultor siembra cuando ocurre la precipitación pluvial (agricultura de temporal) recibiendo las semillas poca humedad, siendo suficiente para la germinación pero no para la emergencia (Ramírez y Bejarano, 1973; Maiti, 1983) (23), aunado a esto, la compactación y encostramiento del suelo, que son factores que afectan la emergencia, además las altas temperaturas provocan la pérdida de humedad del suelo y la muerte de la semilla (23).

Existe una gran cantidad de factores que interrelacionados afectan la emergencia de las plántulas dentro de los cuales podemos señalar los siguientes:

A) Características de la semilla

- a) Tamaño, densidad y peso de la semilla
- b) Dormancia
- c) Vigor de la semilla

B) Factores ambientales

- a) Profundidad de siembra
- b) Encostramiento y compactación del suelo
- c) Temperatura del suelo
- d) Humedad del suelo

C) Factores bióticos

- a) Plagas y enfermedades

A continuación señalaremos los más importantes:

2.5.1. Tamaño, peso y densidad de la semilla.- Maranville y Cley (1977) reportaron que el tamaño de la semilla es un factor importante en la determinación de la germinación y vigor de las plántulas y concluyeron que las semillas más grandes produjeron plántulas más vigorosas pero con una emergencia -- más lenta. Swanson y Hunter (1963) han reportado que los cultivares con semillas pequeñas tuvieron la tendencia a germinar menor que los cultivares con semillas grandes (21).

2.5.2. Vigor de la semilla.- "El vigor de la semilla comprende aquellas propiedades de la semilla que determinan el poten

cial de una rápida y uniforme emergencia y el desarrollo de las plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones en el campo". Las semillas que actúan demasiado bien serán llamadas "semillas de alto vigor" mientras las que se comporten pobremente, serán llamadas de "bajo vigor" (2). Las semillas de bajo vigor pueden no ser capaces de resistir condiciones desfavorables en la cama de siembra, pueden sucumbir por el ataque de organismos patógenos, o pueden carecer de fuerzas para emerger si se les planta muy hondo o si se forma costra en la superficie del suelo. La supervivencia en el campo de semillas poco vigorosas, en general, tiende ser menor que lo indicado por el porcentaje de germinación logrado en el laboratorio (18).

2.5.3. Encostramiento y compactación.- La compactación y el encostramiento del suelo son factores que afectan la emergencia (23) en los trópicos semiáridos donde una lluvia escasa después de sembrar forma una costra sobre la superficie del suelo en días soleados (21).

La costra directamente afecta el crecimiento de las plantas e indirectamente afecta los procesos del suelo. Los efectos directos sobre el crecimiento de las plantas incluye la obstrucción mecánica a la emergencia de las plántulas y el daño a sus raíces por la formación de capas de sedimentos y grietas en las costras secas. El efecto indirecto de las costras sobre el suelo incluye la tasa de infiltración, incremento de escorrentía e inhibición de actividad microbiana (21).

En ICRISAT (International Crop Research Institute for the Semi-arid Tropics), se han estudiado la variabilidad de genotipos de sorgo para emerger a través de la costra, encontrándose que es alta y que el vigor de las plántulas se correlaciona positivamente con esta habilidad (Maiti, 1983b) (23).

2.5.4. Temperatura del suelo.- La temperatura tiene un gran efecto sobre la germinación y emergencia total, así como en la rapidez de la germinación, por lo que sería conveniente encontrar genotipos que puedan germinar y emerger bajo altas temperaturas del suelo, siendo muy fuertes en zonas áridas y semiáridas (23). La emergencia de las plántulas mostró asociación negativa significativa con la temperatura (21).

## 2.6. Proceso de germinación y emergencia del maíz y sorgo

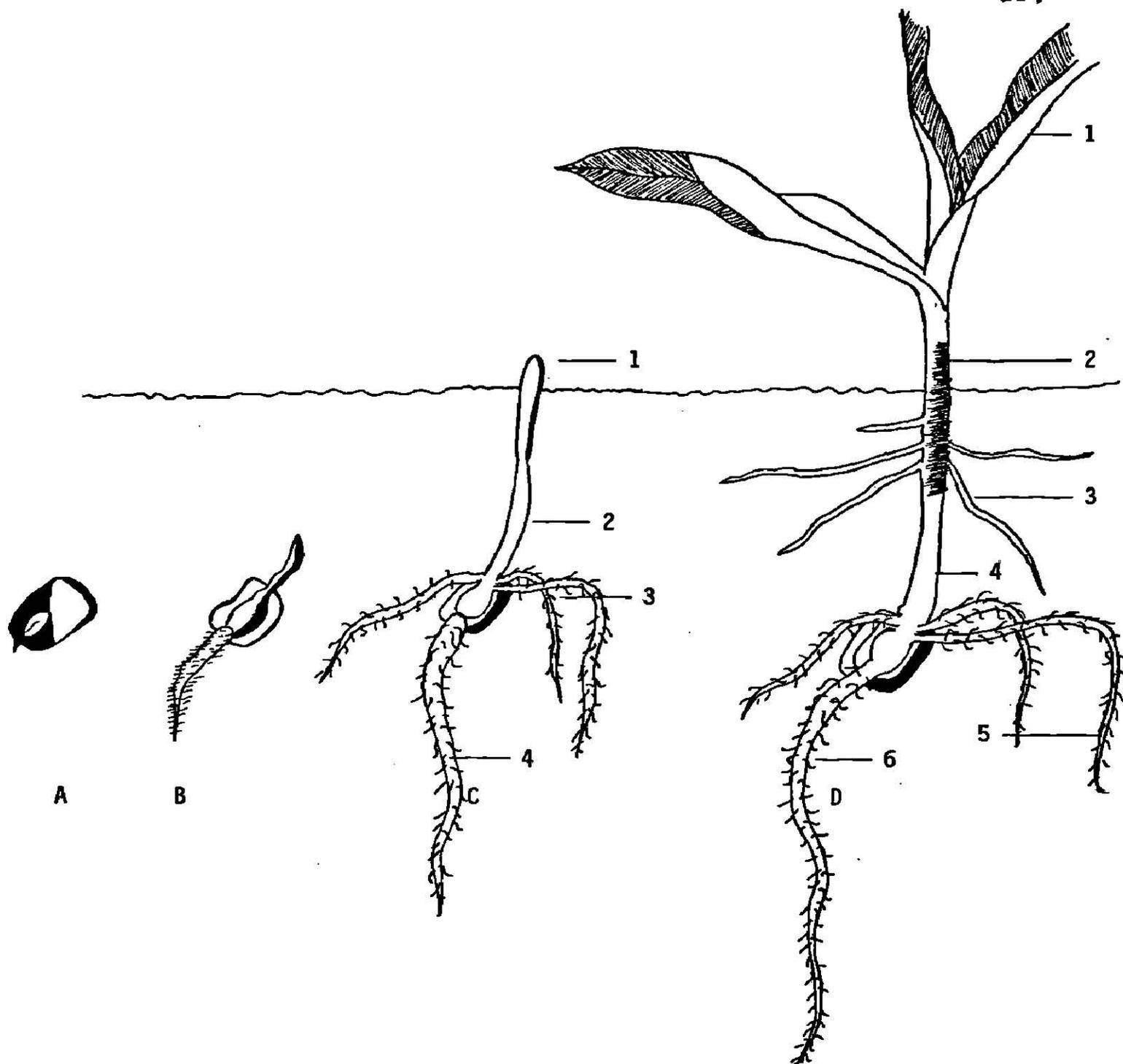
Al colocar la semilla en condiciones óptimas de humedad y temperatura, aumenta de volumen por la absorción de agua. Principia la transformación del almidón en azúcares debido a procesos enzimáticos y a retrogradación química, obteniéndose principalmente glucosa, esta es una fuente de energía que activa la división celular. Continúan los procesos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos para la diferenciación y desarrollo de los órganos del embrión (28). En los primeros estadios el crecimiento es mayor en la raíz y, consecuentemente, esta parte es la primera en romper las cubiertas de la semilla (8).

El nacimiento de la plántula de las gramíneas se realiza mediante el alargamiento del mesocotilo, que es una combina---

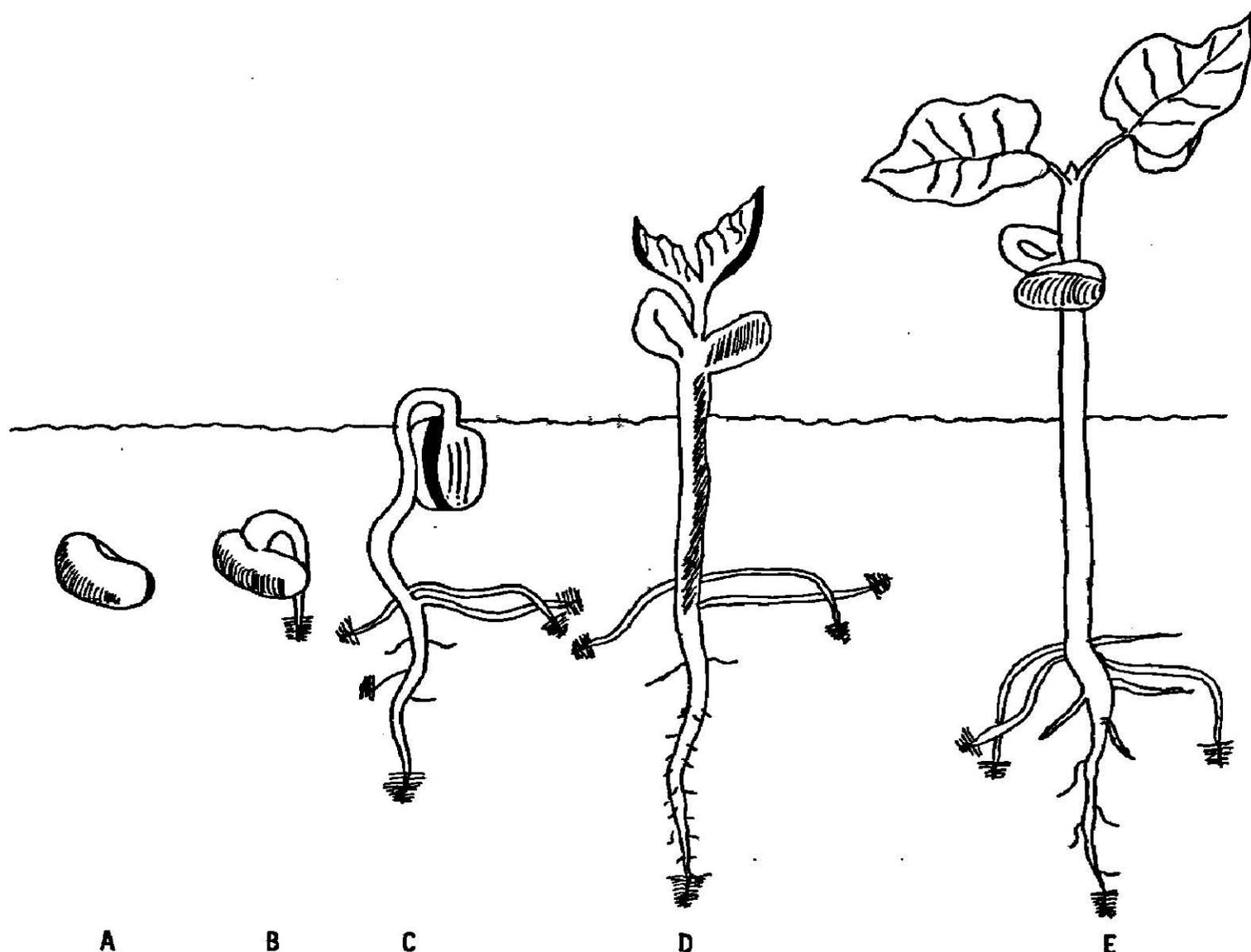
ción del hipocotilo y de los tejidos del cotiledón que en su origen conectaban el escutelo y el coleoptilo. El alargamiento del mesocotilo depende de una abundante provisión de hormona de crecimiento (38). Poco después que la plúmula ha surgido del suelo empiezan a salir raíces de todos los nudos que están debajo del suelo con excepción del primero. Este nuevo sistema radicular es conocido como sistema radicular secundario o permanente (8). Tan pronto como este sistema se vuelve bien establecido, la raíz original que sale de la semilla -- (raíz primaria) cesa de funcionar y muere (8). El único cotiledón crece en la cavidad de la semilla, en la que se expande enormemente y se convierte en una pulpa que digiere el endosperma y transfiere el alimento soluble a la plántula en crecimiento (38).

## 2.7. Proceso de germinación y emergencia del frijol

La germinación se inicia con una marcada hinchazón de la semilla (26), lo cual provoca que las células del embrión joven principien a dividirse y a crecer (8), provocando así la ruptura de los tegumentos seminales (26). Luego emerge la raíz primaria, que se desarrolla de la parte terminal inferior del hipocotilo, y es la primera estructura del embrión que toma contacto con el ambiente exterior. Mientras la raíz primaria se profundiza en el suelo, se desarrollan las raíces secundarias y los pelos radicales (26). Después de nacida la radícula, el hipocotilo se alarga y se arquea (38). Como resultado de ello, jala a los cotiledones y al tallo fuera del-



**Figura #4:** Estadios en la emergencia de las gramíneas (maíz y sorgo). A. La semilla se hincha a medida que absorbe humedad. B. La raíz primaria crece hacia abajo dentro del suelo. El primer entrenudo y la plúmula principian a crecer hacia arriba. C. El primer entrenudo (2) y la plúmula (1) principian a crecer hacia arriba hasta que la plúmula rompe através de la superficie del suelo. La raíz primaria (4) continua creciendo hacia-abajo y del primer nudo se desarrollan otras raíces (3). Las raíces aquí mostradas forman el sistema radical primario o temporal. D. (1) hoja y restos de la plúmula (coleóptilo) (2) (3) raíz secundaria o permanente; (4) primer entrenudo; (5) y (6) sistema radical primario.



**Figura #5: Fases de la emergencia de una planta de frijol común A.** La semilla se hincha a medida que absorbe humedad. B. La raíz primaria crece en el suelo hacia abajo y el hipocotilo se arquea. C. El hipocotilo arqueado se alarga hasta llegar a la superficie del suelo. La raíz primaria continúa creciendo hacia abajo y a lo largo de ella se desarrollan raíces secundarias. D. El hipocotilo se endereza para completar la emergencia y las hojas se abren.

suelo. La elongación del hipocotilo cesa poco después de que la porción arqueada rompe la superficie del suelo y queda expuesta a la luz. Las células que están en la cara inferior del hipocotilo, donde la luz es más limitada, crecen con mayor rapidez que aquellas de la cara superior que están expuestas a los rayos directos del sol. Como resultado de ello, el hipocotilo se endereza y al hacerlo jala a los cotiledones y al tallo la distancia remanente para que queden fuera del suelo (8). 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 (38).

## 2.8. Fotomorfogénesis y ahilamiento

El ajuste de un organismo a un ambiente determinado depende, entre otros factores, de la capacidad para detectar los cambios del mismo y traducirlos en modificaciones fisiológicas y morfológicas, que le permitan cumplir con todas las funciones necesarias para completar su ciclo. Existen en los vegetales mecanismos que pueden percibir la composición, duración e intensidad de la luz e influir en la actividad de las plantas (33), por ejemplo, en obscuridad no se forma la clorofila, los cloroplastos no se desarrollan y las hojas no se expanden sino quedan pequeñas y rudimentarias. Los entrenudos se alargan muchas veces más de lo normal, de tal modo que la planta pronto se vuelve muy alta y delgada. Este conjunto de síntomas se denomina ahilamiento (27).

El efecto de la luz al rechazar el ahilamiento implica dos tipos de acciones. A nivel bioquímico, se requiere la luz para el último paso en la síntesis de clorofila, la conversión de la "protoclorofila" amarillenta en clorofila verde. En la obscuridad se acumula la protoclorofila; la exposición a la luz produce una conversión rápida a clorofila. A nivel morfogénico, la luz actúa para estimular la expansión de las hojas e inhibir el alargamiento de los entrenudos. Este fenómeno se llama fotomorfogénesis y no depende de la dirección de la iluminación (27).

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. A través de la fotosíntesis se producen cadenas carbonadas y se almacena energía. Los procesos fotomorfogénicos, jugando un papel regulador, intervienen en el control de la forma y momento 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 (33).

2.8.1. Fitocromo.- Se sabe que una amplia variedad de fenómenos de desarrollo, además de la expansión de la hoja y el alargamiento del tallo, están regulados por el fitocromo, dentro de los cuales podemos mencionar: la germinación de muchas semillas, el enderezamiento del gancho del brote de muchas plántulas, en el fototropismo y geotropismo, en el crecimiento-

la diferenciación de los cloroplastos, la formación de protoplorofila y de carotenoides en la hoja, y algunos más. Esta diversidad de respuestas del fitocromo sugiere que este sistema de pigmento pueda estar unido evolutivamente a casi cualquier faceta morfogénica o bioquímica del desarrollo si con ello se ha creado un comportamiento útil desde el punto de vista adaptación (27).

## 2.6. Profundidad de siembra y factores que la afectan

La larga experiencia de los productores de la comunidad es a menudo la mejor guía para las condiciones promedio. Esto tendrá en cuenta las diferencias entre los suelos, las condiciones geográficas, las temperaturas variables y la probabilidad de que el suelo esté seco en el momento de la siembra (1). Siempre se tratará de sembrar a la profundidad más superficial posible, esto presenta algunas ventajas, entre las que destacan:

- No hay riesgo de ahijamiento del tallo hipocotíleo o de la parte subterránea de los tallos; un alargamiento excesivo de éstos repercute en las primeras etapas de crecimiento y puede aumentar la sensibilidad al encamado, especialmente en los cereales.
- En otoño, la siembra superficial permite aumentar la resistencia al frío como consecuencia del acortamiento de la parte más sensible de la planta (11).

En realidad son muy variables las profundidades recomen-

dadas para los cultivos, por ejemplo: Para el maíz, Straius - (1953) citado por Robles (1976), informa en sus investigaciones, que a profundidad de 2.5 a 1.0 cm, obtuvo mayor germinación en la primera; Aldrich (1974), señala que con suelo húmedo, es ideal una profundidad de 5 cm; Delorit (1982), menciona que la profundidad puede variar de 2.5 a 10 cm, dependiendo del suelo y de las condiciones climatológicas. Estas profundidades varían de región en región y con las condiciones propias de éstas; podemos decir que son afectadas grandemente -- por lo siguiente: Factores internos, como tamaño de la semilla, tipo de emergencia, porcentaje de emergencia y vigor de las plántulas; y por otro lado los factores externos como la humedad del suelo y la textura del suelo.

Para ésta región en particular, después de una serie de trabajos de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1) Treviño, 1984.- De las cuatro profundidades de siembra en Phaseolus vulgaris L. (2.5, 8, 15 y 20 cm) la superficial de 2.5 cm, fué la que produjo las plántulas más vigorosas con excepción del genotipo "Delicias 71", en el cual la profundidad de siembra óptimo fué de 8 cm. En el caso de Phaseolus coccineus L. , la profundidad óptima fué a los 15 cm. Por otra parte en Phaseolus vulgaris L. existe una relación inversa entre la profundidad de siembra y el porcentaje de emergencia.

2) Treviño, 1984.- De las cuatro profundidades de siem--

bra en maíz (2.5, 7.5, 12.5 y 17.5 cm), la profundidad intermedia de 7,5 cm, es en donde se obtuvieron las plántulas más vigorosas (mayor longitud de hoja, mayor peso seco de la parte emergida).

En Zea mays L. a profundidad de siembra de 2.5 cm y 7.5 cm el porcentaje de emergencia no fué afectado.

3) Crespo, 1985.- Trabajando con Phaseolus vulgaris L. a 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 cm de profundidad encontró las siguientes conclusiones:

La profundidad de siembra influyó en el establecimiento del cultivo presentando una relación inversa con la velocidad y porcentaje de emergencia; es decir, éstas fueron menores a medida que la profundidad aumentó.

Considerando el peso seco y el área foliar como estimadores del vigor de las plántulas, las profundidades de siembra de 2 a 10 cm indujeron las plántulas más vigorosas.

Se aceptó la hipótesis planteada de que a mayor profundidad de siembra, el vigor de las plántulas disminuirá debido a que hay mayor gasto de energía en la emergencia de las mismas.

4) Cuéllar, 1985.- Trabajando con Phaseolus vulgaris L. a 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 cm de profundidad encontró las siguientes conclusiones:

De acuerdo con los máximos valores de la velocidad y porcentaje de emergencia, se concluye que a "tierra venida" existe un rango de profundidades de 4 a 8 cm bajo el cual se logra un buen establecimiento del cultivo.

El vigor de las plántulas estimado a través del peso seco emergido y el área foliar, no fué afectado en una forma significativa por la profundidad de siembra. Sin embargo, de acuerdo con la tendencia del peso seco a los 15 días de la siembra, se observa que éste disminuyó a medida que la profundidad de siembra aumentó, mientras que a los 30 días éste fué mayor en las profundidades intermedias (4, 6 y 12 cm).

### 2.9.1. Factores intrínsecos.

2.9.1.1. Tamaño de la semilla.- El tamaño de la semilla debe ser tomado en cuenta al sembrar y se debe tener cuidado en no colocar la semilla en el suelo a una profundidad que exceda a su capacidad de emerger (8). Como regla general, se puede decir que las plantas de semillas grandes se siembran más profundamente que las de semillas pequeñas (por ejemplo el maíz más profundo que el trigo) (34), porque tiene mayor cantidad de reserva alimenticia (8).

Aunque la semilla de maíz tiene suficiente reserva alimenticia no es cuerdo plantarla a una profundidad mayor de la que es necesaria para obtener una germinación buena y uniforme. La siembra profunda puede retardar la germinación, reducir el tiempo que de otro modo dispondría para crecer y aumentar el riesgo de daño a las plántulas antes de que puedan emerger (8).

2.9.1.2. Tipo de emergencia.- La profundidad de siembra depende del tipo de emergencia que tengan las plántulas. En gene-

ral, las plántulas con cotiledones que emergen del suelo requieren comunmente una siembra más superficial que las plántulas cuyos cotiledones permanecen en el suelo (12). Por ejemplo, comparando a Phaseolus vulgaris L. planta epígea y Phaseolus coccineus L. planta hipógea cuyas plántulas tienen características morfológicas similares, a diferencia que la primera especie tiene que empujar los cotiledones al exterior del sustrato y la segunda especie no. Esto provoca que las semillas de Phaseolus vulgaris L. cuando se depositan a mayores profundidades tienen que utilizar cierta cantidad de energía para poder vencer la resistencia que el suelo opone al desplazamiento de los cotiledones, por ende, esa energía gastada no se suministra a los otros órganos como son la radícula, el tallo y las hojas pre-formadas, lo cual repercutirá inevitablemente en el vigor de la plántula al momento que emerge del suelo (36).

2.9.1.3; Porcentaje de emergencia y vigor de las plántulas.- Hay dos aspectos importantes en el vigor de las plántulas, una es la habilidad para establecer un grupo de plantas bajo una variedad de condiciones y la otra es la habilidad para producir plántulas vigorosas que crezcan rápidamente (21).

Maiti et al (1981), describe un método sencillo para evaluar el vigor de la plántula en sorgo por medio de una escala visual: la escala está altamente correlacionada con el peso seco y área foliar de la plántula a los 15 días después de la emergencia (23). El genotipo, la ubicación de la semilla en-

el suelo y el ambiente en el cual la semilla se obtiene, contribuyen principalmente al vigor de las plántulas (21). De igual modo, Wangari y Bhojar (1980) mencionan que la rápida -- elongación y mayor longitud del coleoptilo, son atributos que influyen en la viabilidad y vigor del sorgo (23).

El vigor de las plántulas (tamaño de las plántulas) estuvo correlacionado positivamente a la capacidad para emerger -- a través de la costra del suelo, y también a la resistencia de la sequía en la fase de plántula (Arin, Report, ICRISAT, 1979 1980) (21). Por otra parte la profundidad de siembra mostró -- efectos significativos sobre la emergencia (21), la longitud -- del mesocotilo y coleoptilo y su rápida elongación son atributos importantes en la habilidad para emerger en siembras profundas (Wahari y Bhojar, 1980) (23). Se ha visto variabili-- dad genética en la longitud de hipocotilo, los genotipos con hipocotilo largo pueden ser especialmente apropiados para --- siembras profundas en zonas húmedas durante el período de llu vias (21).

## 2.9.2. Factores extrínsecos.

2.9.2.1. Humedad y oxígeno del suelo.- El agua y el oxígeno -- están presentes en los espacios del suelo. Así pues si los -- espacios porosos del nivel superior del suelo están casi satu-- rados, la provisión de oxígeno es el factor limitante y se -- requerirá una siembra relativamente superficial (15); esto es debido a un exceso de humedad en el suelo impidiendo o redu-- ciendo la germinación debido a la falta de aire, el cual es --

expulsado a medida que se acumula la humedad (8). . Por otra parte, si los espacios porosos del nivel superior contienen bajos contenidos de agua aprovechable, la provisión de agua es el factor limitante y se requerirá una siembra relativamente profunda; esto explica porque las semillas se siembran comúnmente a mayor profundidad en el verano que en otoño, invierno y principios de primavera (15).

2.9.2.2. Textura del suelo.- La naturaleza del terreno también afecta la profundidad de siembra, de modo que en los terrenos sueltos y ligeros las semillas se deberán enterrar a mayor profundidad y se deberán apretar y amontonar, con el fin de asegurar mejor contacto con la tierra, en tanto que en terrenos pesados y compactos serán mantenidas más en la superficie (15).

La siembra profunda o la formación de una costra en la superficie del suelo puede impedir que llegue suficiente oxígeno a la semilla. O si el suelo es rico en materia orgánica y las condiciones son favorables para una descomposición rápida, el bióxido de carbono que es liberado puede reemplazar a una gran parte del aire del suelo y retardar con ello la germinación (8).

El maíz debe sembrarse a mayor profundidad en suelos ligeros y en camas terronosas a fin de obtener suficiente humedad, y a una profundidad menor en suelos pesados o en terrenos bien preparados. La profundidad de siembra varía de una y media a tres pulgadas en los suelos más pesados y de dos a

cuatro en suelos más ligeros. Generalmente se considera como superficial la siembra hecha de una a dos pulgadas de profundidad, mientras que la siembra a tres o más se considera como siembra profunda (8).

### 3. HIPOTESIS

La hipótesis para los experimentos #1 (frijol), #2 (maíz) y #3 (sorgo) es la siguiente:

La profundidad de siembra afectará en forma inversa al vigor de las plántulas. Lo anterior se deberá a que las semillas sembradas a mayor profundidad tendrán que alargar sus tejidos a una distancia mayor que las sembradas más superficialmente; además tendrán que vencer la resistencia que una mayor capa de suelo les ofrece al paso de sus tejidos, perdiendo consecuentemente tiempo y energía que no podrá ser suministrada a otros órganos como son: la radícula, el tallo y las hojas preformadas, repercutiendo así en el vigor de las plántulas al momento que emergen del suelo; además se espera que el porcentaje de emergencia sea menor a profundidades mayores, ya que las plántulas agotarán las reservas almacenadas antes de alcanzar a vencer la costra formada en el suelo.

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Localidad

El presente estudio se llevó a cabo en el vivero de la -- Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en la exhacienda "El Canadá" del municipio de General-Escobedo, N.L., cuyas coordenadas geográficas son 25° 42' latitud norte y 100° 20' latitud oeste, con una altura de 537 m.s.n m.

La temperatura promedio de la región es de 20°C con una media anual máxima de 28.30°C y una mínima de 13.40°C.

La precipitación pluvial es de 446.3 mm anuales.

El clima es BSo/I h'x'(e') según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973). Los datos específicos de precipitación y temperatura durante el tiempo que duró el experimento se muestran en la Figura #1 del apéndice.

Las especies estudiadas fueron: frijol (Phaseolus vulgaris L.), maíz (Zea mays L.) y sorgo (Sorghum bicolor Moench) a diferentes profundidades. Enseguida se describen los materiales y métodos específicos para cada experimento.

### 4.2. Genotipos utilizados

Los genotipos utilizados han sido los más sobresalientes en las diversas evaluaciones efectuadas en la localidad. Este germoplasma lo proporcionó el Proyecto de Mejoramiento de Maíz Frijol y Sorgo de la F.A.U.A.N.L.

4.2.1. Experimento #1 (frijol).- Se utilizaron las variedades Pinto Americano y Jamapa con 98 y 94% de germinación respectivamente (según prueba de germinación realizada). Dentro de sus características principales están:

	Jampa	Pinto Americano
Color de la testa	Negro opaco	Crema con manchas
de la semilla	*	Café
Forma de la semilla	Cilíndrica	Rectangular
Peso de 100 semillas	21.14 gr.	31.80 gr.
Volumen por semilla	0.19 cm <sup>3</sup>	0.27 cm <sup>3</sup>
Densidad	1.3 gr/cm <sup>3</sup>	1.16 gn/cm <sup>3</sup>
Epoca de cosecha	Junio del 84	Junio del 84

4.2.2. Experimento # 2 (maíz).- Los genotipos utilizados fueron "Ranchero" y el híbrido N.L.H-5 con 94% y 96% de germinación respectivamente (según prueba de germinación realizada). Dentro de las características principales de estos genotipos están:

	Ranchero	N.L.H-5
Color de la cubierta de la semilla	Amarilla	Blanco
Forma de la semilla	Aplanada unilateralmente	Aplanada dorsalmente
Peso de 100 semillas	25.40 gr.	37.80 gr.
Volumen por semilla	0.20 cm <sup>3</sup>	0.30 cm <sup>3</sup>
Densidad	1.23 gr/cm <sup>3</sup>	1.26 gr/cm <sup>3</sup>
Epoca de cosecha	Junio del 84	Junio del 84

4.2.3. Experimento #3 (sorgo).- Los genotipos utilizados fueron el híbrido RB-3006 y la línea LES 8-R con 96% y 98% de germinación respectivamente (según prueba de germinación realizada). Dentro de sus características principales mencionaremos las siguientes;

	RB-3006	LES 8-R
Color de la cubierta de la semilla	Rojo	Crema
Forma de la semilla	Redonda	Redonda
Peso de 100 semillas	3.11 gr.	2.90 gr.
Volumen por semilla	0.025 cm <sup>3</sup>	0.022 cm <sup>3</sup>
Densidad	1.24 gr/cm <sup>3</sup>	1.31 gr/cm <sup>3</sup>
Epoca de cosecha	Junio del 84	Junio del 84

#### 4.3. Tratamientos bajo estudio

Los tratamientos se formaron mediante la combinación de los genotipos con las profundidades de siembra.

Las profundidades bajo estudio fueron establecidas de tal manera que se incluyeran las más utilizadas por los agricultores de la región.

Los tratameintos para el experimento #1 (frijol) fueron los siguientes:

$T_1 = G_1 P_1$	$T_6 = G_1 P_6$	$T_{11} = G_2 P_2$	$T_{16} = G_2 P_7$
$T_2 = G_1 P_2$	$T_7 = G_1 P_7$	$T_{12} = G_2 P_3$	$T_{17} = G_2 P_8$
$T_3 = G_1 P_3$	$T_8 = G_1 P_8$	$T_{13} = G_2 P_4$	$T_{18} = G_2 P_9$
$T_4 = G_1 P_4$	$T_9 = G_1 P_9$	$T_{14} = G_2 P_5$	
$T_5 = G_1 P_5$	$T_{10} = G_2 P_1$	$T_{15} = G_2 P_6$	

En donde:

$G_1$  y  $G_2$ .- Cultivares de frijol, Pinto Americano y Jampa respectivamente.

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

Los tratamientos para el Experimento #2 (maíz) y #3 (sorgo) fueron los siguientes:

$$\begin{array}{ll}
 T_1 = G_1 P_1 & T_9 = G_2 P_1 \\
 T_2 = G_1 P_2 & T_{10} = G_2 P_2 \\
 T_3 = G_1 P_3 & T_{11} = G_2 P_3 \\
 T_4 = G_1 P_4 & T_{12} = G_2 P_4 \\
 T_5 = G_1 P_5 & T_{13} = G_2 P_5 \\
 T_6 = G_1 P_6 & T_{14} = G_2 P_6 \\
 T_7 = G_1 P_7 & T_{15} = G_2 P_7 \\
 T_8 = G_1 P_8 & T_{16} = G_2 P_8
 \end{array}$$

En donde:

$G_1$  y  $G_2$ .- Genotipos del cultivo, N.L.H-5 y "Ranchero" respectivamente para el experimento #2 (maíz) y, RB-3006 y LES 8-R respectivamente para el experimento #3 (sorgo).

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7$  y  $P_8$ .- Profundidades de siembra de 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 cm para ambos genotipos en los dos experimentos.

#### 4.4. Diseño Experimental

Los tratamientos se aleatorizaron en una forma completa

mente al azar, bajo un arreglo factorial. Cada tratamiento se repitió tres veces formando un total de 54 unidades experimentales para el experimento #1 (frijol) y 48 unidades experimentales para los experimentos #2 (maíz) y #3 (sorgo). Cada unidad experimental constó de tres macetas, en cada una de las cuales se sembraron tres semillas, es decir, 9 semillas por -- unidad experimental.

El modelo del diseño estadístico utilizado es el siguiente:

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

En donde:

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

$M$ .- Media general de todas las observaciones.

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

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

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

$E_{ijk}$ .- Error<sup>2</sup> experimental

#### 4.5. Variables estimadas y métodos para cuantificarlas

4.5.1. Porcentaje de emergencia.- Es el cociente del número de plántulas emergidas entre el número de semillas sembradas, multiplicado por cien. Sin embargo, como los genotipos utiliza--

dos en los experimentos tenían un porcentaje de germinación menor que cien; se procedió a ajustar el porcentaje de emergencia por la siguiente fórmula:

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

En donde:

X = Porcentaje de emergencia

NPE = Número de plántulas emergidas

NSS = Número de semillas sembradas

PSEG = Porcentaje de semillas que se espera que germine

$10^4$  = Constante

4.5.2. Peso seco.- Esta variable se cuantificó a los 23 y 33 días después de la siembra en frijol y sorgo, y a los 14 y 30 días después de la siembra en maíz. Para esto fueron cortadas las plántulas al nivel del suelo y colocadas en bolsas de papel previamente identificadas, después se secaron en una estufa marca Thelco, modelo 26, en donde se deshidrataron por un período de 48 horas a una temperatura de 60°C; inmediatamente de esto, fueron pesadas en una balanza analítica marca Sartorius, modelo 2842.

4.5.3. Tasa relativa de crecimiento (TRC).- Es el índice de eficiencia en la producción de materia seca de la plántula, se determinó en la etapa de desarrollo comprendida entre el primero y el segundo muestreo, mediante la siguiente fórmula:

$$TRC = \frac{PS_2 - PS_1}{T_2 - T_1} \left( \frac{1}{PS_1} \right)$$

En donde:

$PS_2$ .- Peso seco en el segundo muestreo

$PS_1$ .- Peso seco en el primer muestreo

$T_2 - T_1$ .- Tiempo transcurrido del primer muestreo al segundo muestreo

4.5.4. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC).- Es el índice de peso seco por unidad de tiempo, la cual se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$TCC = \frac{PS_2 - PS_1}{T_2 - T_1}$$

En donde:

$PS_2$ .- Peso seco al segundo muestreo

$PS_1$ .- Peso seco al primer muestreo

$T_2 - T_1$ .- Tiempo transcurrido del primero al segundo muestreo

4.5.5. Altura de plántula.- En el experimento #1 (frijol), se consideró la altura del hipocotilo <sup>l</sup>midiéndose desde el nivel del suelo hasta las hojas cotiledonares, y la altura del epicotilo <sup>l</sup>midiéndose desde éstas hasta la yema apical.

En el experimento #2 (maíz) y #3 (sorgo), la altura de -- plántula se consideró como la distancia desde el nivel del --

suelo hasta la parte más distante de la última hoja expuesta en el momento de hacer la medición.

Las lecturas fueron tomadas a intervalos de dos días, -- desde el momento de la emergencia hasta el segundo muestreo.

4.5.6. Velocidad de crecimiento.- Es el incremento de altura de la plántula por unidad de tiempo. Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$VC = \frac{h_2 - h_1}{T_2 - T_1}$$

En donde:

$h_2$  y  $h_1$ .- Altura de la plántula al segundo y primer muestreo respectivamente.

$T_2 - T_1$ .- Tiempo transcurrido del primer muestreo al segundo.

4.5.7. Area foliar.- Se define como la superficie foliar total que tiene una plántula. Esta variable se cuantificó a los 23 y 33 días después de la siembra en el experimento #1 y #3, y a los 14 y 30 días después de la siembra en el experimento #2, utilizando el método gravimétrico que consta de los siguientes pasos:

a) Fué pesada una hoja de papel y medidas sus dimensiones largo y ancho para determinar su área.

b) Sobre hojas de papel del mismo peso fueron dibujadas las hojas de las plántulas individuales, recortados sus dibu-

ojos por su contorno, depositados en bolsas de papel glassine - previamente identificadas, por último pesados en una balanza.

c) 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.

#### 4.6. Método de siembra

La siembra se efectuó en bolsas de plástico negras con un diámetro de 20 cm, a las cuales se les abrió el fondo previamente. Fué utilizada tierra de un sitio cercano a la parcela experimental que presentaba textura arcillosa; Este suelo se barbechó, rastreó y regó previamente, y al momento de la siembra fué pulverizado. Las macetas fueron colocadas encima del suelo removido, separadas equidistantemente y se procedió a llenarlas con tierra, al mismo tiempo que se daban las profundidades requeridas con una regla graduada depositándose las semillas en forma conveniente para facilitar la polaridad de la radícula y plúmula al momento de la germinación. Una vez sembradas todas las macetas se procedió a amontonar tierra alrededor de cada bloque para reducir la pérdida de humedad de las macetas. Hay que mencionar que se dejó un margen de 4 cm li-

bres de tierra en la parte superior de la bolsa lo cual facilitó el riego que fué dado al finalizar la siembra. El riego se aplicó con regaderas directamente sobre las macetas con una lámina de 5 cm.

#### 4.7. Prácticas culturales

Las malezas se eliminaron manualmente durante el transcurso del experimento para evitar la competencia entre plantas.

Plagas y enfermedades.- Se aplicó Sevin 80 para controlar gusano cogollero en maíz, la plaga se presentó a mitad del ciclo del experimento (a los 10 y 18 días después de la siembra).

#### 4.8. Análisis estadístico

El análisis estadístico se efectuó en el Centro de Estadística y Cómputo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, haciendo uso del paquete estadístico para las ciencias sociales (Statisticals Package for the Social Sciences) versión especial para PDP-1144.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Experimento #1 (frijol)

5.1.1. Porcentaje de emergencia.- Los análisis estadísticos muestran que hubo diferencia altamente significativa entre -- profundidades de siembra e interacción profundidad-variedad - (Cuadro 1A).

En general, se presentó una relación inversa entre la -- profundidad de siembra y el porcentaje de emergencia (Cuadro-4A). Los máximos porcentajes de emergencia fueron a las pro fundidades de 2(82.6%), 4(80.96%) y 0 cm. (59.12%), mientras - que a 14 y 16 cm no hubo plantas emergidas.

Por otra parte, la variedad Pinto Americano a las profun didades de 4(93.12%), 2(82.46%), 8(52.91%) y 0 cm (41.57%) - presentó los máximos porcentajes de emergencia, mientras que- la Jamapa a 2(82.74%), 0(76.67%) y 4 cm (69.79%). La mínima emergencia se presentó a profundidades mayores que 10 cm, en- ambas variedades con menos del 12% (Figura 6).

5.1.2. Peso seco.- Al igual que en el porcentaje de emergen-- cia, en el peso seco se encontró diferencia altamente signifi- ficativa entre profundidad de siembra y en la interacción pro fundidad-variedad (Cuadro 1A).

En general en las dos etapas evaluadas, se presentó una- relación inversa entre la profundidad de siembra y el peso se co (Cuadro 5A). A los 23 días después de la siembra, el máxi

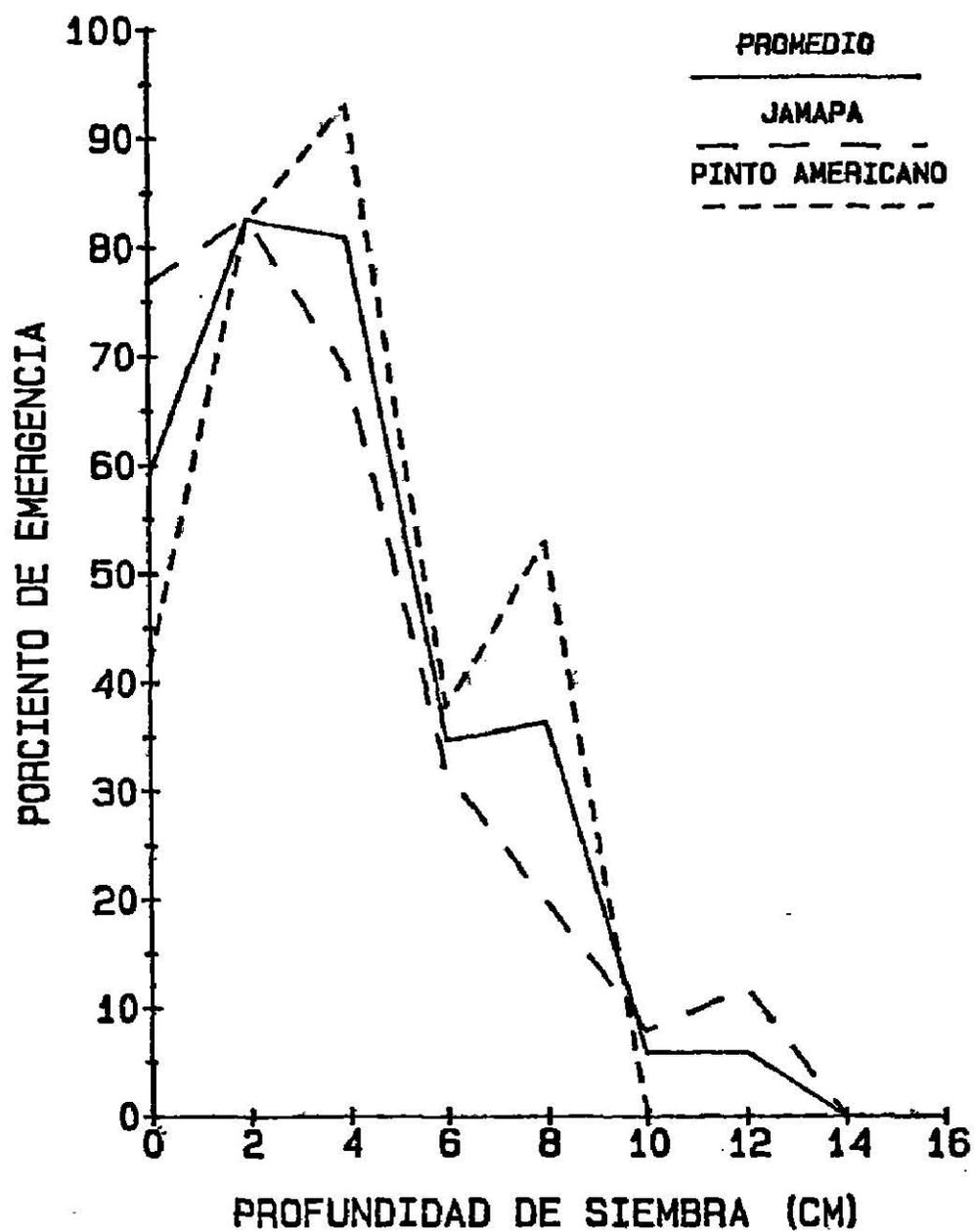


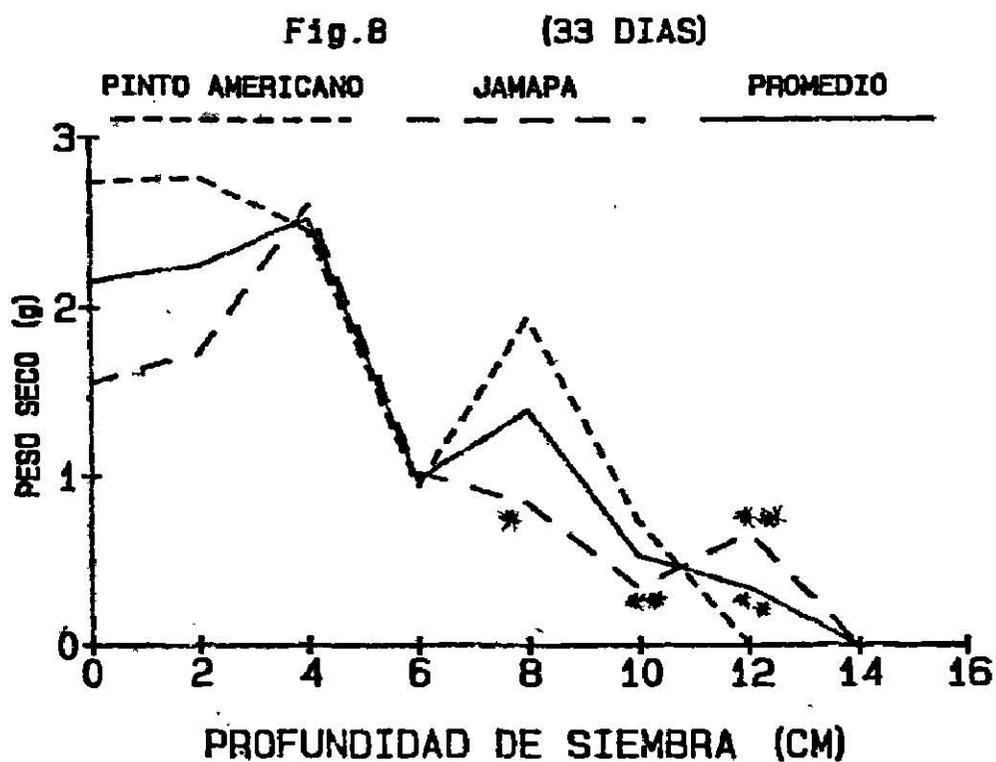
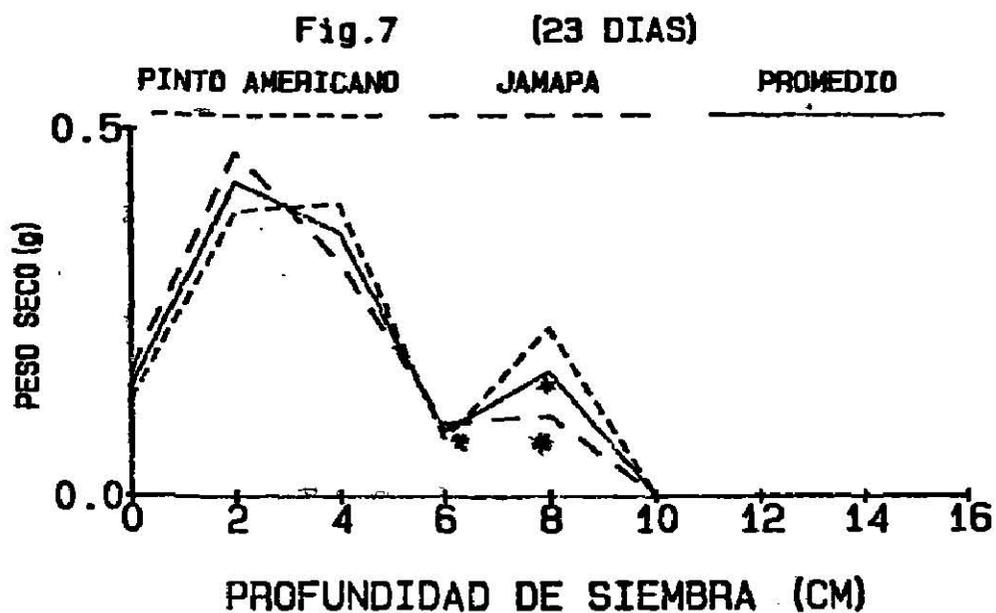
Fig. 6 PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE DOS VARIETADES DE FRIJOL A 9 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO A LOS 10 DIAS POSTERIORES DE LA SIEMBRA

mo peso seco se presentó a las profundidades de 2 y 4 cm, mientras que el mínimo a profundidades mayores que 10 cm, en las que no hubo emergencia. Cabe aclarar, que la comparación de medias (a 0.05 de probabilidad), indica que solo las profundidades de 2 y 4 cm, tuvieron mayor peso seco que el resto (Figura 7).

A los 33 días después de la siembra, los máximos pesos secos se presentaron a los 4 cm, de profundidad, mientras que los mínimos fueron a 14 y 16 cm, en donde la emergencia fue nula. En esta etapa la variedad Pinto Americano, a profundidades de 0 y 2 cm, y la Jamapa a 4 cm, presentaban el máximo peso seco, mientras que el mínimo, correspondió en ambas variedades a los 12 y 16 cm, de profundidad de siembra, en donde la emergencia no se produjo (Cuadro 6A y Figura 8).

5.1.3. Tasa relativa de crecimiento (TRC).- Los análisis estadísticos, muestran que no hay diferencia significativa entre profundidades, variedades ni entre la interacción profundidad-variedad (Cuadro 1A y Figura 9).

5.1.4. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC).- Los análisis estadísticos señalan que existe diferencia altamente significativa, entre profundidades y en la interacción profundidad-variedad, encontrándose las tasas mayores en las profundidades de 4 (0.22 g/dfa), 0 (0.20 g/dfa), 2 (0.18 g/dfa), 8 (0.12 g/dfa) y 6 cm (0.09 g/dfa) y las menores en las profundidades de 14 y 16 cm en donde, como se mencionó, no hubo emergencia (Cuadro -



**Fig. 7 Y 8 PESO SECO DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL A 9 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO A LOS 23 Y 33 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA**

**\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 40% DE EMERGENCIA**

**\*\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 15% DE EMERGENCIA**

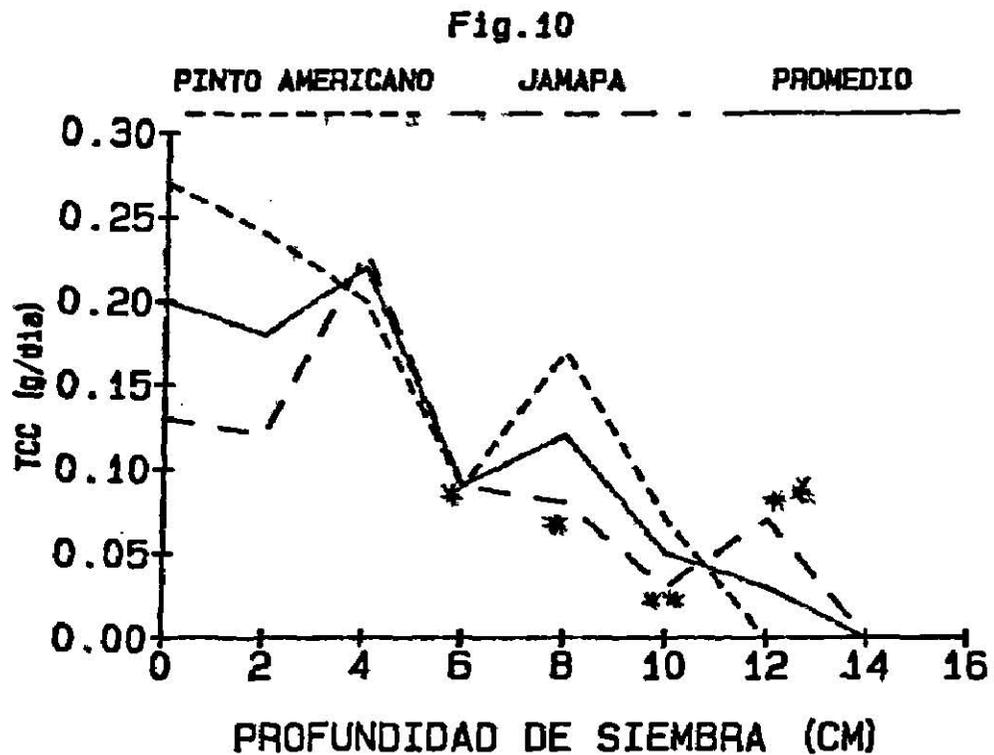
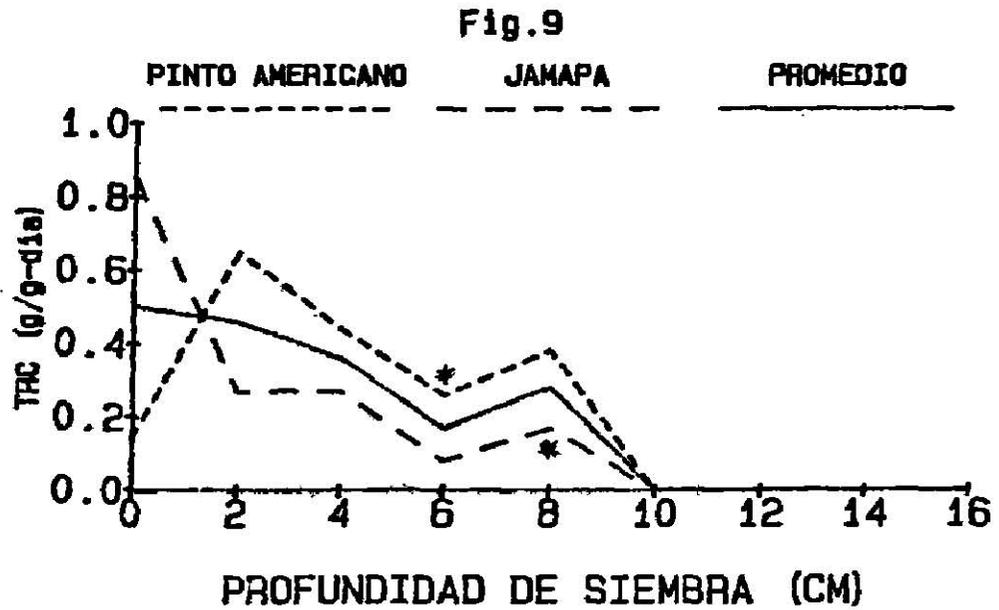


Fig 9 Y 10 TRC Y TCC DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL  
A 9 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ES-  
TIMACION SE HIZO ENTRE LOS 23 Y 33  
DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA

\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON  
MENOS DEL 40% DE EMERGENCIA

\*\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON  
MENOS DEL 15% DE EMERGENCIA

1A y 7A).

La variedad Pinto Americano tuvo su mayor TCC en las profundidades de 0 hasta 10 cm, fluctuando desde 0.27 hasta 0.07 g/día respectivamente, mientras que la variedad Jamapa presentó sus máximas TCC de 0 a 12 cm de profundidad variando de 0.23 a 0.03 g/día respectivamente. Las TCC menores de ambos genotipos fueron encontradas en las profundidades de 14 y 16 cm, ya que no se presentó la emergencia (Figura 10).

5.1.5: Altura del hipocotilo.- Los análisis estadísticos, muestran que hay diferencia altamente significativa entre profundidades a los 23 y 33 días a la siembra y en la interacción profundidades-variedades a los 33 días. Las variedades sólo mostraron diferencias significativas a los 23 días después de la siembra (Cuadro 1A).

A los 23 días después de la siembra, las máximas alturas de hipocotilo se registraron en las profundidades de 0 (3.80 cm), 2 (3.66 cm) y 4 cm (3.33 cm), mientras que las mínimas a los 10 cm ó más de profundidad (Cuadro 8A). A los 33 días después de la siembra, las profundidades de 2, 0,4 y 8 cm, originaron las mayores alturas de hipocotilo, fluctuando entre 3.85 y 2.2 cm respectivamente. Las mínimas, fueron a profundidades de 10 hasta 16 cm. En esta misma etapa las máximas alturas de Pinto Americano, estuvieron en las profundidades de siembra de 2, 0,4 y 8 cm en un rango de 4.77 a 2.41 cm, mientras que para Jamapa, fueron las de 0,4 y 2 cm con

valores de 3.30, 2.95 y 2.97 cm respectivamente. En ambos genotipos los valores mínimos fueron encontrados en profundidades de 10 cm o más (Cuadro 9A y 1)

5.1.6. Altura del epicotilo.- Se encontró diferencia altamente significativa entre profundidades a los 23 y 33 días a la siembra y en la interacción profundidad-variedades a los 33 días. Las variedades sólo mostraron diferencia significativa a los 23 días después de la siembra (Cuadro 1A).

A los 23 días después de la siembra, la máxima altura del epicotilo se encontró en las profundidades de 0 a 8 cm, con un rango de 5.22 a 3.68 cm. A los 14 y 16 cm no hubo emergencia, por lo tanto su altura fue cero (Cuadro 10A)

A los 33 días después de la siembra las máximas alturas de epicotilo se encontraron a profundidades menores de 10 cm inclusive, en un rango de 14.59 cm a 4.47 cm. En esta misma etapa, la variedad Pinto Americano presentó su máxima altura en las profundidades de 0 a 10 cm con valores de 19.2 a 6.17 cm respectivamente, mientras que la Jamapa la tuvo en las siembras menores de 12 cm, variando de 13.59 (a 4 cm) a 2.77 cm (a 10 cm de profundidad). Las alturas mínimas de epicotilo, se encontraron a profundidades de 14 y 16 cm siendo de cero para ambos genotipos (Cuadro 11A y 2).

5.1.7. Velocidad de crecimiento del hipocotilo.- Los análisis estadísticos muestran que no hay diferencia significativa en-

CUADRO # 1.- Alturas medias del hipocotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. Las estimaciones se hicieron desde los 4 hasta los 33 días posteriores a la siembra.

Variedad	Días posteriores a la siembra	PROFUNDIDADES (cm)									
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
Pinto Americano	4	3.36	2.59	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	3.68	3.65	2.98	2.05	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	3.74	3.75	3.06	1.39	1.65	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	3.68	3.78	3.70	1.47	1.66	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	12	3.89	3.83	3.28	1.65	1.87	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	15	4.06	3.93	3.34	1.67	1.95	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	17	4.22	4.22	3.49	1.68	2.04	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	4.48	4.31	3.76	1.77	2.11	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	21	4.53	4.32	3.79	1.85	2.16	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	23	4.53	4.32	3.89	1.88	2.22	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	4.13	4.67	3.84	1.88	2.32	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	27	4.13	4.67	3.87	1.88	2.33	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	29	4.13	4.67	3.88	1.88	2.35	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	31	4.13	4.76	3.89	1.88	2.37	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	33	4.13	4.76	3.96	1.88	2.40	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Jamapa	4	2.13	2.42	2.37	0.00	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	2.60	2.56	2.39	2.00	2.15	0.00	1.60	0.00	0.00	0.00
	8	2.62	2.56	2.39	1.07	2.50	1.00	1.60	0.00	0.00	0.00
	10	2.80	2.63	2.39	1.24	2.53	1.00	1.10	0.00	0.00	0.00
	12	2.86	2.69	2.42	1.41	2.58	1.05	1.10	0.00	0.00	0.00
	15	2.89	2.79	2.48	1.41	2.58	1.10	1.10	0.00	0.00	0.00
	17	2.93	2.91	2.60	1.41	2.78	1.50	1.10	0.00	0.00	0.00
	19	3.07	2.97	2.78	1.53	2.86	1.50	1.26	0.00	0.00	0.00
	21	3.07	2.99	2.78	1.55	2.86	1.60	1.33	0.00	0.00	0.00
	23	3.07	3.01	2.81	1.56	2.99	1.60	1.40	0.00	0.00	0.00
	25	3.30	2.92	2.95	1.53	2.93	1.80	2.00	0.00	0.00	0.00
	27	3.30	2.93	2.95	1.53	2.93	1.80	2.15	0.00	0.00	0.00
	29	3.30	2.93	2.95	1.53	2.93	1.80	2.30	0.00	0.00	0.00
	31	3.30	2.93	2.95	1.53	2.93	1.80	2.75	0.00	0.00	0.00
	33	3.30	2.93	2.95	1.53	3.00	1.80	3.25	0.00	0.00	0.00

CUADRO #2.- Alturas medias del epicotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. Las estimaciones se hicieron desde los 4 hasta los 33 días posteriores a la siembra.

Variedad	Días posteriores a la siembra	PROFUNDIDADES (cm)								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
Pinto Americano	4	0.63	0.74	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	1.06	1.35	1.27	1.03	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	1.29	1.64	1.69	1.24	1.54	2.20	0.00	0.00	0.00
	10	1.23	1.92	1.97	1.38	2.01	3.10	0.00	0.00	0.00
	12	1.53	3.14	2.40	1.85	2.54	4.50	0.00	0.00	0.00
	15	1.93	3.65	2.90	2.57	2.68	4.80	0.00	0.00	0.00
	17	2.34	3.85	3.39	2.60	3.22	4.80	0.00	0.00	0.00
	19	3.18	3.95	4.19	2.95	3.99	5.90	0.00	0.00	0.00
	21	3.69	5.02	4.95	3.29	4.43	7.00	0.00	0.00	0.00
	23	4.17	5.57	5.65	3.67	5.42	8.00	0.00	0.00	0.00
	25	6.13	7.63	7.49	4.27	6.87	8.80	0.00	0.00	0.00
	27	7.63	9.08	8.79	4.77	7.97	9.60	0.00	0.00	0.00
	29	9.16	10.70	9.98	5.34	9.10	10.50	0.00	0.00	0.00
	31	13.60	14.86	12.95	7.51	12.52	16.70	0.00	0.00	0.00
33	19.20	18.70	15.37	8.60	15.14	18.50	0.00	0.00	0.00	
Jamapa	4	0.39	0.65	0.63	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	0.75	1.12	1.22	1.20	0.75	0.00	0.45	0.00	0.00
	8	0.85	1.35	1.46	1.06	1.02	0.85	1.75	0.00	0.00
	10	1.12	1.60	1.77	1.51	1.35	1.05	1.80	0.00	0.00
	12	1.60	1.94	2.39	2.04	1.77	1.45	1.86	0.00	0.00
	15	2.17	2.33	2.74	2.56	1.97	1.40	1.97	0.00	0.00
	17	2.30	2.82	2.80	2.69	2.36	2.10	2.53	0.00	0.00
	19	2.81	3.29	3.50	2.99	2.65	2.40	3.26	0.00	0.00
	21	3.22	3.72	4.12	3.33	2.93	2.70	3.96	0.00	0.00
	23	3.60	4.21	4.79	3.70	3.18	3.20	4.63	0.00	0.00
	25	4.70	4.93	6.06	4.13	3.93	3.50	6.45	0.00	0.00
	27	5.10	5.52	6.87	4.60	4.50	3.80	7.40	0.00	0.00
	29	5.47	6.09	7.59	5.02	5.05	4.20	8.35	0.00	0.00
	31	7.70	8.60	12.10	6.98	7.45	7.00	11.25	0.00	0.00
33	8.23	10.48	13.58	7.13	8.30	8.30	14.35	0.00	0.00	

tre profundidades, variedades ni entre la interacción profundidad-variedad (Cuadro 1A y Figura 11).

5.1.8. Velocidad de crecimiento del epicotilo.- Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia significativa entre profundidades, variedades y en la interacción profundidad-variedad (Cuadro 1A).

La velocidad máxima de crecimiento del epicotilo se encontró en las profundidades de 0 a 12 cm, fluctuando de 0.98 a 0.16 cm/día. Las velocidades mínimas estuvieron en las profundidades de 14 a 16 cm ambas con cero (Cuadro 12A).

La máxima velocidad de crecimiento del epicotilo de Pinto Americano, se encontró en las profundidades de 0 a 10 cm variando de 1.5 a 0.35 cm/día respectivamente, mientras que en Jamapa estuvieron en las profundidades menores de 12 cm, variando de 0.88 (a 4 cm) a 0.17 cm/día (a 12 cm). La velocidad mínima estuvo a 14 y 16 cm para ambos genotipos (Figura 12).

5.1.9. Área foliar.- Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia altamente significativa entre profundidades a los 23 y 33 días después de la siembra (Cuadro 1A).

A los 23 días después de la siembra, la máxima área foliar se produjo en las siembras a profundidades de 2, 4 y 8 cm con 62.01, 51.98 y 30.38 cm<sup>2</sup> respectivamente; mientras que la mínima estuvo en las profundidades de 6, 0, 12, 10, 14 y 16 cm con valores de 15.94 hasta 0.00 cm (Cuadro 13A y Figura 13).

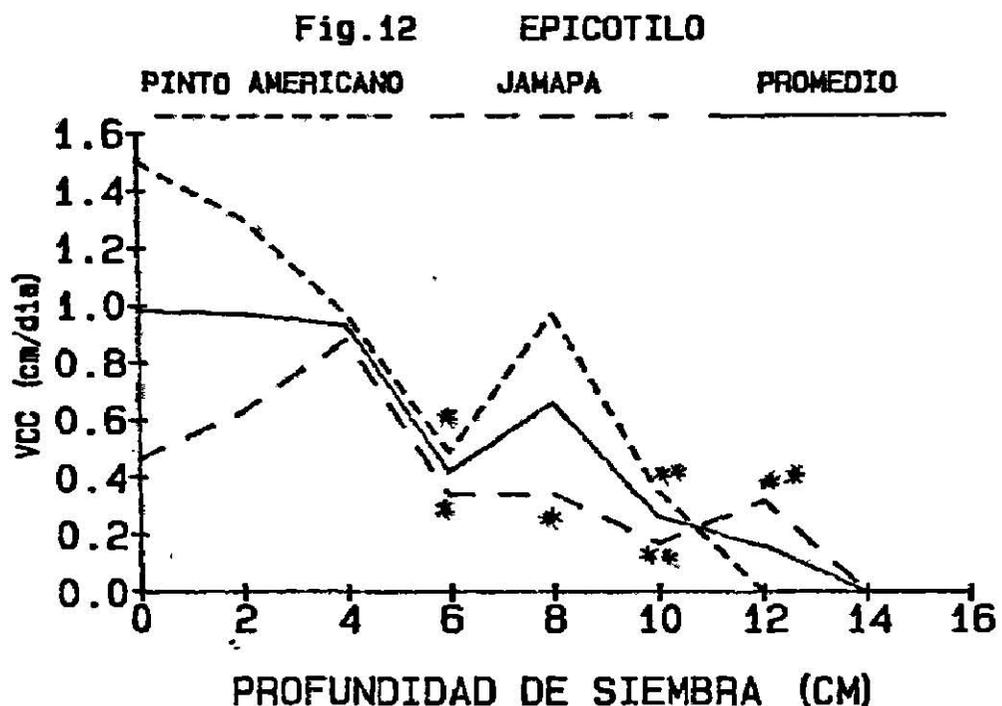
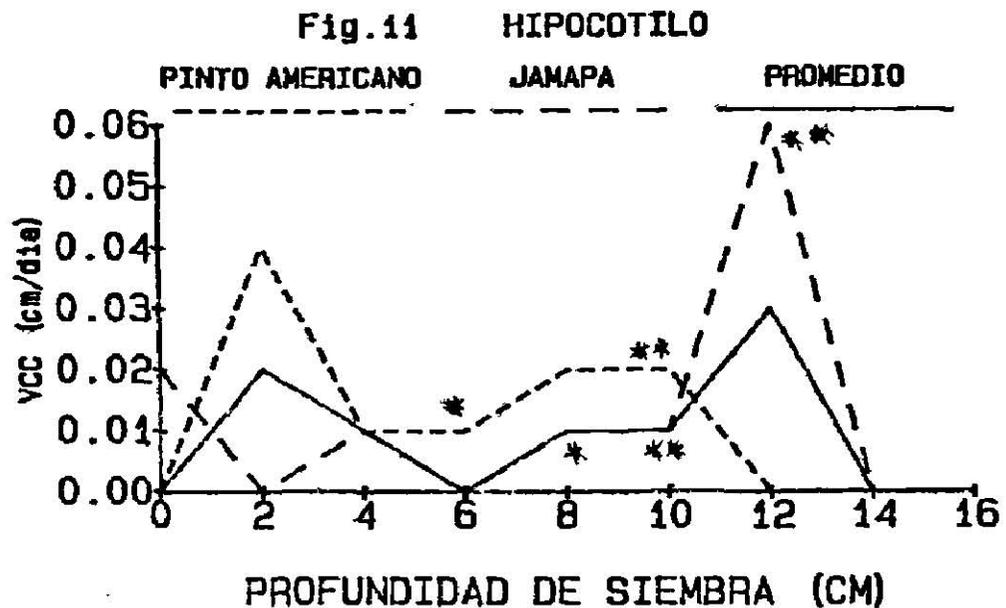
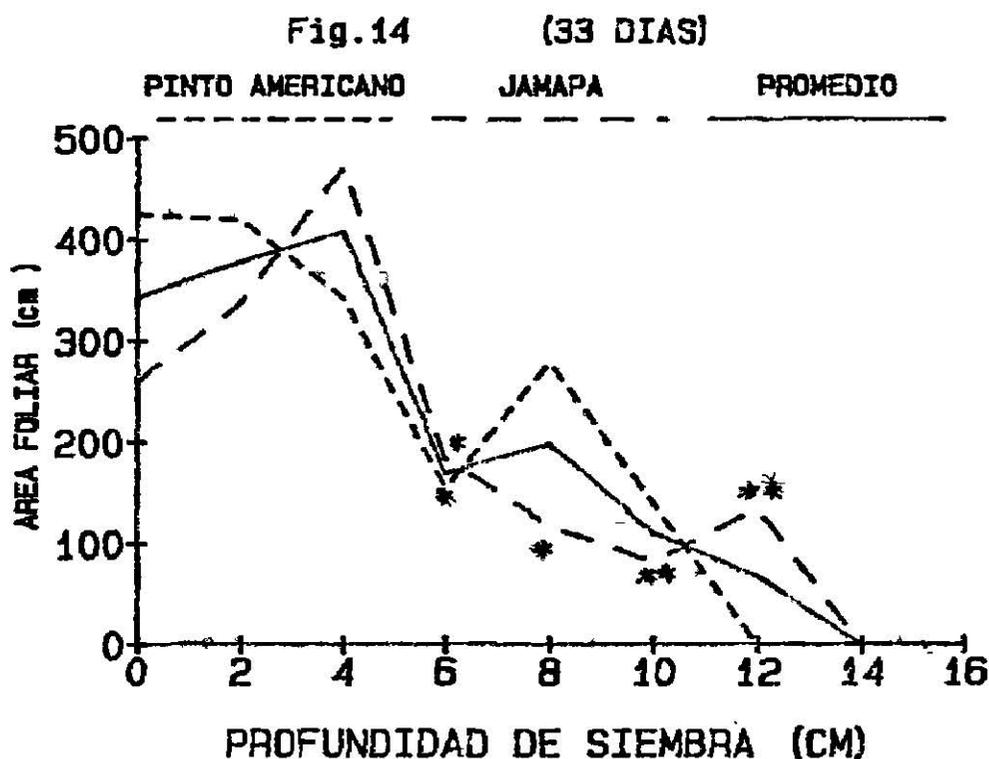
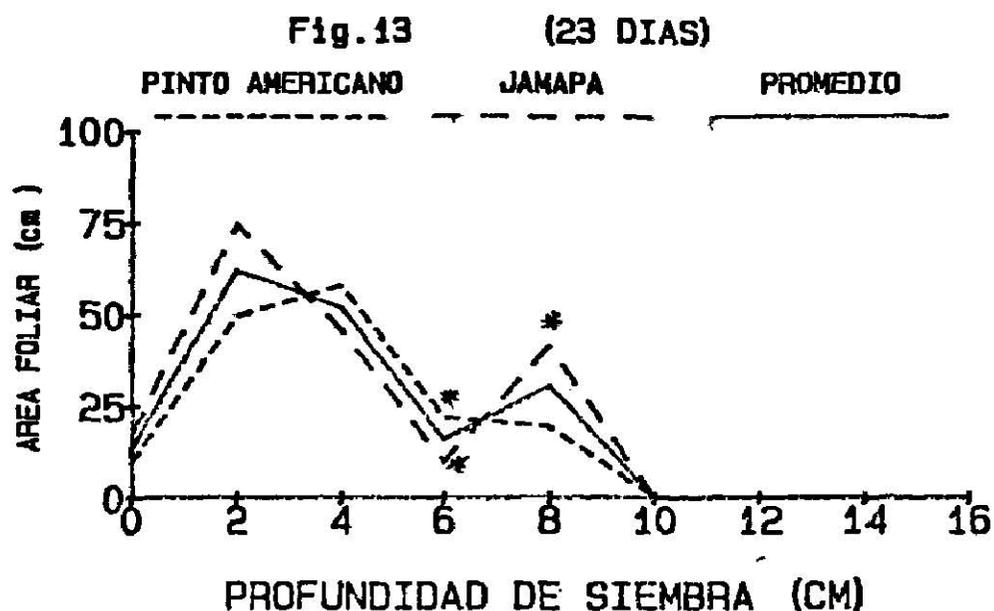


Fig 11 Y 12 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL HIPOCOTILO Y EPICOTILO DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL A 9 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO ENTRE LOS 23 Y LOS 33 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA

\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 40% DE EMERGENCIA

\*\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 15% DE EMERGENCIA



**Fig. 13 Y 14 AREA FOLIAR DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL A 9 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO A LOS 23 Y 33 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA**

**\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 40% DE EMERGENCIA**

**\*\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 15% DE EMERGENCIA**

A los 33 días en la profundidad de 10 cm o menores se obtuvieron las áreas foliares mayores, siendo de 406.54 cm<sup>2</sup> para 2 cm y 110.17 cm<sup>2</sup> para 10 cm de profundidad. Las áreas foliares menores fueron de 67.09 (a 12 cm) y de 0.00 cm<sup>2</sup> (a 14 y 16 cm de profundidad) (Figura 14).

## 5.2. Experimento #2 (maíz)

5.2.1. Porcentaje de emergencia, - Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia altamente significativa entre profundidades, variedades e interacción profundidad-variedad --- (Cuadro 2A).

Los resultados muestran una relación inversa entre la -- profundidad de siembra y el porcentaje de emergencia. La máxima emergencia se presentó a las profundidades de 0 a 8 cm, - variando de 95.89% para 4 cm hasta 67.06% para 8 cm. Las pro fundidades de 12, 10 y 14 cm tuvieron menos del 28% de emergen cia (Cuadro 14A).

Según el análisis estadístico en la variedad Ranchero - se encontraron los mayores porcentajes de emergencia en las - siembras a profundidades de 0 a 8 cm, cuya emergencia estuvo - en un rango de 98.19% (0 cm) a 80.61% (6 cm de profundidad), mientras que en el híbrido N.L.H-5 estuvieron a 4 (97.53%), -- 2 (84.88%), 0 (83.49%) y 6 cm (57.87%). La mínima emergencia - fué encontrada en las profundidades mayores de 10 cm con me-- nos del 40% (Figura 15).

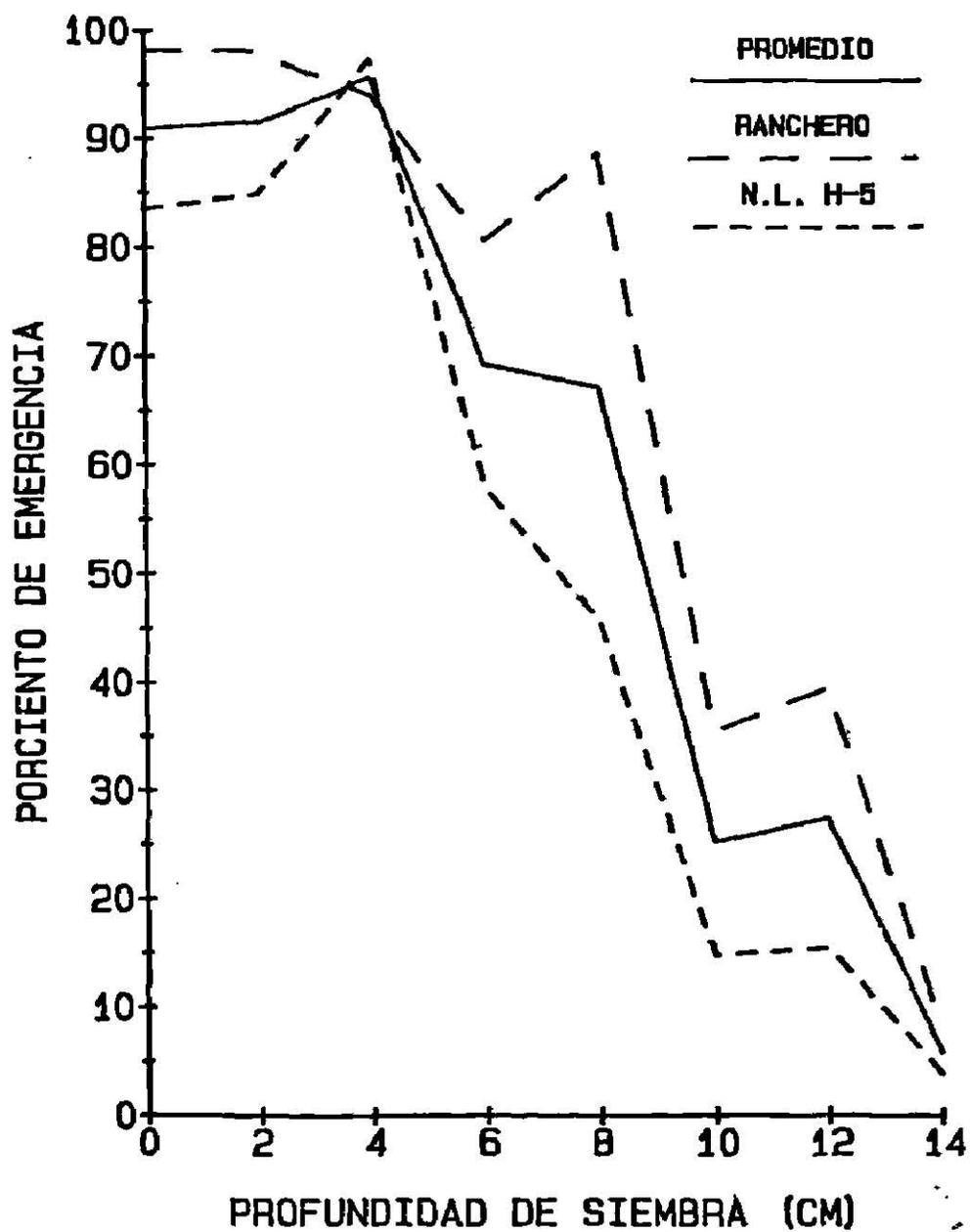


Fig. 15 PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE DOS GENOTIPOS DE MAIZ A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO A LOS 10 DIAS POSTERIORES DE LA SIEMBRA

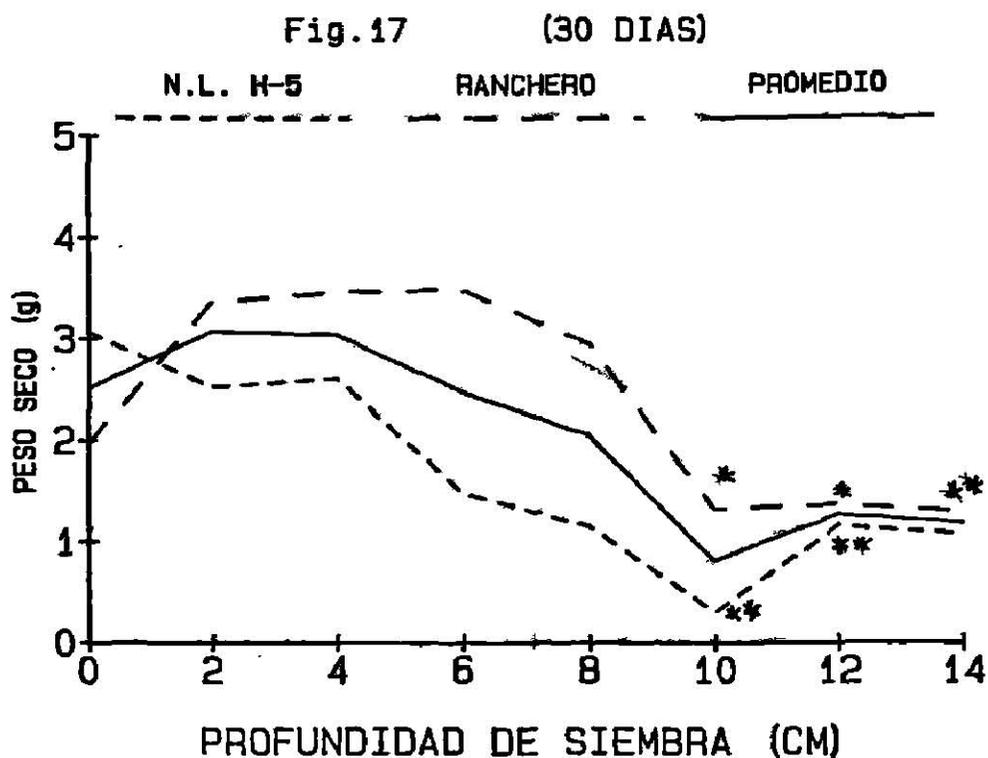
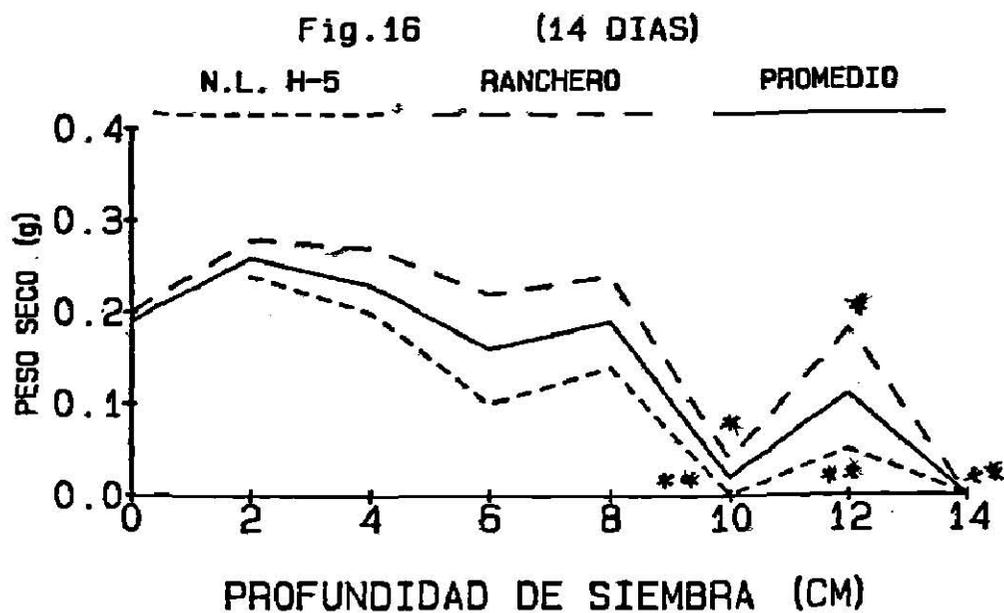
5.2.2. Peso seco.- Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia altamente significativa entre profundidades y entre variedades solamente a los 14 días después de la siembra (Cuadro 2A).

Se presentó una relación inversa entre la profundidad de siembra y el peso seco, encontrándose los valores máximos en las profundidades de 8 cm o menores, con un rango de 0.26 gr (2 cm) a 0.16 gr (6 cm de profundidad). El peso seco mínimo se encontró a 12(0.11 g ), 10(0.02 g ) y 14 cm(0.0) (Cuadro 15A y Figura 16 y 17).

5.2.3. Tasa relativa de crecimiento (TRC).- Los análisis estadísticos muestran que sólo hay diferencia significativa entre profundidades (Cuadro 2A). La TRC máxima fué encontrada en las profundidades menores a 12 cm, variando de 0.93 para 0 cm, hasta  $0.01 \text{ gg}^{-1}\text{día}^{-1}$  para 10 cm. La mínima fué de cero a los 14 cm de profundidad (Cuadro 15A y Figura 18).

5.2.4. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC).- Los análisis estadísticos muestran que no hay diferencia significativa entre profundidades, variedades ni en la interacción profundidad-variedad (Cuadro 2A y Figura 19).

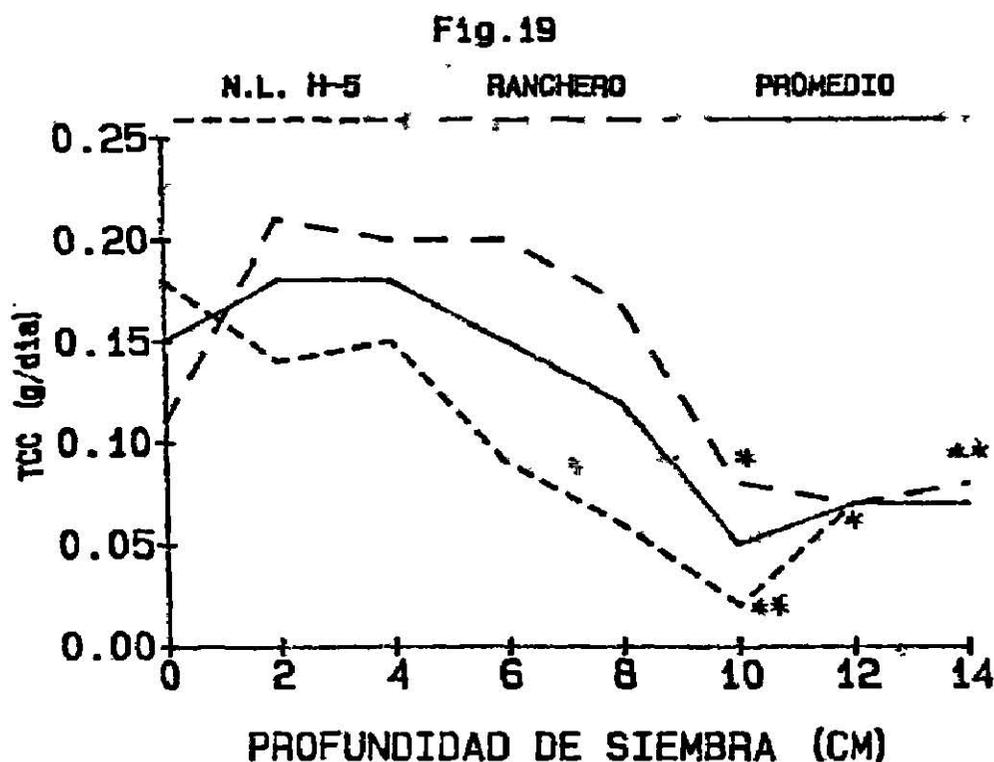
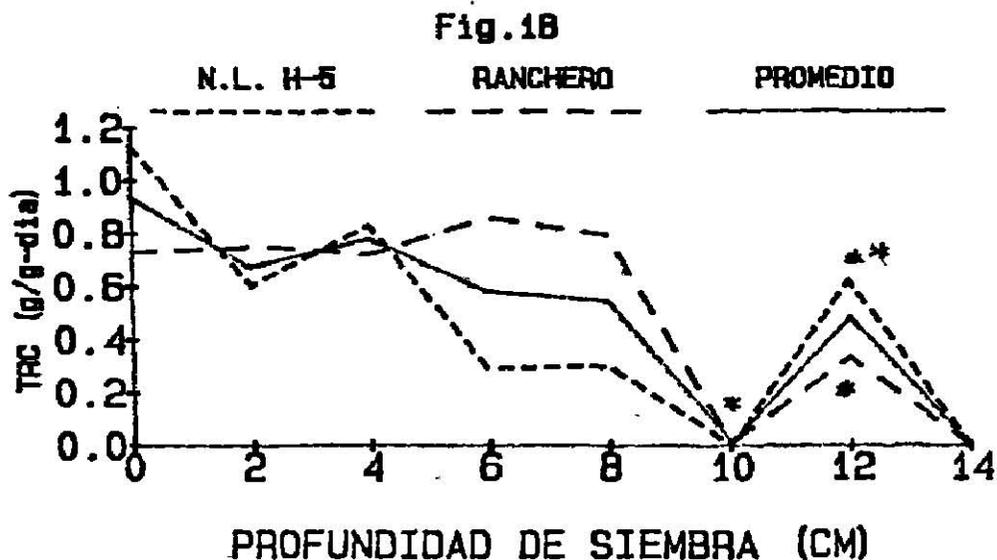
5.2.5. Altura de plántula.- Los análisis estadísticos señalan que sólo hay diferencia significativa entre variedades a los 14 días y altamente significativas entre profundidades a los 30 días después de la siembra (Cuadro 2A).



**Fig.16 Y 17 PESO SECO DE DOS GENOTIPOS DE MAIZ A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO A LOS 14 Y 30 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA**

\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 40% DE EMERGENCIA

\*\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 20% DE EMERGENCIA



**Fig 18 Y 19 TRC Y TCC DE DOS GENOTIPOS DE MAIZ A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO ENTRE LOS 14 Y 30 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA**

\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 40% DE EMERGENCIA

\*\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 15% DE EMERGENCIA

A los 14 días después de la siembra el híbrido N.L.H-5 con una altura promedio de 23.35 cm, fué superior a la variedad "Ranchero" que tan sólo alcanzó 14.77 cm de altura. En promedio en ambos genotipos, en esta misma etapa, la altura alcanza magnitudes que van de 26.56 cm en 10 cm hasta 7.5 cm en 14 cm de profundidad (Cuadro 16A).

A los 30 días después de la siembra, las profundidades mayores de 12 cm, tenían las máximas alturas, variando de 69.12 cm a 2 cm hasta 32.22 cm a 12 cm de profundidad. El valor mínimo fué de 22.89 cm a 14 cm de profundidad (Cuadro 3)

5.2.6. Velocidad de crecimiento.- Los análisis estadísticos señalan que no hay diferencia significativa entre profundidades, variedades ni en la interacción profundidad-variedad (Cuadro 2A y Figura 20).

5.2.7. Area foliar.- Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia altamente significativa entre profundidades y entre variedades a los 14 días y entre profundidades a los 30 días después de la siembra (Cuadro 2A).

A los 14 días después de la siembra, el área foliar máxima se produjo en siembras de 8 cm o menores, en un rango de 81.54 cm<sup>2</sup> (a 2 cm) hasta 59.86 cm<sup>2</sup> (a 6 cm de profundidad). Las áreas foliares menores fueron encontradas en las profundidades de 12(42.57 cm<sup>2</sup>), 10(8.37 cm<sup>2</sup>) y 14 cm (0.0) (Cuadro 17A y Figura 21).

CUADRO #3. Alturas medias de plántula en dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. Las estimaciones se hicieron desde los 4- hasta los 33 días posteriores a la siembra.

Variedad	Días posteriores a la siembra	PROFUNDIDADES (cm)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
N.L.H-5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	2.07	1.82	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	5.28	6.07	5.19	3.07	3.36	5.73	0.00	0.00
	10	9.48	11.29	9.75	7.00	6.73	9.32	5.10	8.70
	12	13.08	14.53	14.33	10.76	11.05	13.87	7.80	13.60
	15	13.52	18.63	19.21	14.89	14.42	16.57	11.67	17.90
	17	21.65	21.81	23.11	18.11	19.00	21.50	14.60	26.40
	19	26.93	24.72	28.05	21.88	21.53	25.56	19.85	29.60
	21	31.92	28.66	33.76	25.13	24.73	28.26	20.60	34.80
	23	35.96	32.90	38.08	27.95	27.64	30.06	23.25	38.50
	25	49.81	40.45	45.06	31.62	32.92	32.95	29.05	49.00
	27	50.53	46.36	50.52	36.27	25.71	38.16	29.75	54.30
	29	55.83	51.76	55.96	41.86	32.25	38.16	33.35	61.20
	31	59.32	55.54	59.93	47.10	35.50	38.16	36.00	67.50
	33	66.90	62.67	66.27	66.70	63.86	40.60	55.01	74.00
Ranchero	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	2.69	2.67	2.51	2.34	2.05	0.00	0.80	0.00
	8	6.04	7.78	7.86	7.14	6.54	5.94	5.62	0.00
	10	9.31	12.17	12.03	10.67	11.37	9.24	12.08	8.65
	12	13.15	16.75	16.46	15.17	15.50	14.00	18.64	13.10
	15	17.31	21.06	20.84	21.75	19.18	15.12	20.55	14.20
	17	20.56	24.59	24.24	23.56	24.40	18.35	25.84	18.60
	19	24.97	30.32	28.28	29.41	28.09	22.20	27.91	21.05
	21	28.33	34.82	33.89	36.75	33.47	27.35	34.69	25.85
	23	32.49	40.20	39.75	41.23	36.91	32.47	37.36	28.20
	25	37.48	52.23	48.05	48.70	46.07	36.98	46.60	36.45
	27	47.36	58.43	54.19	52.33	50.29	40.10	48.97	44.50
	29	49.15	64.35	59.94	58.72	52.56	43.77	51.67	60.15
	31	50.95	69.03	61.56	62.57	55.36	46.58	53.42	56.55
	33	57.55	75.55	69.09	71.59	59.49	52.40	55.45	63.35

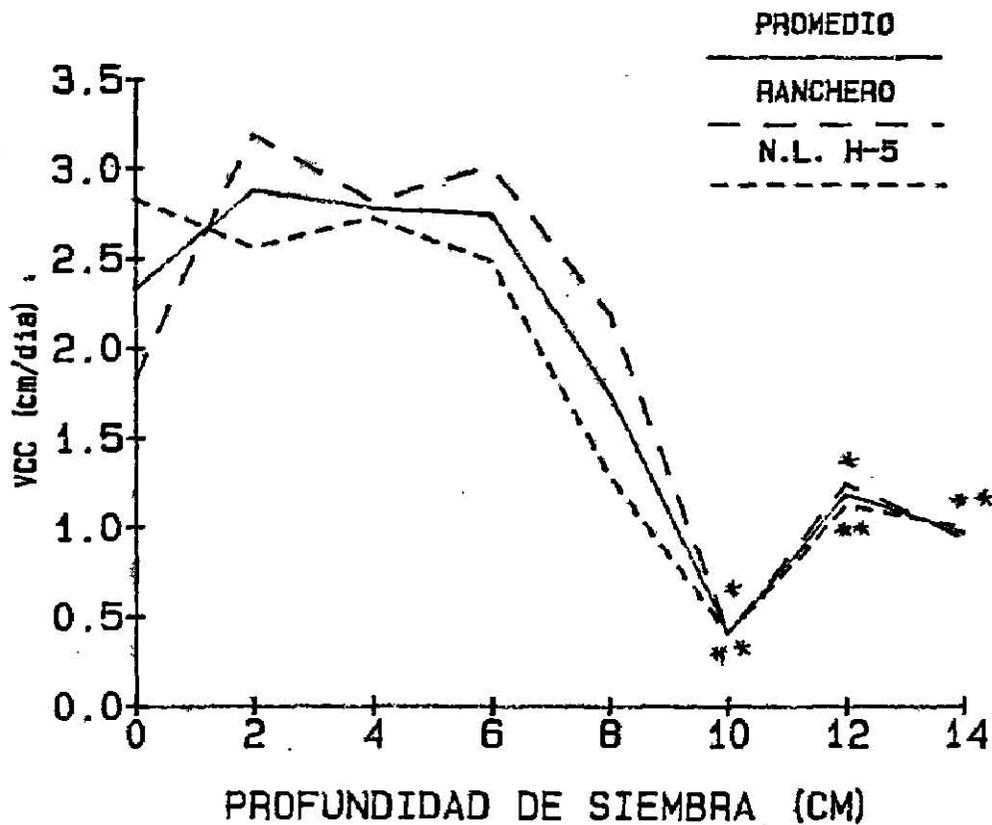


Fig 20 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE DOS GENOTIPOS DE MAIZ A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO ENTRE LOS 14 Y LOS 30 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA

γ

\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 40% DE EMERGENCIA

\*\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 15% DE EMERGENCIA

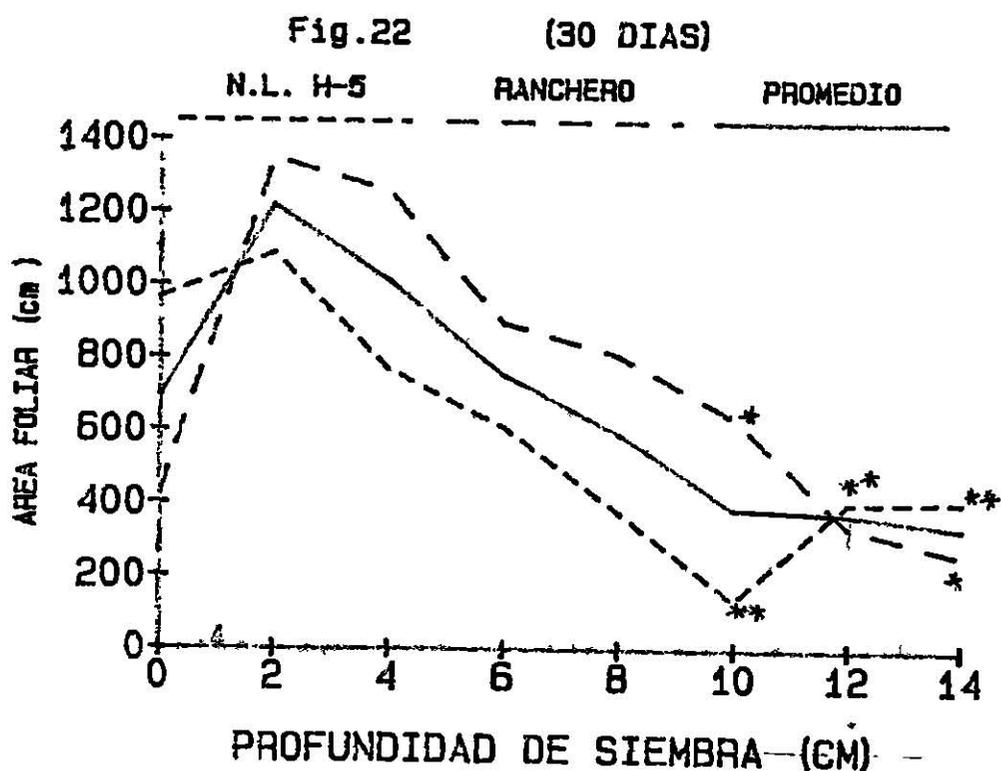
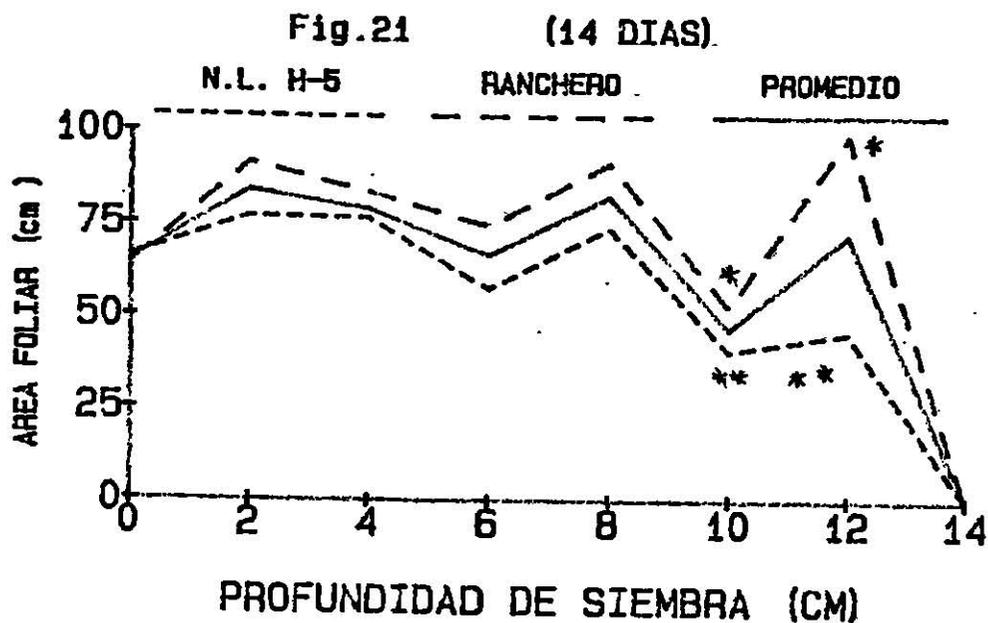


Fig. 21 Y 22 AREA FOLIAR DE DOS GENOTIPOS DE MAIZ A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO A LOS 14 Y 30 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA

\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 40% DE EMERGENCIA

\*\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 15% DE EMERGENCIA

A los 30 días después de la siembra, el área foliar máxi ma fué encontrada en profundidades de 8 cm o menores, siendo de 1217.97 cm<sup>2</sup> (a 2 cm) hasta 592.43 cm<sup>2</sup> (a 8 cm de profundidad). El área foliar más baja fué de 335.41 cm<sup>2</sup> a 14 cm de profundidad (Figura 22).

### 5.3 ✓ Experimento #3 (sorgo)

5.3.1. Porcentaje de emergencia.- Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia altamente significativa entre profundidades, variedades y en la interacción profundidad-variedad (Cuadro 3A).

En general, se presentó una relación inversa entre la profundidad de siembra y el porcentaje de emergencia. Los máximos porcentajes de emergencia fueron de 94.09 (2 cm), 92.2 (4 cm), 72.06 (0 cm) y 63.76% (6 cm), y los más bajos de 30.86 y 27.01% en 12 y 14 cm de profundidad respectivamente (Cuadro 18A).

En general, en todo el experimento el híbrido RB-3006 con emergencia de 68.44% supera a la línea LES 8-R que sólo alcanza 45.31%. Ambos tuvieron su máxima emergencia a 2 y 4 cm de profundidad. El primero de 95.06% en ambas profundidades y el segundo con emergencia de 93.12 y 89.34% respectivamente. La mínima emergencia fué a 12 y 14 cm en el caso de LES 8-R con 0% de emergencia (Figura 23).

5.3.2. Peso seco.- Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia altamente significativa entre variedades e interac

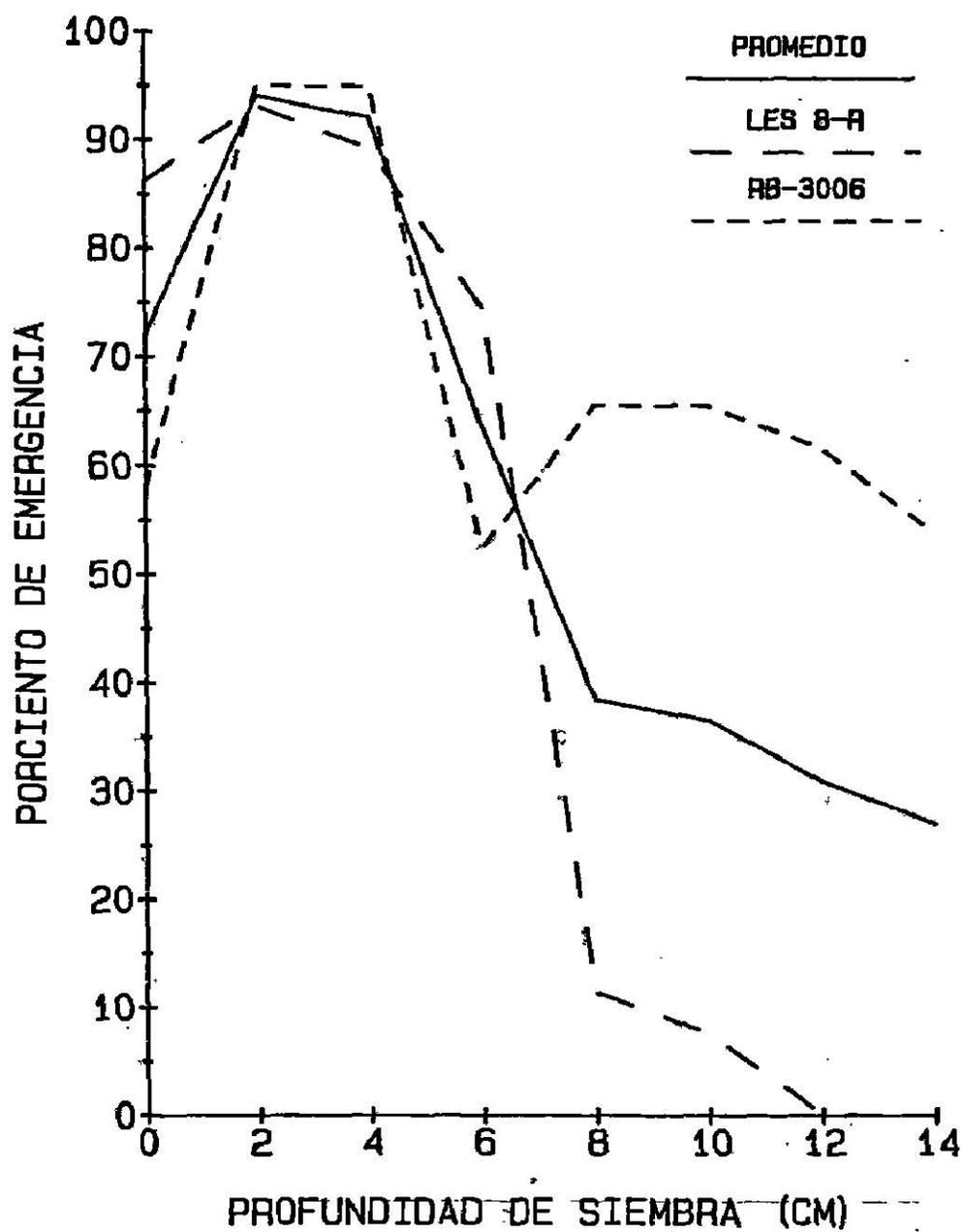


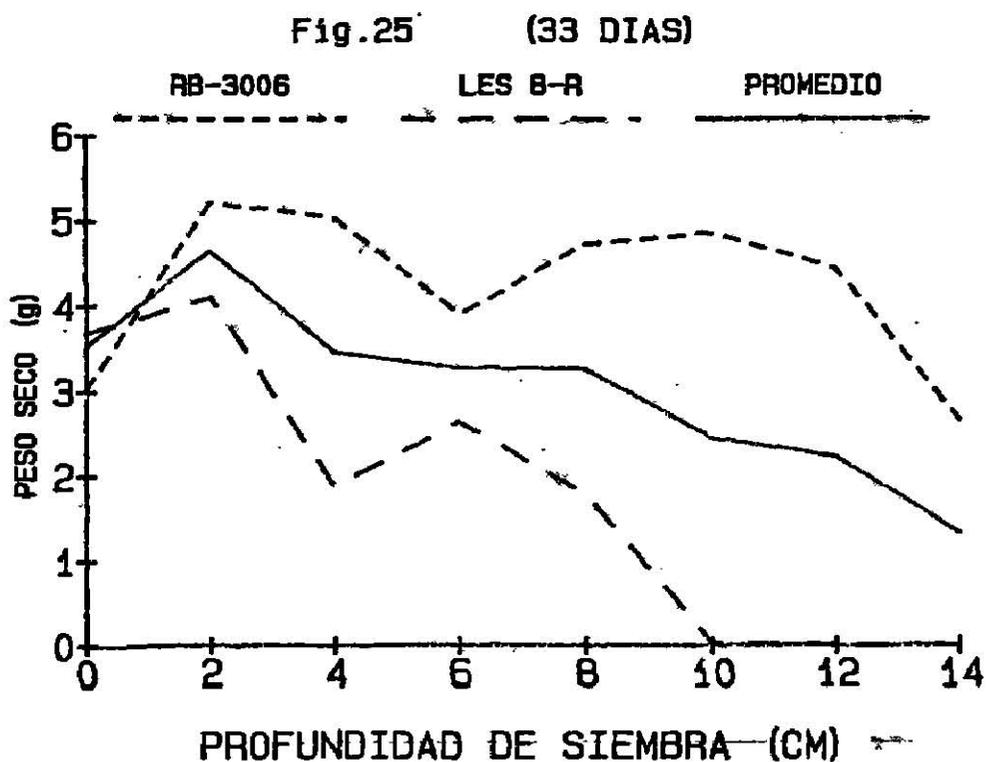
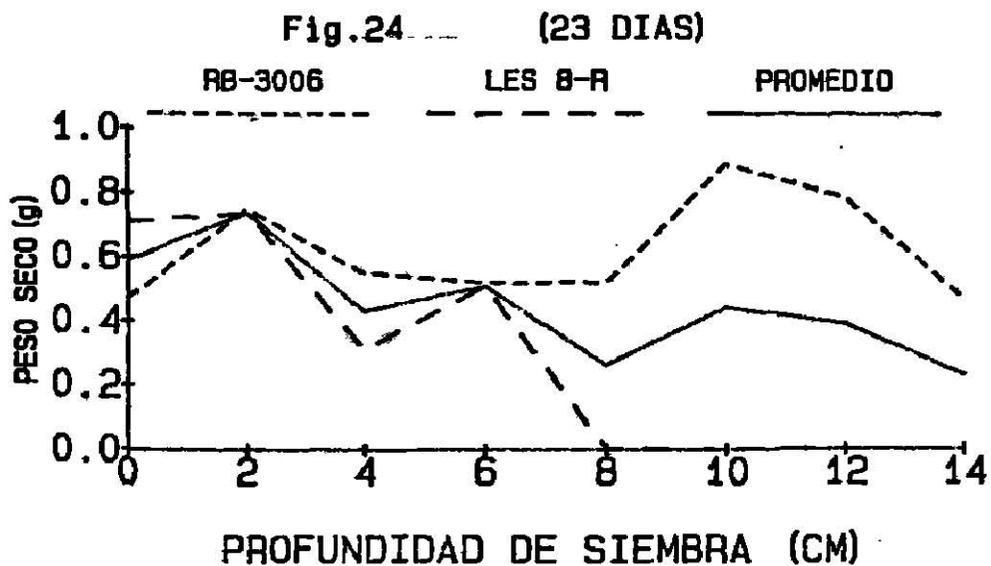
Fig. 23 PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE DOS GENOTIPOS DE SORGO A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO A LOS 10 DIAS POSTERIORES DE LA SIEMBRA

ción profundidad-variedad a los 23 y 33 días y sólo entre profundidades a los 33 días después de la siembra (Cuadro 3A).

A los 23 días después de la siembra, el máximo peso seco estuvo en el híbrido RB-3006 con un rango de 0.89 g (10 cm) a 0.47 g (14 cm) y en las profundidades de 6 cm o menos de LES 8-R con valores de 0.74 g (2 cm) a 0.51 g (6 cm). El mínimo peso seco lo presentó LES 8-R a profundidades de 8 a 14 cm con valores de cero (Cuadro 19A y Figura 24).

A los 33 días después de la siembra, el máximo peso seco fué en las profundidades de 0 a 12 cm con un rango de 4.66 g (2 cm) a 2.22 g (12 cm de profundidad). El peso seco menor fué de 1.33 g a 14 cm de profundidad. En esta misma etapa los pesos secos máximos estuvieron en el híbrido RB-3006 y en las profundidades superficiales de LES 8-R, con un rango de 5.23 g (RB-3006 a 2 cm) hasta 1.78 g (LES 8-R a 8 cm). El peso seco mínimo lo presentó LES 8-R a profundidades de 10 (0.03 g), 12 (0 g) y 14 cm (0 g) (Cuadro 20A y Figura 25).

5.3.3. Tasa relativa de crecimiento (TRC).- Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia altamente significativa entre profundidades, variedades y en la interacción profundidad-variedad. Se encontraron las tasas mayores en las profundidades de 4 ( $0.85 \text{ gg}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), 2 ( $0.59 \text{ gg}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), 0 ( $0.53 \text{ gg}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) y 6 cm ( $0.33 \text{ gg}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) y las menores en las profundidades de 8 cm o mayores con rango de  $0.25 \text{ gg}^{-1} \text{ día}^{-1}$  (12 cm) hasta  $0.17 \text{ gg}^{-1} \text{ día}^{-1}$  (8 cm de profundidad) (Cuadro 3A y 21A).



**Fig. 24 Y 25 PESO SECO DE DOS GENOTIPOS DE SORGO A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO A LOS 23 Y 33 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA**

**\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 25% DE EMERGENCIA**

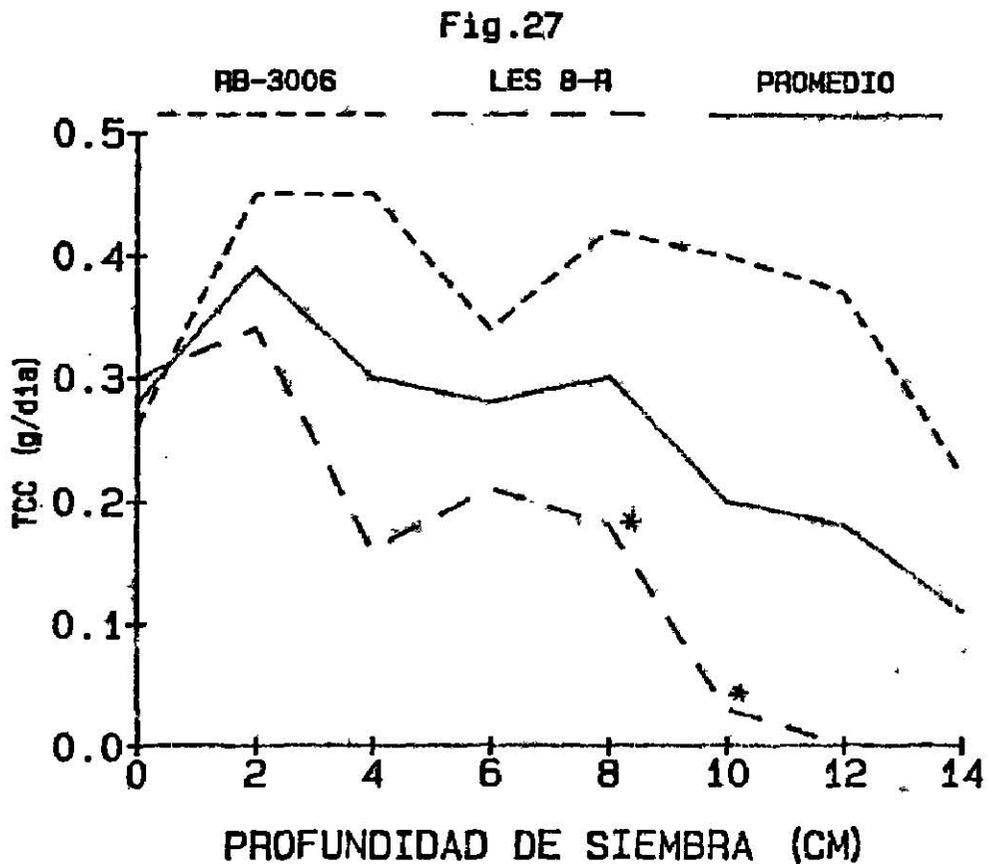
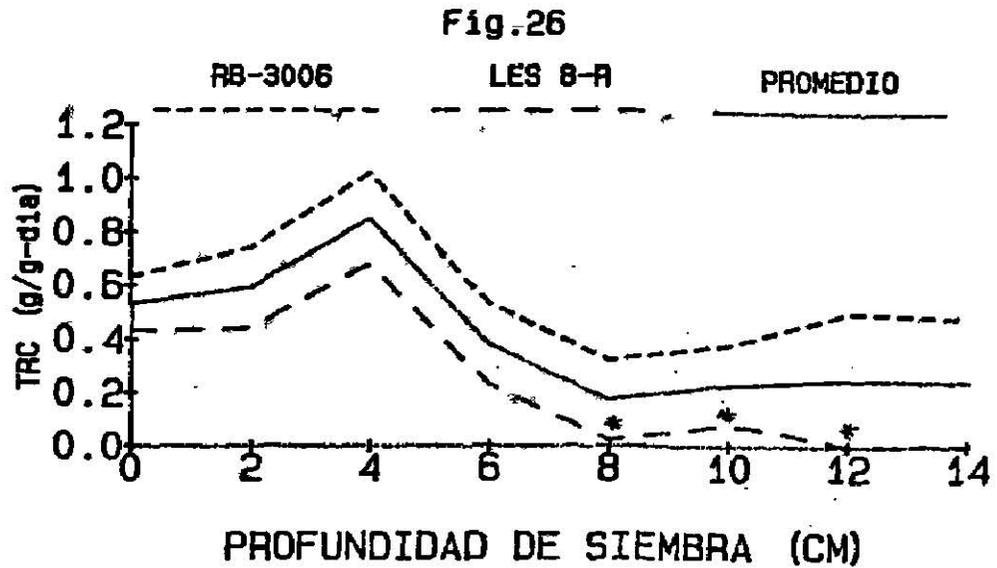
En el caso específico de cada variedad la Tasa Relativa de Crecimiento más alta la presentó el híbrido RB-3006 en todas las profundidades y la línea LES 8-R a 6 cm o menos. El rango fué de 1.02 (RB-3006 a 4 cm) hasta 0.23 (LES 8-R a 6 cm de profundidad). La tasa mínima estuvo en 12 y 14 cm de profundidad de LES 8-R con valor de cero (Figura 26).

5.3.4. Tasa de crecimiento del cultivo.- Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia altamente significativa entre profundidades, variedades y en la interacción profundidad-variedad (Cuadro 34).

Las tasas de crecimiento máximas estuvieron en las profundidades de 0 a 12 cm, con rango de 0.39 (2 cm) hasta 0.18 g/día (a 12 cm de profundidad), en cambio la tasa menor fué de 0.11 g/día a 14 cm de profundidad (Cuadro 22A).

En el caso específico de cada variedad las tasas de crecimiento más altas las presentó el híbrido RB-3006 en todas las profundidades y la línea LES 8-R a 8 cm o menos. El rango fué de 0.45 g/día (RB-3006 a 2 cm) hasta 0.16 g/día (LES 8-R a 4 cm de profundidad). La tasa mínima estuvo en 10, 12 y 14 cm de profundidad de LES 8-R con valor de cero (Figura 27):

5.3.5. Altura de plántula.- Los análisis estadísticos muestran que hubo diferencia significativa para profundidades y variedades a los 23 y 33 días y solo para la interacción profundidad-variedad a los 33 días después de la siembra. (Cuadro 3A)



**Fig 26 Y 27 TRC Y TCC DE DOS GENOTIPOS DE SORGO A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO ENTRE LOS 23 Y 33 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA**

**\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 25% DE EMERGENCIA**

A los 23 días después de la siembra, las alturas máximas estuvieron en las profundidades de 0 a 6 cm con valores que fluctúan de 34.92 cm (a 2 cm) a 22.94 cm (a 6 cm de profundidad), mientras que los valores mínimos estuvieron en un rango de 17.69 cm (a 10 cm) hasta 11.33 cm (a 8 cm de profundidad). En esta misma etapa, las alturas máximas se registraron en el híbrido RB-3006 y en las profundidades de 6 cm o menos de LES 8-R con un rango de 36.27 cm (RB-3006 a 2 cm) hasta 20.88 cm (LES 8-R a 4 cm de profundidad). Las alturas mínimas estuvieron en las profundidades de 8 a 14 cm de LES 8-R con valores de cero (Cuadro 23A).

A los 33 días después de la siembra, las alturas máximas se presentaron en las siembras de 6 cm de profundidad o menos fluctuando de 67.98 cm (a 2 cm) hasta 57.36 cm (a 6 cm de profundidad). Las alturas mínimas estuvieron a 10 (40.76 cm), 12 (33.11 cm) y 14 cm (29.59 cm) de profundidad de siembra. En esta misma etapa las máximas alturas las presentó el híbrido RB-3006 en todas sus profundidades y en las siembras de 8 cm o menores en la línea LES 8-R, las alturas estuvieron en un rango de 72.81 cm (RB-3006 a 2 cm) hasta 51.40 cm (LES 8-R a 8 cm de profundidad). Las alturas mínimas fueron de cero encontrándose en LES 8-R a 12 y 14 cm de profundidad (Cuadro 24A y 4).

5.3.6. Velocidad de crecimiento.- Los análisis estadísticos muestran que hay diferencia altamente significativa entre profundidades, variedades y en la interacción profundidad-varie-

CUADRO #4.- Alturas medias de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. Las estimaciones se hicieron desde los 4 hasta los 33 días posteriores a la siembra.

Variedad	Días posteriores a la siembra	PROFUNDIDADES (cm)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
RB-3006	4	1.26	1.38	1.34	1.00	0.95	0.79	0.50	0.00
	6	3.14	4.34	4.61	3.81	3.43	3.71	2.72	2.13
	8	6.21	4.40	8.68	7.22	7.42	8.25	5.67	4.73
	10	8.71	11.40	11.61	11.01	11.33	12.45	10.03	8.24
	12	11.62	15.54	14.93	14.41	14.53	15.96	12.65	11.10
	15	12.71	17.17	16.60	15.91	17.20	18.35	15.31	13.51
	17	16.01	21.89	20.39	19.36	20.60	22.34	19.59	17.03
	19	18.13	25.04	23.24	21.36	23.29	24.70	22.52	21.15
	21	20.61	28.43	25.67	23.07	26.12	27.28	26.16	23.46
	23	23.12	32.08	28.44	25.22	29.29	30.93	29.87	24.86
	25	26.50	36.27	31.91	28.30	33.49	35.37	34.42	26.07
	27	33.61	46.34	45.69	36.09	42.40	42.05	40.57	32.45
	29	39.70	54.44	52.58	43.00	49.58	51.73	48.01	39.85
	31	46.99	61.26	59.05	49.07	58.05	58.38	54.93	46.16
	33	53.78	67.63	65.61	57.06	62.82	65.98	63.26	53.62
35	58.15	72.80	70.36	59.58	67.64	72.81	66.21	59.17	
LES 8-R	4	1.78	1.39	1.32	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	4.60	4.56	3.73	3.50	1.07	0.00	0.00	0.00
	8	7.62	7.31	6.68	5.88	4.03	0.00	0.00	0.00
	10	10.85	10.99	9.89	10.16	6.50	1.70	0.00	0.00
	12	13.47	13.59	12.12	12.62	9.20	3.00	0.00	0.00
	15	15.98	15.90	12.96	14.27	10.13	3.05	0.00	0.00
	17	19.55	20.38	15.26	17.78	13.23	3.20	0.00	0.00
	19	22.10	23.95	17.04	18.93	14.50	3.35	0.00	0.00
	21	24.27	27.00	18.03	20.25	16.23	3.70	0.00	0.00
	23	27.04	29.64	19.34	22.28	17.30	4.35	0.00	0.00
	25	29.90	33.56	20.87	24.65	19.67	5.40	0.00	0.00
	27	35.49	40.43	28.07	30.46	25.50	9.55	0.00	0.00
	29	41.03	46.84	32.36	36.30	31.73	13.33	0.00	0.00
	31	46.77	52.87	36.30	42.98	38.53	18.15	0.00	0.00
	33	52.38	59.82	41.80	51.34	47.57	23.50	0.00	0.00
35	56.75	62.98	45.22	55.13	51.40	26.10	0.00	0.00	

dad (Cuadro 3A).

Las máximas velocidades de crecimiento se encontraron en las profundidades de 8 y 6 cm, con valores de 4.82 y 3.44 --- cm/día respectivamente, mientras que los mínimos estuvieron a 14 y 12 cm; 1.66 y 1.59 cm/día respectivamente (Cuadro 25A).

El híbrido RB-3006 con 3.65 cm/día, sobrepasó a la línea LES 8-R que solo alcanzó una velocidad de crecimiento de 2.14 cm/día. En esa misma etapa, las velocidades máximas las registró el híbrido RB-3006 en todas las profundidades, y la línea LES 8-R en las de 6 y 8 cm, con un rango de 5.14 cm/día (LES -- 8-R a 8 cm) a 3.05 cm/día (LES 8-R a 6 cm de profundidad). Las mínimas fueron de 0 cm/día para LES 8-R a 12 y 14 cm de profundidad (Figura 28).

5.3.7. Área foliar.- Los análisis estadísticos muestran que -- hay diferencia altamente significativa entre profundidades, -- variedades y en la interacción profundidad-variedad (Cuadro -- 3A).

A los 23 días la mayor área foliar estuvo en las profundidades de 12 cm o menos con rango de 173.04 cm<sup>2</sup> (a 2 cm) hasta 60.84 cm<sup>2</sup> (a 8 cm de profundidad). En esta misma etapa, las áreas foliares máximas se presentaron en todas las profundidades del híbrido RB-3006 y en las de 6 cm o menores en la línea LES 8-R, fluctuando de 225.24 cm<sup>2</sup> (10 cm de RB-3006) hasta --- 80.84 cm<sup>2</sup> (LES 8-R a 4 cm de profundidad) mientras que los valores menores fueron de cero a 10, 12 y 14 cm de profundidad de

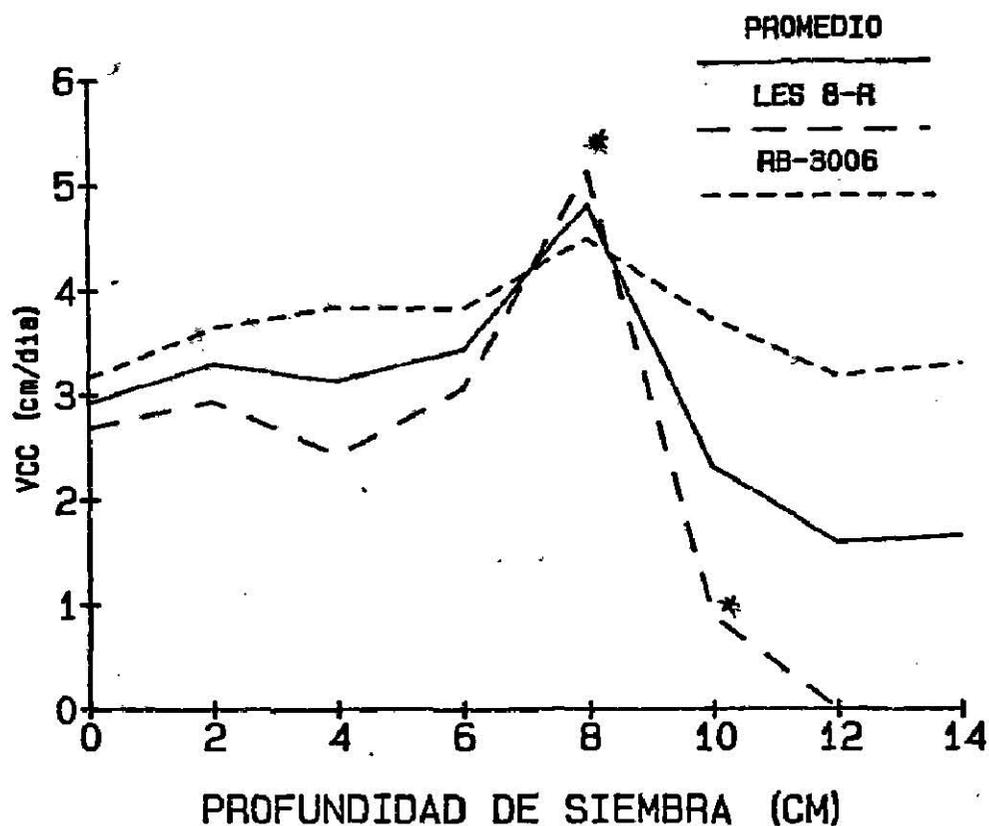


Fig 28 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE DOS GENOTIPOS DE SORGO A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO ENTRE LOS 23 Y LOS 33 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA

\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 25% DE EMERGENCIA

LES 8-R (Cuadro 26A y Figura 29).

A los 33 días el área foliar máxima estuvo en las siembras de 8 cm o menos, con valores que van de 739.08 cm<sup>2</sup> (a 2 cm) hasta 437.37 cm<sup>2</sup> (a 8 cm de profundidad), mientras que la menor estuvo en las profundidades de 12, 10 y 14 cm con 331.18, 328.24 y 205.33 cm<sup>2</sup> respectivamente. En esta misma etapa, el híbrido RB-3006 y las siembras a 8 cm o menores de LES 8-R tuvieron las áreas foliares mayores con rango de 751.25 cm<sup>2</sup> --- (LES 8-R a 2 cm) hasta 350.48 cm<sup>2</sup> (LES 8-R a 8 cm de profundidad), mientras que las mínimas fueron de cero en las profundidades de 12 y 14 cm de LES 8-R (Cuadro 27A y Figura 30).

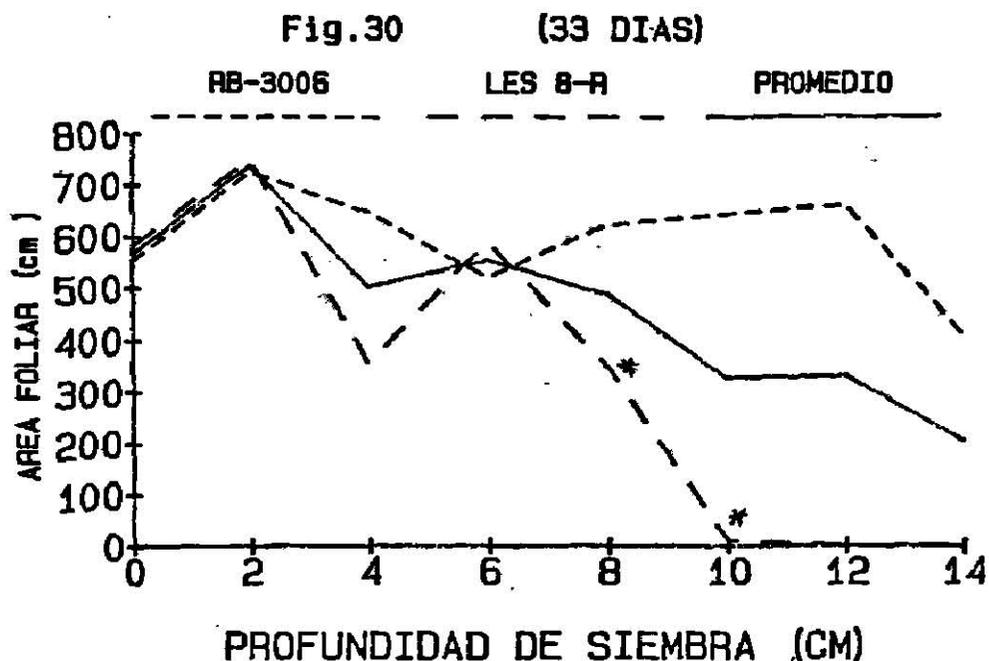
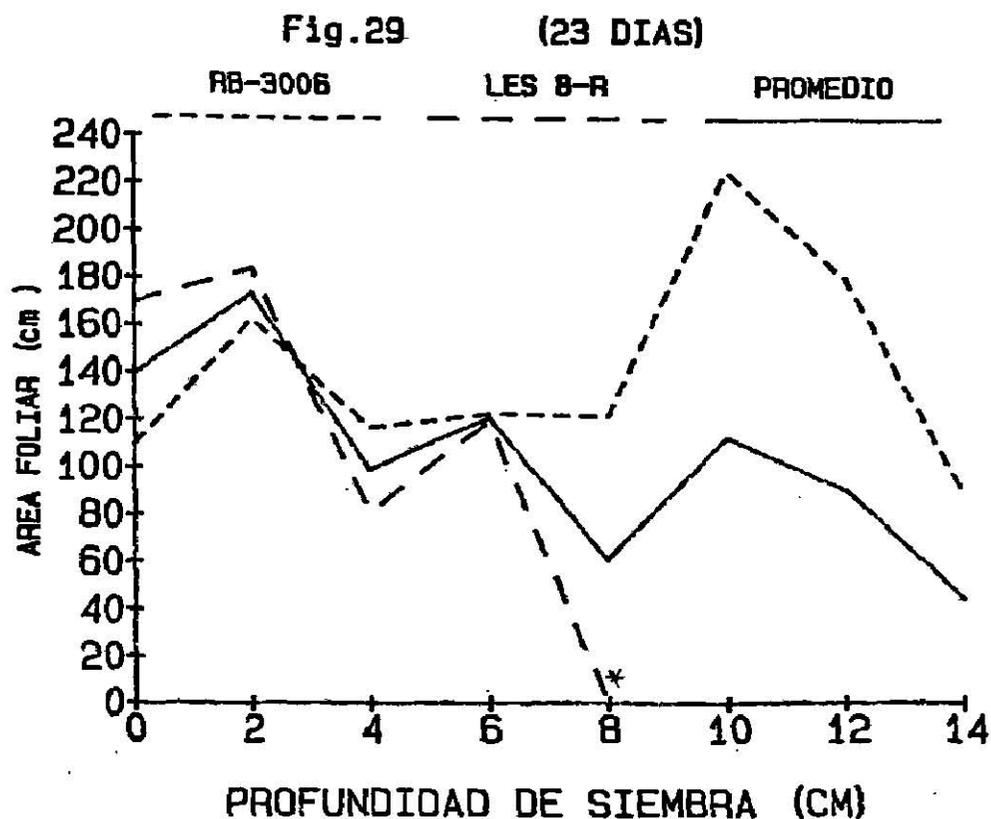


Fig. 29 Y 30 AREA FOLIAR DE DOS GENOTIPOS DE SORGO A 8 PROFUNDIDADES DE SIEMBRA. LA ESTIMACION SE HIZO A LOS 23 Y 33 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA

\* DATOS OBTENIDOS DE TRATAMIENTOS CON MENOS DEL 25% DE EMERGENCIA

## 6. DISCUSION

### 6.1. Discusión del experimento #1 (frijol)

La tendencia de los resultados coincide en general con los estudios efectuados por Treviño (1984), Cuellar (1985) y Crespo (1985). Su metodología fué similar a la del presente trabajo a diferencia que en dichos estudios las siembras se hicieron a tierra venida. El comportamiento de las plántulas en la presente investigación, fué similar a los anteriores trabajos salvo que el máximo vigor se obtuvo en siembras más superficiales.

Era de esperarse que la costra formada haya provocado -- que los estimadores del máximo vigor de plántulas se hayan obtenido en profundidades de siembra más superficiales que las reportadas por los autores ya mencionados, la costra debió -- oponer mayor resistencia para la emergencia de las plántulas -- y consecuentemente se registró mayor gasto de energía para -- llegar a la superficie, con sus repercusiones en el vigor de las plántulas emergidas.

Así tenemos que, mientras en el presente trabajo el máximo porcentaje de emergencia (82.60%) se obtuvo en un rango de 0 a 8 cm de profundidad de siembra, en los estudios a tierra venida se reporta un máximo porcentaje (80.00%) hasta 12 cm. La mínima emergencia (0.0%) la encontramos en siembras de 10 cm o más de profundidad, en cambio Treviño (1984), Cuellar -- (1985) y Crespo (1985) aún a 16 cm reportan plántulas emergidas (44.00%).

De la misma manera los resultados sobre peso seco indican el mismo comportamiento a la variable anterior, aunque el rango de profundidad de siembra donde se obtuvo los máximos valores fué aun más reducido (2 a 4 cm), mientras que en los trabajos de Cuellar (1985) y Crespo (1985) se reporta igual peso seco de las plántulas desde los 2 hasta los 12 cm. Las diferencias se pueden explicar también en base a las condiciones de preemergencia, ya que en el presente trabajo se formó la costra con los efectos ya discutidos mientras que en los otros trabajos no existió dicho problema.

La tasa de crecimiento del cultivo tuvo la misma tendencia al porcentaje de emergencia y al peso seco, presentando las máximas tasas en un rango de profundidad de siembra reducido (0 a 8 cm). Es evidente la relación inversa que prevaleció entre la profundidad de siembra y la TCC a excepción de Jamapa en profundidades de 0 y 2 cm. No obstante lo anterior, los resultados nos muestran que no se presentó diferencias en el efecto de los tratamientos sobre la TRC.

Las alturas máximas de hipocotilo a lo largo de todo el experimento fueron encontradas en las siembras de 0 a 4 cm de profundidad, mientras que para las del epicotilo este rango se extendió de 0 a 10 cm al finalizar el experimento. Resultados similares fueron obtenidos por Cuellar (1985), reportando las alturas máximas en rangos de profundidades de siembra de 2 a 16 cm. Como puede apreciarse este rango es mayor que el encontrado en el presente trabajo y a su vez no incluye la

profundidad de cero. Estas diferencias son debidas a las condiciones de siembra, es decir, por un lado las realizadas a tierra venida, no son favorables para la germinación de las semillas sembradas superficialmente sucediendo por lo general que la capa superficial del suelo se deshidrate y que la semilla se "vacie", a su vez este sistema de siembra si favorece las siembras profundas (16 cm), situación que no se dá en las siembras en seco debido a los efectos inherentes de la formación de la costra.

Pese a que hubo diferencia en las alturas del hipocotilo no fué registrada ésta para la velocidad de crecimiento del mismo. No se observa claramente ninguna tendencia, es decir, las dos variedades a lo largo de todas las profundidades tuvieron la misma respuesta, por lo tanto aunque algunos tratamientos presentaron mayor elongación del hipocotilo, todos lo hicieron con la misma velocidad. Por otro lado, para la velocidad de crecimiento del epicotilo se observa claramente una relación inversa con respecto a la profundidad de siembra, encontrándose las máximas velocidades en las profundidades de siembra menores a 12 cm. Hay que aclarar que las mínimas velocidades fueron de cero, es decir, en tratamientos con 0% de emergencia (14 y 16 cm de profundidad).

A los 23 días posteriores a la siembra las máximas áreas estaban en las profundidades medias (2,4 y 8 cm) concordando con Cuellar (1985) y Crespo (1985) que a los 15 días posteriores a la siembra las encontraron a 2, 4 y 6 cm de profundidad.

Al final del experimento (33 días posteriores a la siembra) - se observa una relación inversa entre el área foliar y la profundidad de siembra, encontrando las máximas áreas en rango - de 0 a 10 cm, siendo éste más superficial que el reportado -- por Cuellar (1985) (2 a 12 cm) y Crespo (1985) (2 a 10 cm).

## 6.2. Experimento #2 (Maíz)

Los resultados encontrados en el presente trabajo coinciden en forma general con los obtenidos por Treviño (1984) en estudios a tierra venida, aunque éste difiere del presente -- trabajo en no incluir las siembras superficiales (0 y 2 cm) - en el rango de profundidades en las que en nuestro caso se obtuvo el máximo vigor de plántula.

Así tenemos que Treviño (1984) encontró una relación inversa entre el porcentaje de emergencia y la profundidad de siembra, similar a lo que se obtuvo en el presente trabajo. El hecho de que en este aspecto no difieran en gran medida -- los resultados de ambos trabajos, tomando en cuenta que el de Treviño fué realizado a tierra venida y el presente bajo condiciones de siembra en seco, con las repercusiones propias de la formación de la costra del suelo sobre la emergencia de -- las plántulas, puede ser debido a la naturaleza hipógea del - maíz, lo cual disminuye los efectos de la costra sobre la --- emergencia de las plántulas, contrario a lo que sucedería si comparamos plantas epigeas, tal como ocurrió en el experimento #1 (frijol).

En relación al peso seco Treviño (1984) encontró que a lo largo de todo el experimento, las profundidades medias (7.5 cm) eran las que producían los máximos pesos secos, difiriendo con el presente experimento, en el que no hubo diferencia entre las plántulas sembradas desde 0 hasta 8 cm de profundidad. Por otra parte el hecho de que a los 14 días posteriores a la siembra se hayan registrado diferencias en el peso seco y a los 30 días estas hayan desaparecido, puede deberse a las diferencias en el gasto de energía que sufrieron las plántulas para emerger, es decir, las plántulas que emergieron de profundidades más superficiales tuvieron menor gasto de energía y como consecuencia se encontraron más vigorosas al momento de empezar su crecimiento (producción de materia seca), en cambio las que se encontraban a profundidades mayores tuvieron que gastar más energía e inclusive en ocasiones agotar ésta sin lograr emerger. Esta diferencia en las plántulas emergidas, al principio fué muy marcada pero a medida que pasaba el tiempo fué disminuyendo.

Por otro lado, aunque en la TRC sólo la profundidad de 14 cm fué estadísticamente inferior al resto, se observa la tendencia de la relación inversa entre la TRC y la profundidad de siembra. El hecho de que no se hayan presentado las diferencias pudo ser debido a la poca diferencia registrada entre los pesos secos del primer muestreo sucediendo lo mismo en el segundo. Debido a lo anterior y comportandose en forma similar, la TCC no presentó diferencias en el efecto de los tratamientos.

De igual manera, la altura de plántula presentó diferencia estadística solamente al final del experimento (33 días) - en la profundidad de 14 cm. No obstante también se observa la tendencia de la relación inversa entre la altura de la plántula y la profundidad de siembra. Esto mismo se observa para la velocidad de crecimiento del cultivo pese a que no se registraron diferencias.

Al igual que algunas variables ya mencionadas el área foliar presentó una relación inversa con la profundidad de siembra; presentando las máximas áreas en un rango de 0 a 8 cm de profundidad a lo largo de todo el experimento. El comportamiento general explica claramente el efecto que tiene la profundidad de siembra sobre los estimadores del vigor de las plántulas, aunado a esto, el efecto que consigo trae la formación de la costra del suelo justamente antes de la emergencia, afectando así, en forma directa al proceso de emergencia de las plántulas y por lo tanto su vigor.

### 6.3. Experimento #3 (sorgo)

Los resultados del presente trabajo confirman en forma general la hipótesis planteada. Se observó claramente la relación inversa entre las variables estimadoras del vigor y la profundidad de siembra. Por ser de semilla más pequeña que las especies estudiadas en los experimentos 1 y 2, el rango de profundidades de siembra donde se obtuvo el máximo vigor, fué superficial y reducido.

La relación inversa entre el porcentaje de emergencia y la profundidad de siembra puede ser debida a la resistencia - que el suelo opone al proceso de emergencia de las plántulas; esta resistencia será mayor a medida que aumenta la profundidad de siembra. Aunando a ésto, el efecto provocado por la - formación de la costra del suelo enfatiza más este tipo de re-  
lación. El hecho de que esta relación no haya sido tan marca-  
da en algunas variables pudo ser debido al caracter hipógeo -  
del sorgo.

Por otro lado se observa que los máximos porcentajes de -  
emergencia se encontraron en un rango reducido de profundidad  
de siembra (0 a 6 cm) contrastando con lo reportado por Mai-  
ti, 1983; quién observó que una gran cantidad de líneas de --  
sorgo (LES) tuvieron la capacidad para emerger a 10 cm. Esto  
es debido a las diferencias en el sistema de siembra, mien---  
tras que en el presente trabajo la siembra fué en seco presen-  
tando formación de costra, la de Maiti(1983) fué a tierra ve-  
nida.

Por otro lado no se encontraron diferencias significati-  
vas, ni una tendencia clara, en el efecto de la profundidad -  
de siembra sobre el peso seco a los 23 días posteriores a la-  
siembra; en cambio hasta los 33 días se registró una relación  
inversa entre ambas variables, aunque sólo se encontró dife--  
rencia significativa entre la profundidad de siembra y el res-  
to de los tratamientos. Esto nos sugiere que, aunque hubo --  
una marcada diferencia en el porcentaje de emergencia, todas-

las plántulas que logren emerger tendrán el mismo crecimiento (peso seco).

En forma similar la tasa de crecimiento del cultivo ---- (TCC) presentó solamente diferencia cuando la semilla se depositó a 14 cm, observando una ligera tendencia a presentar una relación inversa de la TCC y la profundidad de siembra. Pudiera ser que la poca diferencia o casi nula entre los pesos secos de los tratamientos haya originado que la TCC haya presentado muy poca diferencia.

En forma general la TRC presentó una relación inversa -- con respecto a la profundidad de siembra, presentando las máximas tasas en un rango de 0 a 6 cm de profundidad. De ---- igual manera se repite claramente las dos situaciones que ya hemos mencionado, la relación inversa variable-profundidad y el rango reducido de profundidades óptimas. Esto, como se ha mencionado, se explica por las condiciones de establecimiento del cultivo (siembra en seco). Lo anterior mostró que pese a que hay poca diferencia en el peso seco, la velocidad con que se acumula éste sí varió.

De la misma manera la altura de plántula presenta una relación inversa con respecto a la profundidad de siembra a lo largo de todo el experimento.

El hecho de que las mayores velocidades de elongación -- del tallo estuvieran en las profundidades medias ( 6 y 8 cm de profundidad), puede deberse al equilibrio de desarrollo raíz-tallo que prevalece en estos tratamientos, es decir, en --

las siembras superficiales las plántulas que se desarrollan - tienen un sistema radical bastante reducido contrastando con las de siembras profundas que tienen un sistema radical bastante desarrollado; en cambio las plántulas que se desarrollan de siembras intermedias contienen un sistema radical adecuado para el desarrollo de las plántulas.

Por último los resultados sobre el área foliar no sugieren ninguna tendencia clara en el efecto de los tratamientos a los 23 días posteriores a la siembra, encontrando diferencia significativa solamente a los 14 cm de profundidad. Sin embargo, a los 33 días posteriores a la siembra se muestra ligera tendencia en la relación inversa área foliar-profundidad, debido posiblemente a la pérdida de humedad que la capa superficial del suelo sufrió provocando así, plántulas con un sistema radical reducido y deficiente, con sus repercusiones en el desarrollo de la parte aérea.

## 7. CONCLUSIONES

1. La profundidad de siembra influyó en el establecimiento de las tres especies estudiadas. En el frijol afectó en una relación inversa el porcentaje de emergencia, el peso seco, la TCC y la altura del hipocotilo. De la misma manera en el maíz influyó inversamente en el porcentaje de emergencia y el área foliar. Y en el sorgo la misma relación inversa se presentó con el porcentaje de emergencia, la TRC y la altura de plántula.
2. Considerando el peso seco y el área foliar como principales estimadores del vigor de las plántulas, en las tres especies estudiadas las profundidades de siembra de 0 a 8 cm produjeron las plántulas más vigorosas.
3. Se acepta la hipótesis planteada de que a mayor profundidad de siembra el vigor de las plántulas disminuirá.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Aldrich, S.R. y E.R. Leng. 1974. Producción moderna de maíz. J. Martínez T., traductor. Hemisferio Sur. Argentina, 308 p.
2. Asociación Mexicana de Semilleros A.C. 1983. Actualización sobre tecnología de semillas. Editado en los talleres de imprenta de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
3. Bailey, L.H. 1945. Manual of cultivated plants. The Macmillan Company. New York, USA. 1116 p.
4. Buckman, H.O. y N.C. Brady. 1970. Naturaleza y propiedades de los suelos. Ediciones Montaner y Simon, S.A. Barcelona, España. 590 p.
5. Crespo, M.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 110 p.
6. Cronquist, A. 1977. Introducción a la Botánica. A. Marino A., traductor. Segunda Edición. CECSA. México. 848 p.
7. Cuéllar D., G. 1985. Efecto de la profundidad de siembra sobre el vigor de las plántulas de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agro

nomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.  
65 p.

8. Delorit R., J. y H.L. Ahlgren. 1982. Producción agrícola. A. Manno A., traductor. Sexta edición. Continental - S.A. México. 783 p.
9. Departamento de Agricultura de Iowa State University, 1981. Manual de agricultura. A. Marino A., traductor. Sexta impresión. Ed. Continental S.A. México. 639 p.
10. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 1982. Semillas. Ed. Continental, S.A. México. 1020 p.
11. Diehl, R., J.M. Mateo B. y P. Urbano T. 1973. Fitotecnia- General. J.M. Mateo B., traductor. Mundi-Prensa. España. 814 p.
12. Edmon, J.B., T.L. Senn y F.S. Andrews. 1967. Principios de horticultura. F. Garza F., traductor. Tercera edición. CECSA. México. 575 p.
13. Esau, K. 1976. Anatomía Vegetal. Tercera edición. Ed. Omega. Barcelona, España. 779 p.
14. Fahn, A. 1978. Anatomía Vegetal. Segunda Edición. H. Blumes Ediciones. España. 643 p.
15. Fersini, A. 1976. Horticultura Práctica. F. Rdz. de P, traductor. Segunda Edición. Ed. Diana, S.A. México. 527p.

16. Fuller, H.J. y Z.B. Carothers 1974. Botánica. C. Gerhard O., traductor. Quinta edición. Interamericana, S.A. México. 512 p.
17. Guzmán, J.B. 1984. Problemática en la producción de cultivos básicos en la subregión de lomeríos suaves de las zonas bajas de Nuevo León. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
18. Hartman, H.T. y D.E. Kester 1981. Propagación de plantas, principios y prácticas. A. Marino A., traductor. Segunda reimpresión. CECSA. México. 814 p.
19. Holman, R.M. y W.W. Robbins. 1965. Botánica General. E. Beltrán, traductor. UTEHA. México. 632 p.
20. James, W.O. 1967. Introducción a la Fisiología Vegetal. J. Llimona P., traductor. Sexta edición. Omega, S.A. Barcelona, España 328 p.
21. Maiti, R.K. 1983. Evaluación del sorgo bajo condiciones de "stress" múltiple en los trópicos semiáridos del noroeste de México. Folleto de divulgación No.1, Editado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México pp. 8-19.
22. Maiti, R.K., P.S. Raju y F.R. Bidinger 1983. Evaluación de la clasificación visual para el vigor de la planta de sorgo. Folleto impreso en el departamento de im

prenta de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México pp. 1-3.

23. Maiti, R.K. 1983. Aspectos en el establecimiento del cultivo del sorgo. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. pp. 1-4 y 8-10.
24. Mela, P. 1971. Cultivos de regadío. Tomo I. Segunda edición. Ediciones Agrociencia. Zaragoza, España. 576 p.
25. Mela, P. 1971. Cultivos de regadío. Tomo II. Segunda edición. Ediciones Agrociencia. Zaragoza, España. 577 p.
26. Meyer, B.S. 1972. Introducción a la Fisiología. Tercera edición. Ed. Universitaria de Buenos Aires, Argentina. 579 p.
27. Ray, P.M. 1981. La planta viviente. Serie biológica moderna. A. Marino A., traductor. Séptima reimpresión. -- CECSA. México. 272 p.
28. Robles, S. R. 1983. Producción de granos y forrajes. Cuarta edición. Ed. Limusa. México. 608 p.
29. Rojas G.M. 1979. Fisiología Vegetal Aplicada. Segunda Edición. McGraw-Hill. México, 262 p.
30. Ruiz O., M.D. Nieto R. y I. Larios R. 1979. Tratado Elemental de Botánica. Décimo-quinta edición. Ed. ECLALSA. México, 730 p.

31. Russell, E.J. y E.W. Russell. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. G. González - traductor. Cuarta edición. España. 801 p.
32. Secretaría de Educación Pública. 1983. Manual para la educación agropecuaria. Area producción vegetal, frijol y chícharo. Tercera edición. Trillas. México 56 p.
33. Sivori, E.M., E.R. Montaldi y O.H. Caso. 1980. Fisiología - Vegetal. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina 681 p.
34. Stephen, C. y L.P. Carter. 1976. Producción Agrícola. Ed. Acribia. España. 572 p.
35. Stevenson, F.F. y T.R. Mertens. 1980. Anatomía Vegetal. Ed. Limusa. México. 209 p.
36. 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 110 p.
37. Valdivia, R.B. 1977. Estudio de algunos aspectos bioquímicos y fisiológicos relacionados con la germinación en la panoja del sorgo (Sorghum bicolor). Tesis. Maestro en Ciencias, especialidad en Genética; México. 125 p.
38. Wilson, C.L. y W.E. Loomis 1968. Botánica J.L. Coll, Traductor. Primera edición en español. UTEHA, México, 682 p.

9. A P E N D I C E

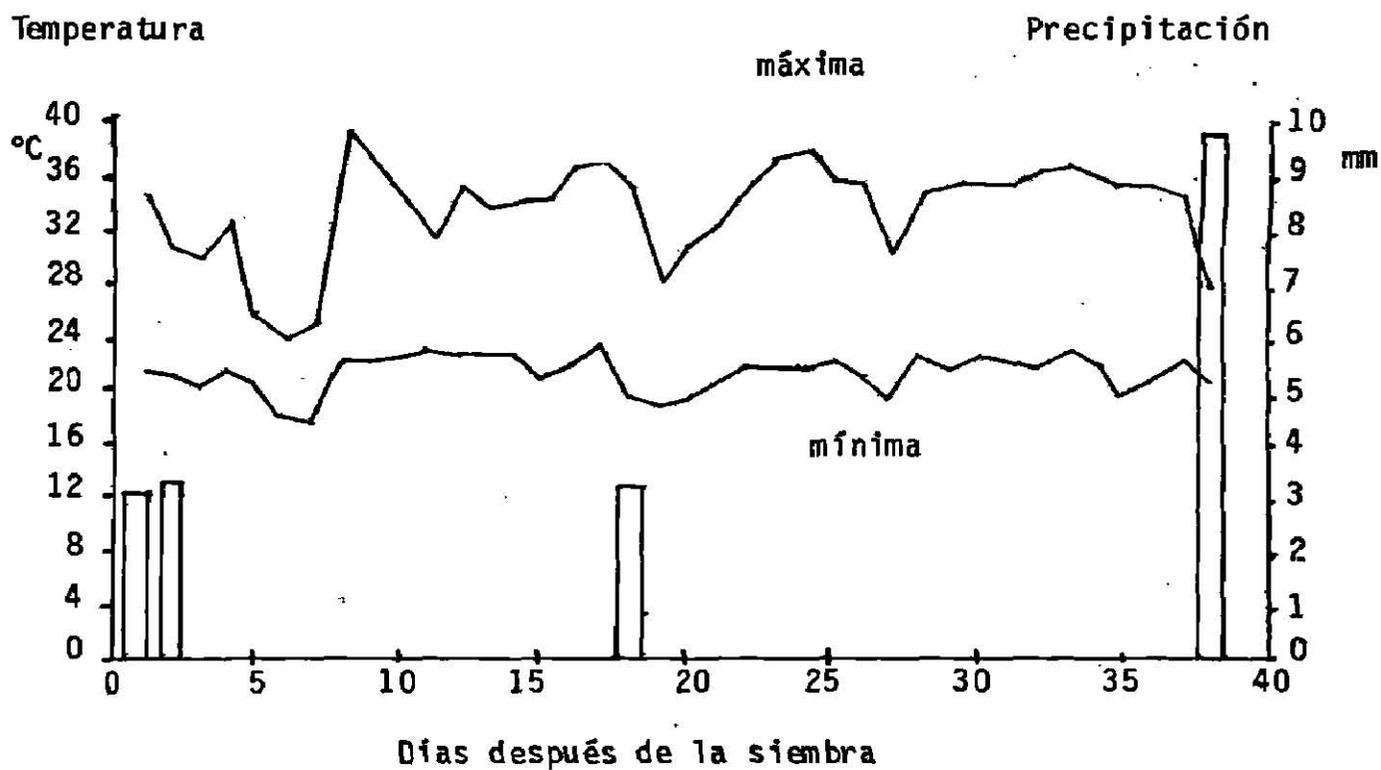


Figura #1-A: Condiciones ambientales de precipitación y temperatura, durante el período que permaneció el experimento en el campo.

CUADRO #1-A: Análisis de varianza para las variables bajo estudio en la determinación del vigor de plántulas de frijol.

Variables	Porcentaje de emergencia		Peso seco a los 23 días		Peso seco a los 33 días		Tasa relativa de crecimiento		Tasa de crecimiento del cultivo	
	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.
Fuente de variación										
Varietades	1	26.097 (N.S.)	1	0.000 (N.S.)	1	1.306 (N.S.)	1	0.454 (N.S.)	1	0.014 (N.S.)
Profundidades	8	54591.625 **	8	1.273 **	8	47.285 **	8	4.586 (N.S.)	8	0.346 **
Interacción	8	4658.484 **	8	0.222 (N.S.)	8	5.163 **	8	5.966 (N.S.)	8	0.059 **
Error	36	11515.770	36	0.600	36	23.924	36	23.701	36	0.252
Total	53	70791.977	53	2.095	53	77.677	53	34.707	53	0.670
Variables	Altura del hipo cotilo (23 días)		Altura hipocotilo a los (33 días)		Altura epicotilo a los (23 días)		Altura epicotilo a los (33 días)		Velocidad de crecimiento del epicotilo	
Fuente de Variación	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.
Varietades	1	2.586 *	1	2.052 (N.S.)	1	6.242 (N.S.)	1	156.910 *	1	0.000 (N.S.)
Profundidades	8	122.287 **	8	121.046 **	8	202.067 **	8	1761.006 **	8	0.007 (N.S.)
Interacción	8	5.480 (N.S.)	8	7.844 **	8	21.927 (N.S.)	8	323.556 **	8	0.016 (N.S.)
Error	36	18.116	36	28.237	36	92.583	36	1218.239	36	0.045
Total	53	148.469	53	159.180	53	322.818	53	3459.712	53	0.068

\*Significativo

\*\* Altamente Significativo

N.S. No Significativo

CUADRO #1-A: Continuación

Variable	Velocidad de crecimiento del epicotilo		Area foliar a los 23 dias		Area foliar a los 33 dias	
	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.
Fuente de variación						
Variedades	1	1.006 *	1	0.384 (N.S.)	1	4979.891 (N.S.)
Profundidades	8	8.013 **	8	26976.623 **	8	1196102.500 **
Interacción	8	2.175 **	8	5248.833 (N.S.)	8	142934.125 (N.S.)
Error	36	7.788	36	13468.744	36	933048.500
Total	53	18.981	53	45694.586	53	2277065.000

\* Significativo  
 \*\* Altamente significativo  
 N.S. No Significativo

CUADRO 2-A: Análisis de varianza para las variables bajo estudio en la determinación del vigor de plántulas de maíz.

Variables	Porcentaje de Emergencia		Peso seco a los 14 días		Peso seco a los 30 días		Tasa relativa de crecimiento (T.R.C.)		Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)	
	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.
Variedades	1	3624.149**	1	0.052**	1	7.050(N.S.)	1	0.035(N.S.)	1	0.023(N.S.)
Profundidades	7	51428.516**	7	0.373**	7	32.160(N.S.)	7	4.773*	7	0.102(N.S.)
Interacción	7	2042.824**	7	0.022(N.S.)	7	10.349(N.S.)	7	1.239(N.S.)	7	0.038(N.S.)
Error	32	13665.852	32	0.220	32	71.356	32	7.498	7	0.269
Total	47	70761.344	47	0.667	47	120.916	47	13.546	47	0.432
Variables	Altura de plántula a los 14 días		Altura de plántula a los 30 días		Velocidad de crecimiento		Area foliar a los 14 días		Area foliar a los 30 días	
Fuente de variación	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.
Variedades	1	881.456*	1	1468.374(N.S.)	1	0.291(N.S.)	1	6576.034**	1	277157.250(N.S.)
Profundidad	7	1593.650(N.S.)	7	13343.722**	7	37.382(N.S.)	7	40282.109**	7	4276234.000**
Interacción	7	1850.897(N.S.)	7	3194.745(N.S.)	7	3.516(N.S.)	7	3638.664(N.S.)	7	1439473.500(N.S.)
Error	32	5603.705	32	18466.791	12	67.382	32	25629.840	32	5728934.000
Total	47	9929.708	47	36473.633	17	108.571	47	76126.648	47	1721799.000

\*Significativo

\*\*Altamente Significativo

N.S. No Significativo

CUADRO #3-A: Análisis de varianza para las variables bajo estudio en la determinación del vigor de plántulas de sorgo.

Variables	Porcentaje de Emergencia		Peso seco a los 23 días		Peso seco a los 33 días		Tasa relativa de crecimiento del cultivo (T.R.C.)		Tasa de crecimiento del cultivo (T.C.C.)	
	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.
Variedades	1	6418.796**	1	1.353**	1	73.536**	1	0.593**	1	0.439**
Profundidad	7	31386.254**	7	1.175 (N.S.)	7	41.651**	7	2.286**	7	0.319**
Interacción	7	15144.988**	7	1.668*	7	34.871*	7	0.630**	7	0.219**
Error	32	11490.570	32	2.663	32	55.340	32	2.141	32	0.433
Total	47	64490.609	47	6.859	47	205.399	47	5.650	47	1.521
Variables	Altura de plántula a los 23 días		Altura de plántula a los 33 días		Velocidad de crecimiento		Area foliar a los 23 días		Area foliar a los 33 días	
Fuentes de variación	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.	G.L.	S.C.
Variedad	1	2951.339*	1	11398.580*	1	27.497**	1	61660.867**	1	869092.625**
Profundidad	7	2754.564*	7	8204.598*	7	46.888**	7	71896.086**	7	1198469.250**
Interacción	7	2721.655 (N.S.)	7	8116.523*	7	22.110**	7	105432.078**	7	898799.000**
Error	32	2073.043	32	1996.141	32	20.476	32	145723.609	23	903384.750
Total	47	10500.602	47	29715.832	47	116.971	47	384712.656	47	3869745.750

\*Significativo

\*\* Altamente Significativo

N.S. No Significativo

CUADRO #4-A: Comparación de medias de profundidad, variedades y la interacción profundidad por variedad para la variable porcentaje de emergencia en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 10 días posteriores a la siembra.

PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Profundidad	Media	0.05 (Tukey 34.069)	Tratamientos	Media	0.05 (Tukey 54.872)
2	82.60		Pinto Americano 4 cm.	93.12	
4	80.96		"Jamapa" 2 cm.	82.74	
0	59.12		Pinto Americano 2 cm.	82.46	
8	36.31		"Jamapa" 0 cm.	76.67	
6	34.66		"Jamapa" 4 cm.	68.79	
12	5.91		Pinto Americano 8 cm.	52.91	
10	5.83		Pinto Americano 0 cm.	41.57	
14	0.00		Pinto Americano 6 cm.	37.79	
16	0.00		"Jamapa" 6 cm.	31.52	
			"Jamapa" 8 cm.	19.70	
			"Jamapa" 12 cm.	11.82	
			"Jamapa" 10 cm.	7.88	
Variedad	Media	0.05	Pinto Americano 10 cm.	0.00	
			Pinto Americano 12 cm.	0.00	
Pinto Americano	34.63		Pinto Americano 14 cm.	0.00	
			Pinto Americano 16 cm.	0.00	
Jamapa	33.24		"Jamapa" 14 cm.	0.00	
			"Jamapa" 16 cm.	0.00	

CUADRO #5-A: Comparación de medias de profundidad y variedades para la variable peso seco de plántulas en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.

		PESO SECO 23 DIAS		PESO SECO 33 DIAS	
Profundidad	Media (9)	0.05 (Tukey 0.248)	Profundidad	Media (9)	0.05 Tukey 1.553)
2	0.43		4	2.53	
4	0.36		2	2.25	
8	0.17		0	2.15	
0	0.15		8	1.39	
6	0.09		6	0.98	
12	0.01		10	0.53	
10	0.00		12	0.34	
14	0.00		14	0.00	
16	0.00		16	0.00	
Variedad	Media	0.05	Variedad	Media	0.05
Jamapa	0.14		Pinto Americano	1.29	
Pinto Americano	0.13		Jamapa	0.97	

CV: 100.29%

C.V.: 72.16%

CUADRO 6-A: Comparación de medias de la interacción profundidad por variedades para la variable peso seco de plántula en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

TRATAMIENTO	MEDIA(9)	0.05 (Tukey 2.501)
Pinto Americano 2 cm	2.77	
Pinto Americano 0 cm	2.74	
Jamapa 4 cm	2.61	
Pinto Americano 4 cm	2.46	
Pinto Americano 8 cm	1.94	
Jamapa 2 cm	1.73	
Jamapa 0 cm	1.55	
Jamapa 6 cm	1.02	
Pinto Americano 6 cm	0.94	
Jamapa 8 cm	0.84	
Pinto Americano 10 cm	0.73	
Jamapa 12 cm	0.67	
Jamapa 10 cm	0.34	
Pinto Americano 12 cm	0.00	
Pinto Americano 14 cm	0.00	
Pinto Americano 16 cm	0.00	
Jamapa 14 cm	0.00	
Jamapa 16 cm	0.00	

CUADRO 7-A: Comparación de medias de profundidad, variedades y de la interacción profundidades por variedad para la variable tasa de crecimiento del cultivo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO					
Profundidad	Media(9/día) 0.05 (Tukey 0.159)	Tratamiento	Media (9/día)0.05 (Tukey 0.256		
4	0.22	Pinto Americano	0 cm	0.27	
0	0.20	Pinto Americano	2 cm	0.24	
2	0.18	Jamapa	4 cm	0.23	
8	0.12	Pinto Americano	4 cm	0.20	
6	0.09	Pinto Americano	8 cm	0.17	
10	0.05	Jamapa	0 cm	0.13	
12	0.03	Jamapa	2 cm	0.12	
14	0.00	Pinto Americano	6 cm	0.09	
16	0.00	Jamapa	6 cm	0.09	
		Jamapa	8 cm	0.08	
		Pinto Americano	10 cm	0.07	
		Jamapa	12 cm	0.07	
		Jamapa	10 cm	0.03	
		Pinto Americano	12 cm	0.00	
		Pinto Americano	14 cm	0.00	
		Pinto Americano	16 cm	0.00	
		Jamapa	14 cm	0.00	
		Jamapa	16 cm	0.00	
Variedad	Media(9/día) 0.05				
Pinto Americano	0.12				
Jamapa	0.08				

C.V.: 83.66%

CUADRO 8-A: Comparación de medias de profundidad y variedades para la variable altura de hipocotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días - posteriores a la siembra.

ALTURA DE HIPOCOTILO A LOS 23 DIAS			ALTURA DE HIPOCOTILO A LOS 33 DIAS		
Profundidad	Media(cm) 0.05 (Tukey 1.350)	Profundidad	Media (cm) 0.05 (Tukey 1.686)	Variedad	Media (cm) 0.05
0	3.80	2	3.85	Pinto Americano	1.99
2	3.66	0	3.72	Jamapa	1.60
4	3.33	4	3.46		
8	2.07	8	2.20		
6	1.73	6	1.74		
10	0.52	10	0.65		
12	0.23	12	0.54		
14	0.00	14	0.00		
16	0.00	16	0.00		

C.V.: 41.71%

C.V.: 49.46%

CUADRO 9-A: Comparación de medias de la interacción profundidad por variedades para la variable altura de hipocotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

TRATAMIENTO	MEDIA (cm) 0.05 (Tukey 2.716)
Pinto Americano 2 cm	4.77
Pinto Americano 0 cm	4.13
Pinto Americano 4 cm	3.96
Jamapa 0 cm	3.30
Jamapa 4 cm	2.95
Jamapa 2 cm	2.93
Pinto Americano 8 cm	2.41
Jamapa 8 cm	2.00
Pinto Americano 6 cm	1.94
Jamapa 6 cm	1.53
Jamapa 12 cm	1.08
Pinto Americano 10 cm	0.70
Jamapa 10 cm	0.60
Pinto Americano 12 cm	0.00
Pinto Americano 14 cm	0.00
Pinto Americano 16 cm	0.00
Jamapa 14 cm	0.00
Jamapa 16 cm	0.00

C.V.: 49.46%

CUADRO 10-A: Comparación de medias de profundidad y variedades para la variable altura de epicotilo en -- dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.

ALTURA DE EPICOTILO A LOS 23 DIAS		ALTURA DE EPICOTILO A LOS 33 DIAS	
Profundidad	Media (cm) 0.05 (Tukey 3.054)	Profundidad	Media (cm) 0.05 (Tukey 11.081)
4	5.22	2	14.58
2	4.89	4	14.48
0	3.89	0	13.71
8	3.77	8	10.34
6	3.68	6	7.87
10	1.87	10	4.47
12	0.77	12	2.39
14	0.00	14	0.00
16	0.00	16	0.00
Variedad	Media (cm) 0.05	Variedad	Media (cm) 0.05
Pinto Americano	3.02	Pinto Americano	9.24
Jamapa	2.34	Jamapa	5.83

C.V.: 59.84%

C.V.: 77.15%

CUADRO 11-A: Comparación de medias de la interacción profundidad por variedades para la variable altura - de epicotilo en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

TRATAMIENTO		MEDIAS (cm) 0.05 (Tukey 17,840)
Pinto Americano	0 cm	19.20
Pinto Americano	2 cm	18.70
Pinto Americano	4 cm	15.37
Pinto Americano	8 cm	15.14
Jamapa	4 cm	13.58
Jamapa	2 cm	10.48
Pinto Americano	6 cm	8.60
Jamapa	0 cm	8.22
Jamapa	6 cm	7.13
Pinto Americano	10 cm	6.17
Jamapa	8 cm	5.53
Jamapa	12 cm	4.78
Jamapa	10 cm	2.77
Pinto Americano	12 cm	0.00
Pinto Americano	14 cm	0.00
Pinto Americano	16 cm	0.00
Jamapa	14 cm	0.00
Jamapa	16 cm	0.00

C.V.: 77.15%

CUADRO 12-A: Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable velocidad de crecimiento del epicotilo de dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL EPICOTILO				
Profundidad	Media (cm/dfa) 0.05 (Tukey 0.885)	Tratamiento	Media (cm/dfa) 0.05 (Tukey 1.425)	
0	0.98	Pinto Americano	0 cm	1.50
2	0.97	Pinto Americano	2 cm	1.31
4	0.93	Pinto Americano	4 cm	0.97
8	0.66	Pinto Americano	8 cm	0.97
6	0.42	Jamapa	4 cm	0.88
10	0.26	Jamapa	2 cm	0.63
12	0.16	Pinto Americano	6 cm	0.49
14	0.00	Jamapa	0 cm	0.46
16	0.00	Pinto Americano	10 cm	0.35
		Jamapa	6 cm	0.34
		Jamapa	8 cm	0.34
		Jamapa	12 cm	0.32
		Jamapa	10 cm	0.17
Variedad	Media (cm/dfa) 0.05			
Pinto Americano	0.62			0.00
Jamapa	0.35			0.00

CUADRO 13-A: Comparación de medias de profundidades y variedades para la variable área foliar en dos variedades de frijol a 9 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 y 33 días posteriores a la siembra.

AREA FOLIAR A LOS 23 DIAS			AREA FOLIAR A LOS 33 DIAS		
Profundidad	Media (cm <sup>2</sup> )	0.05 (Tukey 36.840)	Profundidades	Media (cm <sup>2</sup> )	0.05 (Tukey 306.660)
2	62.01	-----	4	406.54	-----
4	51.98		2	378.06	
8	30.38		0	341.99	
6	15.94		8	197.09	
0	13.61		6	168.85	
12	1.40	-----	10	110.17	-----
10	0.00		12	67.09	
14	0.00		14	0.00	
16	0.00		16	0.00	
Variedad	Media (cm <sup>2</sup> )	0.05	Variedad	Media (cm <sup>2</sup> )	0.05
Jamapa	19.56	-----	Pinto Americano	195.14	-----
Pinto Americano	19.40		Jamapa	175.93	

C.V.: 99.29%

C.V.: 86.77%

CUADRO 14-A: Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable porcentaje de emergencia en dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 10 días posteriores a la siembra.

PORCENTAJE DE EMERGENCIA					
Profundidad	Media 0.05(Tukey 38.673)	Tratamiento	Media 0.05(Tukey 62.614)		
4	95.89	Rancho	98.19		
2	91.53	Rancho	98.19		
0	90.84	N.L.H-5	97.53		
6	69.24	Rancho	94.25		
8	67.06	Rancho	88.49		
12	27.41	N.L.H-5	84.88		
10	25.11	N.L.H-5	83.49		
14	5.87	Rancho	80.61		
Variedades	Media 0.05				
Rancho	67.81		35.46		
N.L.H-5	50.43		14.77		
			7.88		
			3.89		

C.V.: 34.95%

CUADRO 15-A: Comparación de medias de profundidades y variedades para las variables peso seco y tasa relativa de crecimiento en dos genotipos de maíz estimados a los 14 y 30 días respectivamente posteriores a la siembra.

PESO SECO A LOS 14 DIAS		TASA RELATIVA DE CRECIMIENTO A LOS 30 DIAS	
Profundidad	Media (g)	Profundidad	Media ( $gg^{-1} dfa^{-1}$ )
2	0.26	0	0.93
4	0.23	4	0.78
0	0.19	2	0.67
8	0.19	6	0.58
6	0.16	8	0.54
12	0.11	12	0.48
10	0.02	10	0.01
14	0.00	14	0.00
Variedad	Media (g)	Variedad	Media ( $gg^{-1} dfa^{-1}$ )
Ranchero	0.81	Ranchero	0.52
N.L.H-5	0.11	N.L.H-5	0.47

C.V.: 55.77%

C.V.: 96.74%

CUADRO 16-A: Comparación de medias de profundidades y variedades para la variable altura de plántula en dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 14 y 30 días posteriores a la siembra.

ALTURA DE PLANTULA A LOS 14 DIAS		ALTURA DE PLANTULA A LOS 30 DIAS	
Profundidad	Media (cm) 0.05 (Tukey 24.764)	Profundidad	Media (cm) 0.05 (Tukey 44.956)
10	26.56	2	69.12
4	23.68	4	67.77
2	23.21	6	61.44
0	21.11	0	58.38
8	19.24	8	47.04
6	17.70	10	32.97
12	13.48	12	32.22
14	7.50	14	22.89
Variedades	Media (cm) 0.05	Variedades	Media (cm) 0.05
Rancho	23.35	Rancho	54.51
N.L.H-5	14.77	N.L.H-5	43.45

C.V.: 69.42%

C.V.: 49.04%

CUADRO 17-A: Comparación de medias de profundidades y variedades para la variable área foliar de plántula en dos genotipos de maíz a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 14 y 30 días posteriores a la siembra.

AREA FOLIAR A LOS 14 DIAS			AREA FOLIAR A LOS 30 DIAS		
Profundidad	Media (cm <sup>2</sup> ) 0.05 (Tukey 52.962)	Profundidad	Media (cm <sup>2</sup> ) 0.05 (Tukey 791.828)	Profundidad	Media (cm <sup>2</sup> ) 0.05 (Tukey 791.828)
2	81.54	2	1217.97		
4	77.24	4	1013.51		
8	70.93	6	753.02		
0	62.41	0	692.87		
6	59.86	8	592.43		
12	42.57	10	386.42		
10	8.37	12	372.28		
14	0.00	14	335.41		
Variedad	Media (cm <sup>2</sup> ) 0.05	Variedad	Media (cm <sup>2</sup> ) 0.05		
Ranchero	62.07	Ranchero	746.48		
N.L.H-5	38.66	N.L.H-5	594.50		

C.V.: 56.18%

C.V.: 63.10%

CUADRO 18-A: Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable porcentaje de emergencia en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 10 días posteriores a la siembra.

Profundidad		Media 0.05 (Tukey 35.460)	PORCENTAJE DE EMERGENCIA		Media 0.05 (Tukey 57.413)
			Tukey	Tratamiento	
2		94.09		RB-3006 2 cm	95.06
4		92.20		RB-3006 4 cm	95.06
0		72.06		LES 8-R 2 cm	93.12
6		63.76		LES 8-R 4 cm	89.34
8		38.46		LES 8-R 0 cm	86.24
10		36.56		LES 8-R 6 cm	74.91
12		30.86		RB-3006 8 cm	65.59
14		27.01		RB-3006 10 cm	65.59
Variedades		Media 0.05			
RB-3006		68.44			61.73
LES 8-R		45.31			57.87
					54.01
					52.62
					11.34
					7.56
					0.00
					0.00

C.V.: 33.31%

CUADRO 19-A: Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable peso seco de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 días posteriores a la siembra

PESO SECO A LOS 23 DIAS

Profundidad	Media(g) 0.05 (Tukey 0.539)	Tratamiento	Media(g) 0.05 (Tukey 0.872)
2	0.74	RB-3006	0.89
0	0.59	RB-3006	0.79
6	0.51	RB-3006	0.75
10	0.44	LES 8-R	0.74
4	0.43	LES 8-R	0.71
12	0.39	RB-3006	0.55
8	0.26	RB-3006	0.52
14	0.23	RB-3006	0.52
		LES 8-R	0.51
		RB-3006	0.47
Variedad	Media(g) 0.05		
RB-3006	0.62		
LES 8-R	0.28		

C.V.: 64.02%

CUADRO 20-A: Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable peso seco de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

PESO SECO A LOS 33 DIAS			
Profundidad	Media (g) 0.05 (Tukey 2.460)	Tratamiento	Media (g) 0.05 (Tukey 4.011)
2	4.66	RB-3006	5.23
4	3.46	RB-3006	5.05
6	3.35	RB-3006	4.87
8	3.28	RB-3006	4.73
10	3.26	RB-3006	4.44
12	2.45	LES 8-R	4.10
14	2.22	RB-3006	3.91
	1.33	LES 8-R	3.68
		RB-3006	3.02
		RB-3006	2.66
		LES 8-R	2.64
		LES 8-R	1.88
		LES 8-R	1.78
		LES 8-R	0.03
		LES 8-R	0.00
		LES 8-R	0.00

C.V.: 43.83%

CUADRO 21-A: Comparación de medias de profundidades, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable tasa relativa de crecimiento en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

TASA RELATIVA DE CRECIMIENTO					
Profundidad	Media ( $gg^{-1} día^{-1}$ )	Media ( $gg^{-1} día^{-1}$ )	Tratamiento	f	Media ( $gg^{-1} día^{-1}$ )
					0.05 (Tukey 0.83)
4	0.85		RB-3006	4 cm	1.02
2	0.59		RB-3006	2 cm	0.74
0	0.53		LES 8-R	4 cm	0.68
6	0.38		RB-3006	0 cm	0.63
12	0.25		RB-3006	6 cm	0.53
14	0.24		RB-3006	12 cm	0.50
10	0.23		RB-3006	14 cm	0.48
8	0.17		LES 8-R	2 cm	0.44
			LES 8-R	0 cm	0.43
			RB-3006	10 cm	0.38
			RB-3006	8 cm	0.32
			LES 8-R	6 cm	0.23
			LES 8-R	10 cm	0.08
			LES 8-R	8 cm	0.02
			LES 8-R	12 cm	0.00
			LES 8-R	14 cm	0.00
Variedades	Media ( $gg^{-1} día^{-1}$ )	Media ( $gg^{-1} día^{-1}$ )			
RB-3006	0.51				
LES 8-R	0.29				

C.V.: 64.71%

CUADRO 22-A: Comparación de medias de profundidades de siembra, variedades y de la interacción profundidades por variedades para la variable tasa de crecimiento del cultivo en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

TASA DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO					
Profundidad	Media (g/día)	0.05 (Tukey 0.221)	Tratamiento	Media (g/día)	0.05 (Tukey 0.358)
2	0.39		RB-3006	0.45	
4	0.30		RB-3006	0.45	
8	0.30		RB-3006	0.42	
0	0.28		RB-3006	0.40	
6	0.28		RB-3006	0.37	
10	0.20		LES 8-R	0.34	
12	0.18		RB-3006	0.34	
14	0.11		LES 8-R	0.30	
			RB-3006	0.26	
			RB-3006	0.22	
			LES 8-R	0.21	
			LES 8-R	0.18	
			LES 8-R	0.16	
			LES 8-R	0.00	
			LES 8-R	0.00	
			LES 8-R	0.00	

C.V.: 45.50%

CUADRO 23-A: Comparación de medias de profundidad, variedad y de la interacción profundidades por variedades para la variable altura de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 23 días posteriores a la siembra.

ALTURA DE PLANTULA A LOS 23 DIAS

Profundidad	Media (cm) 0.05 (Tukey 15.062)	Tratamiento	Media (cm) 0.05 (Tukey 24.387)
2	34.92	RB-3006	36.27
0	28.21	RB-3006	35.38
4	26.39	RB-3006	34.43
6	22.94	LES 8-R	33.56
10	17.69	RB-3006	31.91
12	17.21	LES 8-R	29.91
14	13.02	RB-3006	26.51
8	11.33	RB-3006	26.07
		LES 8-R	24.65
		RB-3006	22.65
Variedad	Media (cm) 0.05		
RB-3006	29.31		21.24
LES 8-R	13.62		20.88
		LES 8-R	0.00

C.V.: 37.48%

CUADRO 24-A: Comparación de medias de profundidad, variedad y de la interacción profundidades por variedades para la variable altura de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

ALTURA DE PLANTULA A LOS 33 DIAS				
Profundidad	Media (cm) 0.05(Tukey 14.780)	Tratamiento	Media (cm) 0.05(Tukey 23.930)	
2	67.89	RB-3006	2 cm	72.81
8	59.52	RB-3006	10 cm	72.81
4	57.79	RB-3006	4 cm	70.37
0	57.45	RB-3006	8 cm	67.64
6	57.36	RB-3006	12 cm	66.21
10	40.76	LES 8-R	2 cm	62.98
12	33.11	RB-3006	6 cm	59.58
14	29.59	RB-3006	14 cm	59.17
		RB-3006	0 cm	58.15
		LES 8-R	0 cm	56.76
		LES 8-R	6 cm	55.13
		LES 8-R	8 cm	51.40
		LES 8-R	4 cm	45.22
		LES 8-R	10 cm	8.70
		LES 8-R	12 cm	0.00
		LES 8-R	14 cm	0.00
Variedad	Media (cm) 0.05			
RB-3006	65.84			
LES 8-R	35.02			

C.V.: 15.66%

CUADRO 25-A: Comparación de medias de profundidad, variedad y de la interacción profundidades por variedades para la variable velocidad de crecimiento en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO						
Profundidad	Media (cm/dfa)	0.05 (Tukey 1.497)	Tratamiento	Media (cm/dfa)	0.05 (Tukey 2.440)	
8	4.82		LES 8-R	5.14		
6	3.44		RB-3006	4.50		
2	3.30		RB-3006	3.85		
4	3.14		RB-3006	3.83		
0	2.92		RB-3006	3.74		
10	2.31		RB-3006	3.65		
14	1.66		RB-3006	3.31		
12	1.59		RB-3006	3.18		
			RB-3006	3.16		
			LES 8-R	3.05		
			LES 8-R	2.94		
			LES 8-R	2.68		
			LES 8-R	2.43		
			LES 8-R	0.87		
			LES 8-R	0.00		
			LES 8-R	0.00		
Variedad	Media (cm/dfa)	0.05				
RB-3006	3.65					
LES 8-R	2.14					

C.V.: 27.58%



CUADRO 27-A: Comparación de medias de profundidad, variedad y de la interacción profundidades por variedades para la variable área foliar de plántula en dos genotipos de sorgo a 8 profundidades de siembra. La estimación se hizo a los 33 días posteriores a la siembra.

AREA FOLIAR A LOS 33 DIAS					
Profundidad	Media (cm <sup>2</sup> )	0.05 (Tukey 314.434)	Tratamiento	Media (cm <sup>2</sup> )	0.05 (Tukey 512.582)
2	739.08		LES 8-R	751.25	
0	567.82		RB-3006	726.92	
6	555.31		RB-3006	662.35	
4	501.85		RB-3006	647.37	
8	487.37		RB-3006	646.64	
12	331.18		RB-3006	624.26	
10	328.24		LES 8-R	589.32	
14	205.33		LES 8-R	582.48	
			RB-3006	553.15	
			RB-3006	521.30	
Variedad	Media (cm <sup>2</sup> )	0.05			
RB-3006	599.08		14 cm	410.66	
			4 cm	356.33	
LES 8-R	329.96		8 cm	350.48	
			10 cm	9.85	
			12 cm	0.00	
			14 cm	0.00	

C.V.: 36.17%

005951

